

2

Grunnlag for typeinndeling av natursystem-nivået i NiN – analyser av generaliserte artslistedatasett

Rune Halvorsen (red.)

Grunnlag for typeinndeling av natursystem-nivået i NiN – analyser av generaliserte artslistedatasett

Rune Halvorsen (red.)

Foreslått referanse:

Halvorsen, R. (red.) 2015. Grunnlag for typeinndeling av natursystem-nivået i NiN – analyser av generaliserte artslistedatasett. – Natur i Norge, Artikkel 2 (versjon 2.0.2): 1–283 (Artsdatabanken, Trondheim;
<http://www.artsdatabanken.no/NaturiNorge>)

Sammendrag

Denne artikkelen inneholder resultatene av analyser av generaliserte artslistedatasett, utført som grunnlag for typeinndelingen på natursystem-nivået i Natur i Norge – NiN – versjon 2.0.

I kapittel A1 gjennomgås kort teorien bak metodikken for analyse av generaliserte artslistedata i NiN versjon 2, viktige begreper blir definert og metoder både for å sette sammen og analysere slike artslistedatasett blir gjennomgått. Det sentrale konseptet er den lokale komplekse miljøvariabelen (LKM), som er karakteriserende kilde til variasjon på natursystem-nivået. Dette innebærer at lokale komplekse miljøvariabler skal definere aksene i de økologiske rommene, ett for hver hovedtype, som skal beskrive variasjonen innenfor hovedtypen. Artssammensetningen, som er karakteriserende naturegenskap på natursystem-nivået, er responsvariabelen i den naturvariasjonsmodellen NiN versjon 2 egentlig er (LKM er uavhengige variabler, eller prediktorvariabler, i denne modellen). I NiN versjon 2 brukes variasjonen i artssammensetning (1 økologisk avstandsenhet, ØAE) gjennom hele natursystemtypesystemet til å skalere aksene i alle de økologiske rommene på samme standardiserte vis gjennom en prosedyre som (ideelt sett) starter med å tallfeste omfanget av variasjon i artssammensetning langs hver potensielt viktige LKM i hver hovedtype (beregning av gradientlengden), fortsetter med å generalisere resultatene av analyser av hver enkelt LKM til en standardisert inndeling i basistrinn (med et standardisert begrepsapparat for variasjon langs hver LKM), og ender med hovedtypetilpasset kombinerings av basistrinn til trinn med standard bredde som kombineres for alle viktige LKM i hovedtypen til en grunntypeinndeling og et beskrivelsessystem for den øvrige variasjonen langs LKM og variasjon langs alle andre kilder til variasjon.

I kapittel A2 beskrives kort hva et generalisert artslistedatasett er, og i kapittel A3 dokumenteres metodene som er brukt i denne artikkelen for analyse av generaliserte artslistedata.

Kapitlene B1–B12 inneholder dokumentasjon av innholdet i 12 artslistedatasett (B01–B12), resultatene av analyser av disse, diskusjon av disse resultatene, og en oppsummering av konklusjonene om konsekvenser for trinndeling av LKM og for typeinndeling og beskrivelsessystem. Hvert kapittel er bygd opp over samme lest, ved bruk av et fast sett av grafiske verktøy: metadatatabell, figur som illustrerer naturtypeinndelingshypotesen og hvordan artslistene er organisert i deldatasett, matrise av økologiske avstander mellom naturtypekandidater, beregning av gradientlengder (gitt i uthevet skrift i teksten og visualisert i ‘fordelingsdiagrammet’, eksemplifisert i Fig. B1–3), eventuelle ordinasjonsdiagrammer og, til sist, sammenfatning av konklusjoner i en blåfarget tekstboks og en ‘konsensusinndelingsfigur’ (eksemplifisert i Fig. B1–7).

De 14 datasettene som er analysert, er ‘Planter og lav på jordvannsmyr- og regnvannsmyrflate’ (B01), ‘Krepsdyr i sirkulerende vannmasser’ (B02), ‘Bentiske krepsdyr i innsjøer’ (B03), ‘Planter i kilder’ (B04), ‘Planter og lav i kystlynghei’ (B05), ‘Moser på nakent berg’ (B06), ‘Planter og lav i semi-naturlig eng og relaterte natursystem-hovedtyper’ (B07), ‘Planter i strandeng og på kystnær grus- og steinmark’ (B08), ‘Planter og lav i skogsmark på fastmark’ (B09), ‘Sopp i fastmarksskogsmark’ (B10), ‘Planter og lav på rabber, i fjellhei og snøleier’ (B11) og ‘Planter og lav på myr’ (B12), ‘Planteplankton i innsjøer’ (B13) og ‘Moser på nakent berg’ (B14).

Denne artikkelen inneholder ingen sammenfattende konklusjoner om typesystem eller trinndeling av LKM; disse finnes samlet i NiN[2] Artikkel 3 som beskriver innholdet – typeinndeling og beskrivelsessystem – i NiN versjon 2.0.

Innhold

Innledning

A Teori, terminologi, materiale og metoder

A1 Teori og terminologi 7

A1a Typeinndeling på natursystem-nivået i NiN versjon 2

A1b Måleenhet for økologisk avstand basert på beregning av artssammensetningsulikhet

A1c Standardisert klasse- og trinnndeling av lokale komplekse miljøvariabler og kriterier for å definere hovedtyper og grunntyper

A1d Begrepsapparat for, og krav til, generaliserte artslistedatasett

A1e Datasettspesifikk klasse- og trinninndeling av komplekse miljøvariabler på grunnlag av analyse av generaliserte artslistedatasett

A1f Begrepsapparat for arters relasjon til naturtyper

A2 Materiale: Generaliserte artslistedata 16

A3 Metoder for analyse av generaliserte artslistedata 19

A3a Formulering av naturtypeinndelingshypoteser

A3b Beregning av økologisk avstand

A3c Ordinasjonsanalyse

A3d Praktisk gjennomføring av datasettspesifikk klasse- og trinninndeling av komplekse miljøvariabler på grunnlag av analyse av generaliserte artslistedatasett

B Analyse av de enkelte datasettene

B1 Datasett B01: Planter og lav på jordvannsmyr- og regnvannsmyrflate 22

B1a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B1b Resultater og tolkning

B1c Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H1 om typeinndeling av jordvannsmyr

B1d Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H2 om å skille nedbørsmyr fra jordvannsmyr som spesiell hovedtype på grunnlag av VT

B1e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B2 Datasett B02: Krepsdyr i sirkulerende vannmasser 37

B2a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B2b Resultater og tolkning: Deldatasett B02A

B2c Resultater og tolkning: Deldatasett B02B

B2d Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

B2e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B3 Datasett B03: Bentiske krepsdyr i innsjøer 53

B3a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B3b Resultater og tolkning: Deldatasett B03A

B3c Resultater og tolkning: Deldatasett B03B

B3d Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

B3e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B4 Datasett B04: Planter i kilder	65
B4a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser	
B4b Resultater og tolkning: Deldatasett B04A	
B4c Resultater og tolkning: Deldatasett B04B	
B4d Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H1 om grunntypeinndeling av kaldkilder	
B4e Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H2 om forskjell mellom grunn- og djupkilde	
B4e Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H2 om trinndeling av kildevannspåvirkningsgradienten i våtmarkssystemer	
B4f Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling	
B5 Datasett B05: Planter og lav i kystlynghei	78
B5a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser	
B5b Resultater og tolkning	
B5c Diskusjon: Variasjon relatert til kalkinnhold	
B5d Diskusjon: Variasjon relatert til uttørkingsfare og vannmetning	
B5e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling	
B6 Datasett B06: Moser på nakent berg	94
B6a Materiale og metoder	
B6b Resultater	
B6c Diskusjon	
B6d Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling	
B7 Datasett B07: Planter og lav i semi-naturlig eng og relaterte natursystem-hovedtyper	105
B7a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser	
B7b Resultater og tolkning: Deldatasett B04A	
B7c Resultater og tolkning: Deldatasett B04B	
B7d Resultater og tolkning: Deldatasett B04C	
B7e Resultater og tolkning: Deldatasett B04D	
B7f Resultater og tolkning: Deldatasett B04E	
B7g Resultater og tolkning: Deldatasett B04F	
B7h Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene	
B7i Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling	
B8 Datasett B08: Planter i strandeng og på kystnær grus- og steinmark	128
B8a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser	
B8b Resultater og tolkning	
B8c Diskusjon	
B8d Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling	
B9 Datasett B09: Planter og lav i skogsmark på fastmark	135
B9a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser	
B9b Resultater og tolkning: Deldatasett B09A	
B9c Resultater og tolkning: Deldatasett B09B	
B9d Resultater og tolkning: Deldatasett B09C	
B9e Resultater og tolkning: Deldatasett B09D	
B9f Resultater og tolkning: Deldatasett B09E	
B9g Resultater og tolkning: Deldatasett B09F	
B9h Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene for fastmarksskogsmark	

B9i Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene for flomskogsmark
B9j Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B10 Datasett B10: Sopp i fastmarksskogsmark 161

B10a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B10b Resultater og tolkning: Deldatasett B10A

B10c Resultater og tolkning: Deldatasett B10B

B10d Diskusjon

B10e Sammenfattende diskusjon av trinndeling av viktige LKM i, og grunntypeinndeling av, fastmarksskogsmark på grunnlag av plante- og soppartssammensetningen

B10e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B11 Datasett B11: Planter og lav på rabber, i fjellhei og snøleier 178

B11a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B11b Resultater og tolkning: Deldatasett B11A

B11c Resultater og tolkning: Deldatasett B11B

B11d Resultater og tolkning: Deldatasett B11C

B11e Resultater og tolkning: Deldatasett B11D

B11f Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

B11g Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B12 Datasett B12: Planter og lav på myr 226

B12a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B12b Resultater og tolkning: Deldatasett B12A

B12c Resultater og tolkning: Deldatasett B12B

B12d Resultater og tolkning: Deldatasett B12C

B12e Resultater og tolkning: Deldatasett B12D

B12f Resultater og tolkning: Deldatasett B12E

B12g Resultater og tolkning: Deldatasett B12F

B12h Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

B12i Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B13 Datasett B13: Planteplankton i innsjøer 249

B13a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B13b Resultater og tolkning

B13c Diskusjon

B13d Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

B14 Datasett B14: Moser på nakent berg 258

B14a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

B14b Fordeling av artsantall og artsoptima langs antatt viktige LKM

B14c Resultater og tolkning: Deldatasett B14A og B14B

B14d Resultater og tolkning: Deldatasett B14C, B14D og B14E

B14e Resultater og tolkning: Deldatasett B14F

B14f Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

B14g Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Referanser 279

Innledning

Et overordnet mål for versjon 2 av Artsdatabankens naturbeskrivelsessystem Natur i Norge (tidligere ‘Naturtyper i Norge’) – NiN – er at systemet i så stor grad som mulig skal være basert på eksplisitte prinsipper og etterprøvbare kriterier, og at det skal finnes en standardisert metodikk for å anvende disse kriteriene. Dermed blir enhver versjon av NiN etter 2.0 en modell for naturvariasjon, en hypotese som kan testes og aksepteres eller forkastes. NiN består av et typesystem og et beskrivelsessystem, i prinsippet på flere nivåer av naturmangfold og på ulike romlige skalaer. Beskrivelsessystemet inneholder variabler som gjør det mulig å beskrive naturvariasjonen på en standardisert måte. Etterprøvbarkravet gjør at typesystemet i NiN versjon 2.0, og alle alternative forslag til typeinndelinger, kan testes. Dermed kan NiN-systemet utvikles videre i takt med at ny kunnskap om naturvariasjonen i Norge blir tilgjengelig.

Formålet med denne artikkelen er å dokumentere alle tester av naturtypeinndelingshypoteser som er utført som ledd i arbeidet med NiN versjon 2, ved analyse av generaliserte artslistedatasett.

Denne artikkelen har to deler. Del A inneholder en kort sammenfatning av det teoretiske grunnlaget for sammenstilling og analyse av generaliserte artslistedatasett (kapittel A1), forklaring av viktige begreper og beskrivelse av metodene som blir benyttet. En mer utfyllende gjennomgang av teori og metoder finnes i NiN[2] Artikkel 2 (se kapittel B2 og Vedlegg 2–4). I NiN[2] Artikkel 2 er også analyse av generaliserte artslistedata plassert inn i en større sammenheng, som et steg i en prosess fram mot en standardisert klasse- og trinndeling av lokale komplekse miljøvariabler. Del B inneholder ett kapittel for hvert av de generaliserte artslistedatasettene som er analysert, bygd opp over samme lest, med beskrivelse av materialet, gjennomgang av resultatene og drøfting av implikasjoner for naturtypeinndelingen. Implikasjonene av analysene som blir dokumentert i denne artikkelen i form av standardisert basisklasse- og basistrinndeling av lokale komplekse miljøvariabler (LKM) og fullstendig typeinndeling på natursystem-nivået, er sammenstilt i NiN[2] Artikkel 3.

A Teori, terminologi, materiale og metoder

A1 Teori og terminologi

A1a Typeinndeling på natursystem-nivået i NiN versjon 2

Natursystem er ett av de to **primære naturmangfold-nivåene** i NiN-systemet (primært naturmangfold-nivå defineres som 'naturmangfold-nivåer som i NiN er gjort gjenstand for fullstendig arealdekkende naturtypeinndeling'). Det andre er landskapsnivået.

To begreper står helt sentralt ved beskrivelse av naturvariasjon i NiN versjon 2: **karakteriserende naturegenskap**, det vil si 'observerbar egenskap eller observerbare egenskaper ved naturens sammensetning (eller struktur) som i særlig grad karakteriserer natur på et gitt naturmangfold-nivå' og **karakteriserende kilde til variasjon**, det vil si 'basal naturegenskap som er særlig viktig for å forklare variasjon i sammensetning av (eventuelt også struktur i) karakteriserende naturenskaper på et gitt naturmangfold-nivå' (se NiN[2] Artikkel 1: kapittel A2). Karakteriserende naturegenskap på natursystem-nivået er **artssammensetningen**, det vil si 'de artene som lever sammen innenfor et gitt område', og karakteriserende kilde til variasjon er **lokal miljøvariasjon**, 'variasjon i miljøforhold som gir opphav til mønstre på relativt fin romlig skala (typisk < 1 km) og som er stabile over relativt lang tid [typisk mer enn 100(–200) år]' (se NiN[2] Artikkel 1: kapittel B1). Typeinndelingen på natursystem-nivået i NiN skal adressere lokal miljøvariasjon i den grad denne gir seg utslag i variasjon i artssammensetning; altså er det variasjonen i artssammensetning langs lokale komplekse miljøvariabler som utgjør grunnlaget for å definere typer på dette naturmangfold-nivået.

En grunnleggende målsetning for arbeidet med NiN versjon 2 (jf. NiN[2] Artikkel 1, innledningen) har fra tidlig i revisjonsprosessen vært at systemet skal være så gjennomført prinsipp- og kriteriebasert at typeinndelingen blir uavhengig av de personene som utfører den. Dette er et uoppnåelig mål når naturvariasjonen overveiende er kontinuerlig og mangedimensjonal, men likevel et mål vel verd å strebe mot. Som forklart i NiN[2] Artikkel 1 (kapittel B2) er utgangspunktet for vegen mot dette målet at følgende tre krav oppfylles:

1. en måleenhet for **økologisk avstand** (ØA; 'grad av forskjell i artssammensetning som uttrykk for forskjeller i miljøforhold og økologiske prosesser'), som er basert på beregning av **artssammensetningsulikhet** (AU; 'grad av forskjell i artssammensetning mellom to observasjonsenheter, målt på en skala fra 0 (fullstendig likhet) til 1 (ingen likhet) ved bruk av en ulikhetsindeks', defineres;
2. en standardisert metode for å beregne økologisk avstand mellom referansepunkter langs viktige **lokale komplekse miljøvariabler** (LKM), det vil si 'variabel som består av flere enkeltmiljøvariabler som samvarierer i mer eller mindre sterk grad, og som gir opphav til variasjon i artssammensetning på relativt fin romlig skala og som har en virkning som vedvarer over relativt lang tid [typisk mer enn 100(–200) år]' utvikles, og for klasse- og trinndeling av LKM;
3. tilgang til datamateriale som er tilrettelagt for bruk av en denne metoden, her benevnt **generaliserte artslistedata** (GAD), det vil si 'systematisk sammenstilte artslistor for et utvalg abstrakte naturtyper innenfor en avgrenset del av det økologiske rommet, med standardisert mengdeangivelse'.

A1b Måleenhet for økologisk avstand basert på beregning av artssammensetningsulikhhet

Konklusjonen etter utprøving av ulike metoder for beregning av artssammensetningsulikhhet (AU) og oversettelse av AU til økologisk avstand (ØA) i NiN[2] Artikkel 1: Vedlegg 3–4 er at **proporsjonal dissimilaritet** (PD; *proportional dissimilarity*) bør brukes som mål på AU. PD er definert som 'summen, over alle arter som finnes i minst en av to sammenliknete observasjonsenheter, av absoluttverdien av parvise forskjeller mellom artsmengder, dividert med summen av artsmengdene i de to observasjonsenheterne'. Et fortrinn ved PD er at PD kan transformeres til en tilnærmet lineær funksjon av ØA, geodetisk PD (PDgeo), dvs. 'proporsjonal dissimilaritet beregnet ved bruk av geodetisk avstand'. **Geodetisk avstand** er resultatet av bruk av en algoritme som beregner 'den korteste avstanden mellom to punkter i et nettverk, målt langs stier som forbinder punktene'. Den såkalte *step across*-metoden benyttes til beregning av geodetiske avstander i NiN 2. Denne metoden innebærer at upålitelige ulikhetsverdier erstattes med antatt mer pålitelige verdier (se NiN[2] Artikkel 1: Vedlegg 2 for detaljert forklaring).

Den økologiske avstandsenheten som benyttes på natursystem-nivået i NiN versjon 2, 1 ØAE (**økologisk avstandsenhet**), er definert som 'den økologiske avstanden som svarer til en forskjell i artssammensetningen mellom to systemer som sammenliknes, hver representert med en generalisert artsliste, på 0,25 PD-enheter, det vil si at nær en fjerdedel av artssammensetningen skiftes ut'; med **sammenliknbar natur** menes 'to kategorier natur med samme plassering i det økologiske rommet, det vil si forekommer på samme trinn langs alle relevante viktige lokale komplekse miljøvariabler bortsett fra én spesiell miljøvariabel og/eller strukturerende artsgruppe'.

A1c Standardisert klasse- og trinndeling av lokale komplekse miljøvariabler og kriterier for å definere hovedtyper og grunntyper

Vegen til en kriteriebasert og etterprøvbart typeinndeling for natursystem-nivået går gjennom standardisert klasse- og trinndeling av alle viktige lokale komplekse miljøvariabler som brukes i typeinndelingen. En slik standardisering har to hensikter; for det første skal den bidra til et begrepsapparat for naturvariasjon som i størst mulig grad er ens på tvers av naturtypegrupper og samfunnssektorer, og for det andre skal den sikre at naturtypene blir mest mulig sammenliknbare med hensyn til den variasjonen i artssammensetning de 'utspenner' langs hver av de viktige LKM som definerer dem. Prosedyren fra generaliserte artslistedata fram til standardisert klasse- og trinndeling av alle LKM, er beskrevet i NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2e (se også Fig. B2–3), som en prosess med fire steg. Utgangspunktet for denne prosessen er analyse av generaliserte artslistedatasett (GAD). Hvert GAD representerer i prinsippet en **naturtypeinndelingshypotese**, det vil si, et 'utvalg abstrakte naturtyper innenfor en avgrenset del av det økologiske rommet', det vil typisk si et framlegg til oppdeling av variasjon langs en eller flere antatt viktige LKMg i **kandidattrinn** (kT; 'kandidat til trinn langs en kompleks miljøgradient, basert på en hypotese om omfanget av variasjon i artssammensetning langs den aktuelle miljøgradienten innenfor den delen av det økologiske rommet som omfattes av en naturtypeinndelingshypotese') og LKMf i **kandidatklasser** (kK; 'kandidat til klasse innenfor en kompleks miljøfaktor, basert på en hypotese om omfanget av variasjon i artssammensetning innenfor den aktuelle miljøfaktoren innenfor den delen av det økologiske rommet som omfattes av en naturtypeinndelingshypotese'), samt kombinerings av disse trinnene til **karaktæriske**

trinnskombinasjoner (= **natursystemkandidater**), det vil si 'kombinasjoner av trinnskoder for et ordnet sett av lokale komplekse miljøvariabler (f.eks. variablene som inngår i en natursystem-hovedtypegruppens kompleksmiljøvariabelgruppe), brukt til å karakterisere en naturtype (f.eks. en grunntype)'. Natursystemhypoteser som testes som ledd i arbeidet med NiN versjon 2 er formulert med basis i klasse- og trinndelingen i Framlegg 3 til inndeling i NiN versjon 2 (enkeltklasser og -trinn betegnet *1, *2, *3 etc.), som er presentert i NiNnot124e3: Tabell 3 (se også NiN[2] Artikkel 3). Hovedtypespesifikke kandidatklasser og kandidattrinn er definert ved å samle, eller i noen tilfeller splitte, klasser og trinn i Framlegg 3 (disse er da betegnet *3A, *3B etc.). Klasse- og trinndelinger i spesifikke natursystemhypoteser som skal testes, blir betegnet #A, #B, #C ... og #1, #2, #3 etc. De fire stegene er som følger:

1. Analyse av hvert enkelt generalisert artslistedatasett med sikte på å finne en **datasettspesifikk klasse- og trinninndeling** av hver LKM, dvs. 'et framlegg til inndeling i standardklasser og -trinn på grunnlag av variasjonen langs en kompleks miljøvariabel slik den kommer til uttrykk i et gitt generalisert artslistedatasett (det vil si for en gitt artsgruppe i en gitt hovedtype innenfor en gitt geografisk og økologisk kontekst)', og videre en **datasettspesifikk basisklasse- og trinninndeling**, 'et framlegg til inndeling i basisklasser og -trinn på grunnlag av variasjonen langs en kompleks miljøfaktor slik den kommer til uttrykk i et gitt generalisert artslistedatasett (det vil si for en gitt artsgruppe i en gitt hovedtype innenfor en gitt geografisk og økologisk kontekst)'. Basisklasser og basistrinn er de minste, udelelige enhetene som utgjør utgangspunktet for å definere datasettspesifikke klasser og trinn. Datasettspesifikke klasser (dtsK) og trinn (dtsT) betegnes henholdsvis (A), (B), (C) etc. og (1), (2) og (3) etc., og datasettspesifikke basisklasser (dtsbK) og basistrinn (dtsbT) betegnes (a), (b), (c), etc.
2. Generalisering av (flere) datasettspesifikke klasse- og trinninndelinger til én hovedtypespesifikk konsensusklasse- og -trinninndeling for hver LKM på tvers av organismegrupper og geografiske områder. Definisjonene av begreper for hovedtypespesifikke klasser/trinn er paralleller til definisjonene over, f.eks. defineres **hovedtypespesifikk trinninndeling** som 'framlegg til inndeling av en kompleks miljøgradient i trinn som tilfredsstiller definisjonen av standardtrinn, bortsett fra at inndelingen er basert på en hovedtypespesifikk basistrininndeling og derfor har begrenset gyldighet.' Hovedtypespesifikke klasser (hssK) og trinn (hssT) betegnes henholdsvis [A], [B], [C] etc. og [1], [2], [3], etc., mens hovedtypespesifikke basisklasser og basistrinn betegnes [a], [b], [c], etc.
3. Generalisering av hovedtypespesifikke klasse- og trinninndelinger til én felles basisklasse- og basistrininndeling som skal erstatte de datasettspesifikke og hovedtypespesifikke inndelingene i basisklasser og basistrinn. Siden basisklasser og basistrinn skal være de minste, udelelige enhetene som utgjør utgangspunktet for å definere hovedtypetilpassete klasser og trinn, skal de utgjøre de minste intervaller som omfatter nok variasjon i artssammensetning til å tilfredsstille definisjoner av basisklasser og basistrinn, målt i den hovedtypen og i den geografiske og økologiske konteksten der det antas at variasjonen i artssammensetning innenfor det aktuelle intervallet langs miljøgradienten er størst. Hvor stort et slikt minsteintervall skal være, måles i økologiske avstandsenheter. En **basisklasse** (bK) defineres som 'minste klasse, med utstrekning 0,5–1,5 ØAE innenfor en kompleks miljøfaktor, målt i den hovedtypen og i den geografiske og økologiske konteksten der det antas at variasjonen i artssammensetning innenfor det aktuelle intervallet langs miljøfaktoren er størst, og som er utgangspunkt for hovedtypetilpasset trinndeling av komplekse miljøvariabler' og et **basistrinn** (bT) defineres som 'minste trinn (intervall), med utstrekning 0,5 –1,0

ØAE langs en kompleks miljøgradient, målt i den hovedtypen og i den geografiske og økologiske konteksten der det antas at variasjonen i artssammensetning innenfor det aktuelle intervallet langs miljøgradienten er størst, og som er utgangspunktet for hovedtypetilpasset trinndeling av komplekse miljøvariabler'. Basisklasser og basistrinn betegnes i utgangspunktet a, b, c etc., med tillegg av følgende:

4. Hovedtypetilpasset inndeling i standardklasser og standardtrinn ved aggregering av basisklasser og basistrinn i steg 3 til enheter som er tilpasset variasjonen innenfor hovedtypen slik den framgår av den hovedtypespesifikke klasse- og trinninndelingen (steg 2), og som samtidig er i samsvar med definisjonene av standardklasser og standardtrinn. I praksis gjøres dette ved å 'oversette' begrepene for hovedtypespesifikke basisklasser og basistrinn til (standard) basisklasser og basistrinn, definert som følger: **standardklasse** (sK): 'variasjon i artssammensetning langs en kompleks miljøfaktor innenfor en hovedtype, som utgjør mellom 1 og 1,5 ØAE, og som er definert på grunnlag av basisklasseinndelingen av miljøfaktoren'; **standardtrinn** (sT): 'variasjon i artssammensetning langs en kompleks miljøgradient innenfor en hovedtype, som utgjør mellom 0,75 og 1,5 ØAE, og som er definert på grunnlag av basistrinninndelingen av miljøgradienten'.

En mer utførlig beskrivelse av stegene i denne prosessen, med begrunnelse for valg av intervallstørrelser etc., er gitt i NiN[2] Artikkel 1, kapittel B2e-i og Vedlegg 5.

Tre viktige begreper for omfanget av variasjon i artssammensetning langs LKM, er:

- **vesentlig forskjell i artssammensetning:** 'en forskjell på minst 2 ØAE, det vil si utskifting av nær halve artssammensetningen eller mer, mellom to systemer som sammenliknes'
- **betydelig forskjell i artssammensetning:** 'en forskjell på minst 1 ØAE, det vil si utskifting av nær en fjerdedel av artssammensetningen eller mer, mellom to systemer som sammenliknes'
- **observerbar forskjell i artssammensetning:** 'forskjell på minst 0,5 ØAE, det vil si utskifting av nær en åttendedel av artssammensetningen eller mer, mellom to systemer som sammenliknes'

Det relativt komplekse kriteriesettet som er utviklet for å definere hovedtyper og grunntyper på natursystem-nivået (og reglene for beskrive utforminger og annen variasjon innenfor typene ved bruk av beskrivelsessystemet) bygger videre på definisjoner av normal variasjonsbredde og spesiell variasjon innenfor hver natursystem-hovedtypegruppe (se NiN[2] Artikkel 1: kapittel B4 og Vedlegg 6):

- **normal variasjonsbredde innenfor en hovedtypegruppe:** 'arealmessig dominerende variasjonsbredde i artssammensetning og miljøforhold innenfor ei hovedtypegruppe (det vil også si innenfor en dominerende økosystemkomponent), som kan beskrives ved hjelp av et begrenset sett av hovedkompleksvariabler'
- **spesiell variasjon innenfor ei natursystem-hovedtypegruppe:** 'all variasjon innenfor ei hovedtypegruppe (det vil også si innenfor en dominerende økosystemkomponent) som ikke tilfredsstiller definisjonen av normal variasjonsbredde innenfor hovedtypegruppa'

Naturtypeinndelingen gjøres etterprøvbart ved å operasjonalisere disse definisjonene i kriterier for å avgrense hovedtypegrupper, hovedtyper og grunntyper, samt regler for hvordan lokale komplekse miljøvariabler (LKM) skal deles inn i standardklasser (lokal kompleks miljøfaktor; LKMf) eller standardtrinn (lokal kompleks miljøgradient; LKMg):

1. For å skille ut en spesiell natursystem-hovedtype fra en hovedtype for normal variasjon, må to sammenliknbare naturtyper hvorav én ligger innenfor normal variasjonsbredde innenfor ei natursystem-hovedtypegruppe og én ikke ligger innenfor normal variasjonsbredde være vesentlig forskjellige ($> 2 \text{ } \sigma$ forskjell i artssammensetning mellom naturtypenes tyngdepunkter).
2. For å gi grunnlag for inndeling i grunntyper innenfor en natursystem-hovedtype, må det være betydelig forskjell i artssammensetning ($> 1 \text{ } \sigma$) mellom tyngdepunkter for naturtyper ved endepunktene av denne LKM-en.
3. Antallet standardtrinn som en LKM skal deles inn i for bruk til inndeling av en natursystem-hovedtype, skal være lik **gradientlengden**, definert som, ‘*estimert eller beregnet økologisk avstand mellom endepunktene langs en kompleks miljøvariabel*’, avrundet nedover til nærmeste hele tall (NiN[2] Artikkel 1, kap. B2h).

Sentrale begreper ved bruk av generaliserte artslistedata til beregning av gradientlengder og, i sin tur, til standardisert klasse- og trinninndeling av LKM, er forklart og begrunnet i NiN[2] Artikkel 1, kapittel B2. Særlig viktige er begrepene **typisk utforming** (av en naturtype), det vil si ‘*en representativ del av intervallet som en naturtype utspenner langs alle trinn og/eller klasser langs alle typens hovedkompleksvariabler for den karakteriserende kilden til variasjon på det aktuelle naturmangfold-nivået*’ og **tyngdepunkt** (for en naturtype eller naturtypekandidat), det vil si ‘*midtpunkt i et intervall langs en kompleks miljøvariabel som utspennes av en naturtype eller en naturtypekandidat*’. Disse begrepene adresserer egenskaper ved naturtypekandidaters plassering langs LKM som i de fleste tilfeller ikke er sammenfallende. Beregninger av gradientlengder, og dermed trinnantallet som en LKM skal deles inn i, skal baseres på naturtypekandidatenes tyngdepunkter og ikke deres typiske utforming (se NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2g).

Merk at begrepet ‘gradientlengde’ også er vel innarbeidet i terminologien for multivariate analyser, i betydningen ‘*avstand langs en ordinasjonsakse mellom observasjonshetene som plasserer seg ytterst i hver ende av akse*’ (f.eks. Hill & Gauch 1980, R. Økland 1990a). I NiN-sammenheng bruker vi betegnelsen **akselengde** i denne betydningen for å unngå uklarhet.

A1d Begrepsapparat for, og krav til, generaliserte artslistedatasett

Et typisk generalisert artslistedatasett inneholder en kjerne som består av artslister som representerer variasjon langs en eller flere LKM som antas å inngå i en eller flere hovedtypers **hovedkompleksmiljøvariabelgruppe**, det vil si ‘*gruppe av hovedkompleksmiljøvariabler som hver for seg forklarer mer variasjon i artssammensetning enn $2 \text{ } \sigma$ mellom tyngdepunkter for sammenliknbare naturtyper innenfor en natursystem-hovedtype*’, eller dens **kompleksmiljøvariabelgruppe**, det vil si ‘*gruppe av kompleksmiljøvariabler som hver for seg forklarer mer variasjon i artssammensetning enn $1 \text{ } \sigma$ mellom typiske utforminger av sammenliknbare naturtyper innenfor en natursystem-hovedtype*’.

Begrepet **fullstendig naturtypeinndelingshypotese** brukes om ‘et utvalg abstrakte naturtyper som omfatter alle karakteristiske trinnkombinasjoner langs hver LKM som blir adressert’, mens begrepet **kjernedatasett** brukes om ‘delsett av generaliserte artslister tilrettelagt for testing av en fullstendig naturtypeinndelingshypotese’. Tilsvarende brukes begrepene **spesifikk naturtypeinndelingshypotese** om ‘et utvalg abstrakte naturtyper som ikke utgjør en fullstendig naturtypeinndelingshypotese, tilrettelagt for testing av en spesifikk typeinndelingsproblemstilling’ og **satelittdatasett** om ‘delsett av generaliserte artslister tilrettelagt for testing av en spesifikk naturtypeinndelingshypotese’. Som eksempler på fullstendige og spesifikke naturtypeinndelingshypoteser kan nevnes:

1. *Fullstendige naturtypeinndelingshypoteser som testes ved bruk av kjernedatasett:*
Generell hypotese om de LKM som adresseres i kjernedatasettet inngår i en hovedtypes hovedkompleksmiljøvariabelgruppe. Beregning av antall standardtrinn som hver LKM bør deles opp i, inngår som et nødvendig element i testing av fullstendige naturtypeinndelingshypoteser.
2. *Spesifikke naturtypeinndelingshypoteser som testes ved bruk av satelittdatasett:*
 - a. Hypotese om at en LKM er en viktig kompleksmiljøvariabel innenfor en allerede definert (normal eller spesiell) hovedtype. For å være *viktig*, må det langs en LKM være mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE mellom tyngdepunkter for naturtyper innenfor normal variasjonsbredde innenfor en natursystem-hovedtype, dvs. en gradientlengde > 2 ØAE.
 - b. Hypotese om at en LKM er en spesiell lokal kompleks miljøvariabel (sLKM), som gir grunnlag for å skille ut en spesiell natursystem-hovedtype fra en normal hovedtype. For å være en sLKM, må det langs en LKM være mer variasjon i artssammensetning enn 2 ØAE mellom tyngdepunkter for én naturtype innenfor normal variasjonsbredde innenfor ei natursystem-hovedtypegruppe og en sammenliknbar naturtype som ikke ligger innenfor den normale variasjonsbredden. Dette tilsvarer en gradientlengde > 3 ØAE. En LKM som ikke tilfredsstiller dette kravet, men som gir opphav til mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE mellom tyngdepunkter for naturtyper, skal oppfattes som en normal lokal kompleks tilleggsmiljøvariabel innenfor den normale hovedtypen. En LKM som heller ikke tilfredsstiller dette siste kravet, men som gir opphav til en variasjon i artssammensetning større enn 0,5 ØAE (observerbar forskjell i artssammensetning; gradientlengde > 1 ØAE), er en underordnet lokal kompleks miljøvariabel og kan ved behov nyttes av brukere til å beskrive utforminger av naturtypen.
 - c. Hypoteser om trinndeling av spesifikke LKM.

De 11 kravene et godt generalisert artslistedatasett (GAD) må oppfylle, og som er drøftet i NiN[2] Artikkel 1, kapittel B2c, er:

1. Et generalisert artslistedatasett (GADS) skal omfatte en avgrenset variasjonsbredde i det lokale økologiske rommet (den **adresserte variasjonsbredden**), og består typisk av artslister for grunntypekandidater innenfor variasjonsbredden innenfor én, to eller flere natursystem-hovedtyper, langs en eller flere spesifikke LKM.
2. Innenfor ett GADS skal variasjonen relatert til andre kilder til variasjon enn LKM (regionale miljøvariabler, geografisk område, tilstandsvariasjon og andre kilder til variasjon) skal begrenses mest mulig.
3. Et GADS skal omfatte artslister som er sammenliknbare med hensyn til lokal miljøvariasjon, det vil si at de skal inneholde artslister for to eller flere *ulike* intervaller

langs én og samme LKM (den adresserte LKM) og i tillegg representere *det samme* intervallet langs hver og en av de andre LKM som varierer innenfor den adresserte miljøvariasjonsbredden. Et ideelt GADS inneholder artslister for et sett av rektangulære 'enkeltbokser' i det lokale økologiske rommet, som til sammen utgjør en større rektangulær 'samleboks'). Et typisk GADS vil bestå av artslister for naturtyper representerer alle karakteristiske trinnkombinasjoner langs LKM i en hovedtypes (hoved)kompleksmiljøvariabelgruppe.

4. Kriteriene som brukes til å avgrense abstrakte naturtyper som hver er representert med ei artsliste i et GADS må være konsistente og godt dokumentert.
5. Hver artsliste i et GADS skal representere en typisk utforming av en kandidat til en NiN-naturtype og være representativ for denne naturtypekandidaten. Med representativitet menes her at artslista baserer seg på et tenkt utvalg som inneholder uendelig mange observasjonsenheter, samlet inn innenfor den typiske variasjonsbredden naturtypen omfatter, innenfor det aktuelle geografiske området.
6. Artsmengder blir angitt på den standard 6-trinnsskalaen som er beskrevet i NiN[2] Artikkel 1: Tabell B2–1 eller, dersom kunnskapsstatus ikke tillater dette, på den forenklete 2-trinnsskalaen som er beskrevet samme sted. Begrepet **standardisert generalisert artslistedatasett** (sGADS) brukes om '[sett av generaliserte artslistedata der artenes mengder er angitt på en standard sekstrinnsskala](#)'. Betegnelsen **forenklet generalisert artslistedatasett** (fGADS) brukes om '[sett av generaliserte artslistedata der artenes mengder er angitt på en forenklet tottrinnsskala](#)'.
7. Hver av de ideelle observasjonsenhetene skal ha standardisert utstrekning i rom og tid.
8. Artsutvalget skal standardiseres.
9. Artslistene skal, om mulig, være fullstendige, og graden av fullstendighet (artstilfang og toleranserepresentativitet) skal anslås.
10. Kunnskapsgrunnlaget for hvert GADS skal vurderes på en skala fra 0 til 5 (jf. NiN[2] Artikkel 1: Tabell A2–3).
11. Datagrunnlaget for hvert enkelt datasett, skal dokumenteres.

A1e Datasettspesifikk klasse- og trinninndeling av komplekse miljøvariabler på grunnlag av analyse av generaliserte artslistedatasett

Formålet med denne artikkelen (jf. innledningen) er 'å dokumentere alle tester av naturtypeinndelingshypoteser som er utført som ledd i arbeidet med NiN versjon 2, ved analyse av generaliserte artslistedatasett'. Dette er første steg i fire-stepsprosessen fram mot en hovedtypetilpasset inndeling i standardklasser og standardtrinn. Dette første steget, som i korte trekk er beskrevet i kapittel A1c, starter med en fullstendig eller spesifikk naturtypeinndelingshypotese [inndeling av en LKM i kandidatklasser (betegnet #A, #B, #C etc., basert på *1, *2, *3 etc.) eller kandidattrinn (betegnet #1, #2, #3 etc., basert på *1, *2, *3 etc.)] og ender i en datasettspesifikk klasse- og trinninndeling av hver LKM [klasser og trinn betegnet henholdsvis (A), (B), (C) etc. og (1), (2), (3) etc.] samt en datasettspesifikk inndeling i basisklasser og basistrinn [begge betegnet (a), (b), (c) etc.]. Dette første steget omfatter egentlig ni delsteg som sammenfatningsvis er beskrevet i NiN[2] Artikkel 1: Vedlegg 5 som følger (se NiN[2] Artikkel 1, kapitler B2g og B2h for begrunnelser, drøfting og utfyllende forklaringer):

- B1. Klargjør en serie [generaliserte artslister](#) som representerer variasjon langs (minst) én LKM (og som representerer en naturtypeinndelingshypotese).

- B2. Beregn PDgeo mellom alle par av artslister (proporsjonal dissimilaritet; *proportional dissimilarity* ved bruk av **geodetisk avstand** som beskrevet i kapittel B2d) og gjør om fra PDgeo-enheter til økologiske avstandsenheter (ØAE) som forklart i kapittel B2d (1 PDgeo-enhet = 4 ØAE; 3.7 ØAE ved bruk av forenklete generaliserte artslistedata).
- B3. Sammenlikn summen av ØA mellom nabotrinn og sammenlikn denne med den direkte beregnede økologiske avstanden mellom endetrinnene ved beregning av ikke-linearitetsparameteren u . Dersom $u > 0,2$, vurder hvorvidt årsaken til ikke-additivitet er at datasettspesifikke egenskaper 'blåser' opp gradientlengdeestimatet. I så fall, korreger den beregnede økologiske avstanden mellom endetrinnene ved bruk av formel (11) i kapittel B3g (se også kapittel B4g, punkt 2).
- B4. Bruk resultatene i B3 til å plassere naturtypekandidatene i et egnet økologisk rom (se kapittel B2g, punkt 3).
- B5. Vurder hvorvidt gradientlengdeestimer og relativ plassering av naturtypekandidater bør justeres i lys av datasettegenskapene fullstendighet og toleranserepresentativitet (se kapittel B2c, punkt 9, og kapittel B2g, punkt 4) og eventuell annen relevant informasjon. Dersom representativitetsindeksen $R \neq 1$, korregerer estimer for økologisk avstand ved bruk av formelen $AU_{\text{korrigert}} = AU_{\text{beregnet}} \cdot R^{-1}$. Resultatet etter denne korleksjonen, **korrigerte AU-verdier**, er inngangsdata til trinn B6.
- B6. Benytt metoden for beregning av gradientlengde beskrevet i kapittel B2g. Som hovedregler gjelder:
1. For LKMg som er representert med 3 eller flere kandidattrinn, finn gradientytterpunkter og gradientlengde ved å anta at naturtypekandidatene nærmest enden av en LKMg er plassert i midt i det intervallet de utspenner.
 2. For LKM som er representert med 2 kandidattrinn, finn gradientytterpunkter og gradientlengde ved å anta at intervallet mellom naturtypekandidatenes tyngdepunkt og enden av gradienten utgjør 1/3 av den økologiske avstanden mellom typene.
- For LKMf med 2 kandidatklasser og LKMg med 3 eller færre kandidattrinn, er sammenhenger mellom gradientlengden og avstanden mellom endretrinnsnaturtypekandidater gitt av formlene (13) og (14), mens sammenhengen mellom gradientlengden og avstanden mellom endretrinnsnaturtypekandidater for LKMg med 4 eller flere kandidattrinn er gitt av formel (15).
- B7. Det generelle kriteriet for antall klasser eller trinn en LKM skal deles opp i er $v = \text{floor}(x_g)$, der v er antallet trinn og x_g er gradientlengden uttrykt i ØA-enheter. Funksjonen floor runder et tall ned til nærmeste hele tall. Sammenhengen mellom økologiske avstander beregnet mellom endretrinnsnaturtypekandidater og minste gradientlengde som utløser et gitt antall datasettspesifikke trinn, er forklart i kapittel B2h punkt 3. Når den gjennomsnittlige økologiske avstanden mellom endretrinnskandidatene og deres nabotrinn er lik den gjennomsnittlige økologiske avstanden mellom alle nabotrinn langs gradienten, kan trinntallet v beregnes på grunnlag av Tabell B2–2.
- B8. Del kandidatklasser og kandidattrinn som omfatter mer enn 1,0 ØAE opp i datasettspesifikke basisklasser eller basistrinn (hver basisklasse og hvert basistrinn må utspenne minst 0,5 ØAE). som beskrevet i kapittel B2h.
- B9. Foreta en datasettspesifikk klasse- eller trinninndeling av den aktuelle LKM. Datasettspesifikk klasse- og trinnndeling skal skje ved sammenslåing av nabopar av datasettspesifikke basisklasser og/eller basistrinn til klasser/trinn som tilfredsstiller definisjonen av standardklasser/standardtrinn (må omfatte 0,75–1,5 ØAE); se kapittel B2h for detaljer.

Formler og ett eksempel på beregninger er gitt i NiN[2] Artikkel 2, kapitler B2g og B2h og Fig. B2–4.

A1f Begrepsapparat for arters relasjon til naturtyper

Generaliserte artslistedata skal ikke bare brukes til testing og justering av naturtypeinndelingshypoteser, men også til å beskrive naturtypenes artssammensetning og artenes relasjon til naturtyper. Begreper som blir benyttet til beskrivelse av arters relasjon til naturtyper i NiN versjon 2 er definert i NiN[2] Artikkel 1, kapittel B2j, og er også kommentert der.

A2 Materiale: Generaliserte artslistedata

Under arbeidet med sammenstilling av generaliserte artslistedata har den lange lista med ideelle krav til slike lister (se kapittel A1d) i mange tilfeller fått et brått møte med virkeligheten. På vegen mot NiN versjon 2 har mange vanskelige avveininger blitt gjort i spenningsfeltet (eller mulighetsrommet?) mellom det ideelle og det umulige! Flere av de generaliserte artslistedatasettene (GADS) som er sammenstilt i forbindelse med arbeidet med NiN 2 representerer derfor det beste som har vært mulig, gitt tilgjengelige ressurser og dagens ofte mangelfulle kunnskap. I noen tilfeller har tilgang på spesielle datasett som ikke fullt ut lar seg tilpasse kravene til GADS åpnet muligheter for å teste hypoteser som kan ligge langt fra Framlegg 3 til inndeling på natursystem-nivået (jf. NiNnot124e3), men som likevel kan ha relevans for typeinndelingen i NiN. I slike tilfeller er mulighetene benyttet på beste mulige måte ved at artslistedata er sammenstilt slik at de tilfredsstiller kravene til GADS så godt det lar seg gjøre. Datasettenes egenskaper er alltid grundig dokumentert og deres relevans for NiN drøftet.

Hvert GADS er samlet i en Excel-regnearkfil som inneholder flere regneark med standardisert oppsett (**NiNGenArtslDataMal.xlsx**). Dokumentasjon for hvert artslistedatasett er samlet i et metadatasett for hvert GADS (**/Metadata**). Oppsett for metadatasettet, og en detaljering av mange av de 11 kravene til GADS som er listet opp i kapittel A1e, er vist i Tabell A2–1. Alle enkeltartslister med standardisert artsmengdeangivelse (finnes i regnearket **/ArtsData**) benytter artsnavn ekstrahert fra Excel-regneark (**TotalArt.xlsx**) som inneholder alle gyldige navn for arter angitt for Norge i Artsdatabankens artsnavneregister, aksessert 2014 01 14 (38327 navn). Taksa på nivå under art er som hovedregel ikke tatt med, med unntak for noen godt kjente taksa med underarter som har ulike miljøkrav og derfor indikerer ulike karakteristiske trinnkombinasjoner. For å effektivisere registreringen av artsmengder i artslistene (i **/ArtsData**) og det påfølgende analysearbeidet, samt gjøre artslistene mer oversiktlige, er de *n* artene som inngår i minst én artsliste sortert ut og samlet på de *n* øverste radene i artslista. Disse artene er merket med 'x' i en egen kolonne i artslisteregnearket. Formler for konvertering av artsnavn til et '4+4-format' (de fire første bokstavene i slektsnavnet, som store bokstaver, og de fire første bokstavene i artsnavnet, som små bokstaver) finnes i regnearket **NiNGenArtslDataMal.xlsx/ArtsKodeKonv**. Denne kodingen av artsnavn er brukt ved behov, f.eks. som 'merkelapper' i artsordinasjonsdiagrammer.

Når et GADS er bearbeidet ved oppsplitting i flere deldatasett (kjernedatasett og satelittdatasett), er deldatasettene organisert i separate regneark.

Tabell A2–1. Innholdet i metadatasett for hvert generalisert artslistedatasett (GADS), sortert på de viktigste blant 11 krav til slike datasett.

Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	
1B	LKM som ikke blir adressert	Angivelse av trinn som holdes konstant innenfor hele datasettet
1C	LKM som blir adressert	For hver LKM, angivelse av variasjonsbredden datasettet omfatter
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	Maksimalt antall soner et datasett kan spenne over: 2
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Maksimalt antall seksjoner et datasett kan spenne over: 2
2C	Geografisk område	Bør ikke være større enn en region, f.eks. Sør-Østlandet, Nord-Vestlandet, etc.
2D	Tilstandsvariasjon	Begrenses til ett tilstandstrinn, normalt trinnet som representerer minst mulig menneskepåvirkning
2E	Andre kilder til variasjon	
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	F.eks. referanse til trinndefinisjoner i NiN versjon 1, i NiN-notater, eller i andre arbeider (f.eks. inndelingen i Vannrammedirektivet)
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	For hver artsliste listes den karakteristiske trinnkombinasjonen (jf. punkt 1C og 4A) som definerer den respektive naturtypen.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	2- eller 6-trinnskala, jf. NiN[2] Artikkel 1: Tabell B2–1
6B	Dominansindikator	Dekning eller biomasseandel
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7A	Valg av standard observasjonsenhet	Det er seks alternativer: (a) Ruter á 100 m ² (b) Enkeltpolygoner (medianstørrelse < 100 m ²) (c) Volumenheter á 1 000 000 m ³ (d) Hele vannforekomster (medianvolum < 1 000 000 m ³) (e) Elvestrekninger med lengde 100 m (f) Ruter á 10 000 m ² på snø- og isoverflate
7B	Medianstørrelse på standard observasjonsenhet	For alt. (b) og (c) i 7A, anslå medianstørrelse for observasjonsenheter
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	Det er åtte alternativer med under-alternativer: (a) Substratilknyttete primærprodusenter; evt. delt i (a1) karplanter og karkryptogamer, (a2) moser og lav og (a3) benthosalger (b) Planteplankton (c) Storsopp, evt. delt i (c1) mykorrhizasopp og (c2) saprofyttiske sopp (d) Substratilknyttet fauna, evt. delt i (d1) mega- og makrofauna (> 2 mm) og (d2) meio- og mikrofauna (e) Nekton (svømmende dyr) (f) Dyreplankton (g) Mikroorganismer (x) Andre grupper (spesifiser)
9 Fullstendighet og representativitet		
9A	Angi fullstendighetsindeksen A	A er et anslag for av totalt artstilfang innenfor den adresserte naturvariasjonen som er fanget opp
9B	Angi representativitetsindeksen R	R er anslag for forholdstallet mellom den gjennomsnittlige toleransen (intervallbredden en art forekommer innenfor langs hver av de adresserte LKM) for arter i artslistedatasettet i forhold til toleransen for alle arter i hele artsgruppa
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	Tall fra 0 til 5, jf. NiN[2] Artikkel 1: Tabell A2–3

11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Liste over publikasjoner samt beskrivelse av eventuelle andre datakilder
B	Artsliste sammenstilt av:	

A3 Metoder for analyse av generaliserte artslistedata

A3a Formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Hvert generalisert artslistedatasett er, om nødvendig, delt opp i deldatasett som hver adresserer én (noen få ganger flere) naturtypeinndelingshypoteser. Fullstendige naturtypeinndelingshypoteser blir ved behov illustrert grafisk som et 'kompleksvariabeldiagram', det vil si en figur med antatt viktige LKM som akser og aksene er delt i kandidattrinn. 'Ruter' i figuren utgjør karakteristiske klasse- eller trinnkombinasjoner. Spesifikke naturtypeinndelingshypoteser blir illustrert grafisk når det er hensiktsmessig.

A3b Beregning av økologisk avstand

For hvert enkelt generalisert artslistedatasett eller delsett beregnes ei sekundær matrise av artsulikheter ved bruk av **proporsjonal dissimilaritet** (PD; *percentage dissimilarity*; R. Økland 1986, 1990a, Faith et al. 1987) som artsulikhetsmål. I sin enkleste form, beregnet for to vektorer av artsmengder i artslister fra observasjonssenheter j og k , er PD gitt av formel (1) i NiN[2] Artikkel 1, kapittel B2:

$$PD(j, k) = \frac{\sum_{i=1}^m |x_{i,j} - x_{i,k}|}{\sum_{i=1}^m x_{i,j} + \sum_{i=1}^m x_{i,k}},$$

der $x_{i,j}$ er mengden av art i i artsliste j , $x_{i,k}$ er mengden av art i i artsliste k og m er det totale antallet arter som finnes i minst en av artslistene. Verdien 0 er minste og 1 er største verdi PD-indeksen kan anta. Verdien 0 indikerer at artssammensetningen i de to artslistene er helt lik (de samme artene forekommer i samme mengde i begge de sammenliknede listene) og verdien 1 angir at listen ikke har noen arter felles. PD er ett av de mest brukte artssammensetningsulikhetsmålene i (vegetasjons)økologien, finnes i flere former og har mange navn. Den kanskje mest brukte formen er PD på prosentskala (verdier mellom 0 og 100) – 'prosent ulikhet' (*percentage dissimilarity*; Gauch & Whittaker 1972) – først brukt av Czekanowski (1909) og i vegetasjonsøkologi av Dahl & Hadač (1941). Indeksen blir ofte betegnet Bray-Curtis' indeks, men Bray og Curtis' (1957) variant av indeksen er ikke lineært relatert til PD(j, k) (Yoshioka 2008), og det er derfor uhensiktsmessig å bruke samme navn for de to formene.

Eksempler på beregning av PD finnes i NiN[2] Artikkel 1: Vedlegg 2: kapittel V2f.

PD er lineær som funksjon av økologisk avstand bare når den økologiske avstanden (og PD-verdiene) er under en viss øvre grense. Av analyser gjort på simulerte data i NiN[2] Artikkel 1: Vedlegg 3 framgår at denne grensa, for ideelle generaliserte artslistedata, ligger omkring PD = 0,5. Av den grunn ble *step across* (Swan 1970, Williamson 1978, De'ath 1999) med grenseverdi $\varepsilon = 0,5$ (øvre grense for PD-verdier som blir ansett for pålitelige) benyttet for å erstatte upålitelige ulikheter med pålitelige. Avstand beregnet ved *step across*-metoden kalles **geodetisk avstand** (Bouttier et al. 2003), det vil si '[den korteste avstanden mellom to punkter i et nettverk, målt langs stier som forbinder punktene](#)'. 'Punktene' det refereres til her, er observasjonssenheter (her: artslister eller enda mer presist, artslister for naturtypekandidater

eller karakteristiske trinnkombinasjoner) og stiene er pålitelige ulikhetsverdier. Prinsippet for *step-across* er som følger:

1. Beregn ei matrise av ulikheter (her antas at PD blir brukt som AU-indeks) mellom alle par av artslister.
2. Definer en øvre grenseverdi for pålitelige ulikheter (PD_{ϕ} i Fig. V3–1).
3. Forkast alle ulikhetsverdier $> PD_{\phi}$.
4. For hver forkastet ulikhetsverdi, finn den korteste stien som forbinder de aktuelle to punktene (A og B) i et konseptuelt, mangedimensjonalt rom der artslistene betraktes som punkter. Den korteste stien mellom A og B er definert som den minste summen av pålitelige PD-verdier gjennom punkter C, D, ... som forbinder A og B, f.eks. $PD(A,C) + PD(C,D) + PD(D,B)$.
5. Erstatt forkastete ulikhetsverdier med nye verdier, funnet ved *step across*-metoden.

PD-verdier korrigert ved bruk av *step across* blir referert til som geodetisk PD, betegnet PDgeo.

For hvert deldatasett ble først den rå artssammensetningsulikhetsmatrisa, med $n \cdot (n-1)/2$ unike ulikhetsverdier (der n = antall artslister som inngår i deldatasettet), beregnet ved hjelp av funksjonen *vegdist* i R-pakken *vegan*, versjon 2.0–3 (Oksanen et al. 2012). Deretter ble denne matrisa konvertert til ei matrise av PDgeo-verdier ved bruk av funksjonen *isomapdist* i *vegan*, med parameterverdien $\epsilon = 0,5$. PDgeo-verdiene ble igjen konvertert til økologiske avstander uttrykt i økologiske avstandsenheter (ØAE-matrise) ved multiplisering med 4,0 for standardiserte artslistedatasett (sGADS) og 3,7 for forenklete generaliserte artslistedatasett (fGADS). R versjon 3.0.2 ble brukt for alle numeriske analyser (Anonym 2013).

ØAE-matrisen ble eksportert som en vektor fra R til Excel, der den ble konvertert til ei matrise i et regneark med standard oppsett (**/ØAE-matrise**).

A3c Ordinasjonsanalyse

Større generaliserte artslistedatasett og delsett for fullstendige naturtypeinndelingshypoteser, det vil si datasett som inneholder artslister som representerer to eller flere LKM med minst 3×3 naturtypekandidater, ble, når det ble vurdert hensiktsmessig, gjort gjenstand for parallelle ordinasjonsanalyser ved bruk av to metoder. De to ordinasjonsmetodene var DCA (*detrended correspondence analysis*; Hill 1979, Hill & Gauch 1980) og GNMDS (*global nonmetric multidimensional scaling*; Kruskal 1964a, 1964b, Kruskal et al. 1973, Minchin 1987). I DCA ble standardvalg (i *vegan*) brukt for alle spesifikasjoner, inkludert ikke-lineær reskalering av aksene i S.D.-enheter (Hill's ikke-lineære reskalering). GNMDS ble brukt med følgende spesifikasjoner: Ett hundre GNMDS-ordinasjoner ble lagd fra tilfeldige startkonfigurasjoner ved bruk av funksjonen *monoMDS()* i *vegan*. PDgeo ble brukt som ulikhetsmål. Følgende parametervalg ble brukt for *monoMDS()*: k (antall GNMDS-akser) = antall LKM i naturtypeinndelingshypotesen (i alle analyser ble $k = 2$ benyttet); *maxit* (maksimumsantall iterasjoner for hver ordinasjon) = 200; *smin* = *sfgrmin* = $1 \cdot 10^{-7}$ (konvergenskriterium for avslutning av hver iterasjonsprosess). Stressverdier for de 100 GNMDS-ordinasjonene ble sammenliknet og dersom de to løsningene med lavest stressverdi hadde nær like stressverdier, ble løsningene gjort gjenstand for en sammenliknende Procrustes-analyse (Oksanen et al. 2012). Dersom denne viste at løsningene var mer like enn tilfeldigheter skulle tilsi ($P \leq 0,001$ i Monte-Carlo test utført ved *vegan*-funksjonen *protest*), ble løsningen med lavest stress akseptert som beste løsning. I motsatt vil flere GNMDS-ordinasjoner bli lagd fra nye

tilfeldige startkonfigurasjoner inntil denne betingelsen blir oppfylt. I alle ordinasjonsanalyser som ble utført som ledd i bearbeidingen av artslistedatasettene B01–B12 ble kravene til aksept av beste løsning fra 100 startkonfigurasjoner oppfylt. Vektoren av skårer for artslistene langs aksene i den beste ordinasjonen ble sentrert (til middelværdi = 0) og reskalert til H.C.-enheter ved bruk av *postMDS()*-funksjonen i *vegan*. Vektorer med skårer for artslistene langs akser i DCA og GNMDS ble gjort gjenstand for videre analyse.

Fordi verken DCA eller GNMDS er i stand til å ekstrahere den 'underliggende, sanne gradientstrukturen' i ethvert datasett som gjøres gjenstand for ordinasjon, ble svært god parvis overensstemmelse [kriterium: Kendall's ikke-parametriske korrelasjonskoeffisient τ (Kendall 1938, Sokal & Rohlf 1995), beregnet mellom par av ordinasjonsakser, $> 0,6$] mellom akser i de to parallelle ordinasjonene brukt som kriterium for at en pålitelig gradientstruktur var identifisert (jf. van Son & Halvorsen 2014). Ordinasjonsdiagrammer med symboler, merkelapper som beskriver naturtypeegenskaper (f.eks. LKM-trinnkombinasjoner el.l.), linjer trukket mellom sammenliknbare naturtypekandidater som fordeler seg langs en gitt LKM, etc., ble brukt til å illustrere relasjoner mellom naturtyper.

Akselengder i ordinasjonsdiagrammer, uttrykt henholdsvis i S.D.-enheter for DCA og i H.C.-enheter for GNMDS, kan oversettes omtrentlig til økologiske avstandsenheter som følger (jf. NiN[2] Artikkel 1: kapittel B2e):

$$\text{Antall } \emptyset\text{AE} = 2 \cdot (\text{antall H.C.-enheter i GNMDS med } \textit{step-across})$$

$$\text{Antall } \emptyset\text{AE} = 1,25 - 1,65 \cdot (\text{antall S.D.-enheter i DCA})$$

Fordi hensikten med ordinasjonsanalysene først og fremst var å visualisere gradientrelasjoner mellom naturtypekandidatene, ble det ikke gjort noen formalisert tolkning av ordinasjonsdiagrammene (jf. R. Økland 1990).

A3d Praktisk gjennomføring av datasettspesifikk klasse- og trinninndeling av komplekse miljøvariabler på grunnlag av analyse av generaliserte artslistedatasett

Prosedyren for testing av naturtypehypoteser ved analyse av generaliserte artslistedatasett (GADS), fram mot datasettspesifikk klasse- og trinndeling av LKM, som er sammenfattet i kapittel A1e (trinnene B1–B9) og beskrevet mer utførlig i NiN[2] Artikkel 1: kapitlene B2g og B2h samt Vedlegg 5, ble gjennomført trinn for trinn for hvert GADS. Såvel den testete naturtypeinndelingshypotesen som den endelige datasettspesifikke klasse- og trinndelingen er ved behov illustrert med figurer.

B Analyse av de enkelte datasettene

B1 Datasett B01: Planter og lav på jordvannsmyr- og regnvannsmyrflate

Rune Halvorsen

B1a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B01 inneholder artslister for myrflate innenfor hovedtype-kandidatene V~1 Jordvannsmyr og V~3 Regnvannsmyr i Framlegg 1 (NiNnot120e3) til naturtypeinndeling på natursystem-nivået (NiNnot120e3). Datasett B01 er det eneste datasettet som ble lagd for å evaluere naturtypeinndelingshypoteser basert på Framlegg 1, og analysene ble foretatt i mai 2014 før prosedyrene for analyse av GADS var endelig utformet og utprøvd.

Metadata for B01 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B1–1. B01 inneholder 26 artslister med til sammen 192 arter av karplanter inkludert bartrær, karsporeplanter og dekkfrøete planter, samt moser og lav) som til sammen utgjør ett kjernedatasett. I Framlegg 1 til inndeling (NiNnot120e3) angis tre lokale komplekse miljøvariabler som potensielle hovedkompleksvariabler innenfor hovedtypekandidaten V~1 Jordvannsmyr, som utgjør normal variasjonsbredde i våtmarkssystemer uten nøkkelarter. To av disse LKM anses i Framlegg 1 som spesielt viktige for variasjonen i artssammensetning, kalkinnhold (KA), rangert som antatt viktigst, og tørrelggsvarighet (TV), rangert som nest viktigst. B01 inkluderer artslister for alle 21 kombinasjoner av trinn langs KA og TV som i henhold til hypotesen (Framlegg 1) antas å være realisert. Dette gir grunnlag for å bruke B01 til å evaluere to naturtypeinndelingshypoteser, deriblant den fullstendige naturtypeinndelingshypotesen:

B01–H1 (kat. 1): (a) KA og TV inngår i hovedkompleksvariabelgruppa for V~1 Jordvannsmyr, og (b) begge disse LKM bør deles i 5 datasettspesifikke trinn innenfor hovedtypen.

Også variasjon langs TV innenfor VT#2 (regnvannsmyr) er inkludert i kjernedatasettet. Artssammensetningen i ombrogen myr er en forlengelse av artssammensetningsgradienten fra KA#5 til KA#1 (derfor ble VT#2 inkludert i KA som trinn 'KA1' i NiN versjon 1, som et spesialtrinn), noe som har vært lagt til grunn for inndelingen av myrvegetasjon i Fennoskandia (Sjörs 1948, Malmer 1962, Fransson 1972, R. Økland 1989a, 1990b, R. Økland et al. 2001a). I framlegget til inndeling av våtmarkssystemer fra Faggruppe for våtmarkssystemer (NiNnot101) er derimot VT skilt ut som egen LKM som er lagt til grunn for å definere V~3 Regnvannsmyr som en spesiell hovedtype, først og fremst fordi ombrogen vanntilførsel finner sted via en markfuktingsprosess som er svært forskjellig fra geogen vanntilførsel (se Sjörs 1948). Dette gir grunnlag for å evaluere hypotesen:

B01–H2 (kat. 2b): (a) Artssammensetningen på ombrogen myrflate (VT#2) er vesentlig forskjellig fra artssammensetningen på sammenliknbar geogen myr (VT#1), og det er derfor grunnlag for å opprettholde V~3 Regnvannsmyr som egen hovedtype. (b) TV inngår i hovedkompleksvariabelgruppa for V~3 og bør deles i 5 datasettspesifikke trinn.

Fig. B1–1 illustrerer naturtypeinndelingshypotesene B01–H1 og B01–H2, som blir adressert ved analyse av B01. Den spesielle situasjonen der en klasse langs en LKMf sammenlignes med et endetrinn langs en LKMg er omtalt i NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2g punkt 5b.

B1b Resultater og tolkning

Den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater for ekstrem-klasser langs VT (VT#2, ombrogen myr, sammenliknet med ekstremfattig geogen myr, VT#1&KA#1), som er sammenliknbare med hensyn til TV (plassering langs gradienten fra mykmatte til øvre tuenivå) varierte fra en maksimumsverdi for 1,429 ØAE for mykmatte via 1,017 ØAE for nedre fastmatte, 0,800 ØAE for øvre fastmatte og 0,721 ØAE for nedre tuenivå til 0,865 ØAE for øvre tuenivå (Fig. B1–2). Den største av disse ØA-verdiene skal legges til grunn for beregning av gradientlengden og for å avgjøre hvilken status VT skal ha. I henhold til NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2 formel (16) er gradientlengden av VT basert på forskjellen mellom disse naturtypekandidatene $x_g = 2,68$ ØAE. Det gir resultatene grunnlag for å opprettholde en oppdeling av VT i 2 standardklasser, i henhold til naturtypeinndelingshypotesen.

Den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater for ekstrem-trinn langs KA innenfor geogen myr (VT #1), som er sammenliknbare med hensyn til TV (plassering langs gradienten fra mykmatte til øvre tuenivå), varierer fra 4,692 ØAE for mykmatte via 4,993 ØAE for nedre fastmatte, 4,658 ØAE for øvre fastmatte og 3,828 ØAE for (nedre) tuenivå (Fig. B1–2). De økologiske avstandsestimatene var nesten perfekt additive; ikke-linearitetsparameteren $u < 0,01$. Gradientlengdeestimatet for KA for det TV-trinnet der avstanden mellom ekstremtrinn langs KA er størst (TV#2 nedre fastmatte) var $x_g = 5,60$ ØAE (Fig. B1–3), som gir grunnlag for å dele KA i 5 datasettspesifikke trinn innenfor geogen myr (VT#2). Den mye lavere gradientlengdeverdien for nedre tuenivå ($x_g = 4,41$ ØAE) skyldes liten økologisk avstand (0,673 ØAE) mellom naturtypekandidatene med gradientkoder 144 og 154 (det vil si rikt og ekstremrikt nedre tuenivå). Dette gir grunnlag for å slå disse typekandidatene sammen til én grunntype for (lavt) tuenivå i kalkrik geogen myr (Fig. B1–4a).

Den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til plassering langs mikrotopografi-gradienten TV og som inntar nabotrinn langs KA, er gjennomgående minst (0,673–0,855 ØAE) mellom de to KA-trinnene nærmest den rike delen av gradienten og størst (1,260–1,744 ØAE) mellom de middelfattige og de intermediære KA-trinnene (KA#2 og KA#3); se Fig. B1–2,3.

Økologiske avstander mellom naturtypekandidater for ekstrem-trinn langs TV innenfor ombrogen myr (VT#2) og innenfor geogen myr (VT#1) for hvert av de 5 KA-trinnene er ikke fullt ut sammenliknbare fordi datasettet inneholder artslistene for 5 TV-trinn i ombrogen og ekstremfattig geogen myr, men bare for 4 TV-trinn for øvrige KA-trinn på geogen myr. For de to naturtypeseriene der TV er representert med 5 trinn er den økologiske avstanden mellom endetrinnsnaturtypekandidatene henholdsvis 4,388 ØAE (ekstremfattig geogen myr) og 4,033 ØAE (ombrogen myr), ikke-lineariteten er god ($u = 0,05–0,07$) og estimerte gradientlengder henholdsvis $x_g = 5,15$ ØAE og $x_g = 4,73$ ØAE (Fig. B1–4b,c). Dette gir grunnlag for å dele KA i henholdsvis 5 og 4 datasettspesifikke trinn innenfor hver av disse kombinasjonene av VT og KA, i tråd med naturtypeinndelingshypotesene. Med unntak for avstanden mellom mykmatte og nedre fastmatte, som var større enn gjennomsnittet, og avstanden mellom de to fastmattenivåene, som var mindre enn gjennomsnittet, var den økologiske avstanden mellom nabotrinn omkring gjennomsnittet (Fig. B1–2,3). For alle de seks naturtypeseriene varierte den økologiske avstanden mellom typiske utforminger av naturtypekandidater for trinn 1 (mykmatte) og trinn 4 (nedre tuenivå) mellom 3,027 (KA5) og

3,051 (ombrogen myr) og maksimumsverdien 3,818 for KA3 (intermediær myr), som svarer til gradientlengdeestimer $x_g = 3,66 \text{ ØAE}$ og $x_g = 4,63 \text{ ØAE}$. Dette gir grunnlag for inndeling av TV i 4–5 trinn. Med få unntak (som varierte fra KA-serie til KA-serie), fordelte nabo-naturtyper seg relativt jevnt langs TV med avstander mellom 1,0 og 1,2 ØAE mellom nabo-naturtypekandidater (Fig. B1–2).

GNMDS-ordinasjonen av de 26 artslistene som utgjør kjernedatasettet gjengir den forventete, rektangulære gradientstrukturen i datasettet (Fig. B1–5). GNMDS-ordinasjonsaksene ble bekreftet av den parallelle DCA-ordinasjonen (Fig. B1–6); Kendall's τ mellom par av akser var 0,951 for akse 1 og 0,902 for akse 2 (begge $P < 0,0001$, $n = 26$).

Ordinasjonsanalysen illustrerer noen viktige datasettegenskaper som også er mulig å lese direkte ut av den økologiske avstandsmatrisa i Fig. B1–2; (1) at nedre fastmatter er mer forskjellige fra mykmatter i ombrogen og ekstremfattig geogen myr enn i mer kalkrike jordvannsmyrer; (2) at naturtypekandidater for mykmatte (langs serier av naturtypekandidater fra VT#2 til VT#1&KA#5) gjennomgående har mer forskjellig artssammensetning enn naturtyper for tuer; (3) at det er ikke grunnlag for å akseptere to naturtyper langs KA (KA#4 og KA#5) på tuenivå (TV#4) (se Fig. B1–4); og (4) at det, i hvert fall innen enkelte KA-trinn, kan være grunnlag for en finere oppdeling av TV (gradienten fra mykmatte til tue) enn det ble gjort i NiN versjon 1, slik naturtypehypotesene foreslår.

B1c Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H1 om typeinndeling av jordvannsmyr

Hypotese B01–H1 bekreftes av analysene: Innenfor åpen jordvannsmyr (V~1) omfatter både KA og TV vesentlig variasjon i artssammensetning og er derfor hovedkompleksvariabler (hLKM) i denne hovedtypen. Det er grunnlag for å dele hver LKMg i fem standardtrinn innenfor hovedtypen. TV#5, øvre tuenivå, er imidlertid bare bekreftet som betydelig forskjellig fra TV#4, nedre tuenivå, for KA#1 (ekstremfattig geogen myr). Tilgjengelig kunnskap indikerer at høye tuer (TV#5) med fastmarksvannsindikatorer knapt forekommer på kalkrik torv, slik at serien av grunntypekandidater fra KA#2&TV#5 til og med KA#5&TV5 derfor ikke bør aksepteres.

Ulikheten i artssammensetning mellom nabotrinn langs KA (innen serier for samme TV-trinn) avtar med økende avstand til grunnvannsspeilet (Fig. B1, B3). Det er derfor grunn til å anta at eventuelle middelfattige høye tuer (KA#2&TV#5) vil ha så lik artssammensetning (være så fattige på fastmarksvannsindikatorer; R. Økland 1990b) at det i seg sjøl gir grunnlag for å slå trinn sammen ved grunntypeinndelingen (jf. NiN[2] Artikkel 1 kap. B4c og V6: prosedyre C, tilleggskriterium 4).

Forskjellen i økologisk avstand mellom par av naturtypekandidater langs KA som er sammenliknbare med hensyn til mikrotopografi-nivå (TV) er liten og klart mindre enn 1 ØAE for de to kalkrike KA-trinnene og vesentlig større enn 1 ØAE mellom KA#2 ('middelfattig') og KA#3 ('intermediær') og mellom KA#3 og KA#4 ('kalkrik'). Dette taler for å stille litt strengere krav til indikatorer for KA#2 (dvs. 'flytte' typisk utforming av middelfattig myr mot det intermediære) og for å stille litt mindre strenge krav til indikatorer for KA#4 (dvs. 'flytte' typisk utforming av kalkrik mot det intermediære), som indikert med røde piler i Fig. B1–3a. Analysene viser gjennomgående liten avstand mellom naturtypekandidatene for KA#4 og KA#5, og KA#5 utspenner et intervall som knapt er breiere enn nedregrensa for standardtrinn (0,75 ØAE) når det tas hensyn til at tyngdepunktet ikke faller sammen med den typiske utformingen som er representert av artslistene. Det er derfor ikke grunnlag for å justere KA#5 mot mer utpreget kalkmyr; tvert imot bør det justeres mot mindre kalkrik myr.

Analysene bekrefter den foreslåtte rangeringen av de to hLKM innenfor V~1; begge LKM har gradientlengder ØA mellom 5 og 6 ØAE, men større for KA enn for TV (sammenlikn Fig. B1–3a og b).

B1d Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H2 om å skille nedbørsmyr fra jordvannsmyr som spesiell hovedtype på grunnlag av VT

Hypotese B01–H2a om at nedbørsmyr er vesentlig forskjellig fra jordvannsmyr blir bekreftet av analysene, men analyseresultatene avslørte viktige uklarheter i det kriteriesettet for hovedtypeinndeling som var formulert i en tidligere versjon av NiN[2] Artikkel 1 ('e3'), Vedlegg 2B, i tre henseender: (1) Kriteriene var ikke konsistente og behovet for en hierarkisk ordning av dem ble derfor tydeliggjort. Dette er implementert i seinere versjoner av NiN[2] Artikkel 1. Inkonsistens mellom kriterier illustreres av motstriden mellom kriterium 1 og kriterium 13 slik disse opprinnelig var formulert. Kravet i kriterium 13 om vesentlig forskjell forskjellighet i artssammensetning (> 2 ØAE) som forutsetning for å betrakte en LKMf (her VT) som en sLKMf og dermed for skille ut en spesiell hovedtype for V~3 Nedbørsmyr er ikke oppfylt for noen trinn langs TV. Den største forskjellen i artssammensetning mellom naturtypekandidater innenfor ombrogen og ('ekstremfattig') geogen myr ble funnet for mykmatter (ØAE = 1,482), forårsaket av at mange arter med sterke mykmattepreferanser, både karplanter og moser (f.eks. *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Sphagnum lindbergii* og *S. majus*), er fastmarksvannsindikatorer på Sørøstlandet (R. Økland 1990c). Denne forskjellen svarer til en gradientlengde svært nær 3 ØAE, som er kravet til vesentlig forskjell i artssammensetning. Mot tuene avtar forskjellen, og fra øvre fastmatte- (TV#3) til øvre tuenivå (TV#5) er forskjellen mellom sammenliknbare naturtyper mindre enn 1 ØAE. Dette skyldes at det blant fastmarksvannsindikatorer ikke finnes typiske tue-arter, slik at 'ekstremfattige' tuer stort sett bare inneholder spredte forekomster av indikatorarter med fastmattepreferanser [se også Malmer (1962) og R. Økland (1989a, 1990c)]. Kriterium 1, slik det opprinnelig var formulert, blir imidlertid heller ikke oppfylt dersom V~3 og V~1 slås sammen til én hovedtype fordi dette kriteriet krevde at 'variasjonen i artssammensetning og miljøforhold innenfor én natursystem-hovedtype skal kunne beskrives ved bruk av en og samme kompleksmiljøvariabelgruppe'. Dette kriteriet oppfylles ikke i dette tilfellet fordi ikke KA (og heller ikke SA og KI) er relevante for ombrogen myr. Kriteriene må derfor rangeres. I denne tidligere versjonen av NiN[2] Artikkel 1 var kriterium 1 ett blant fire 'grunnleggende kriterier', mens kriterium 13 var et 'tilleggs-kriterium'. Kriterium 1 må derfor gis forrang framfor kriterium 13. (2) Kriterium 1, slik det var formulert i denne tidligere versjonen av NiN[2] Artikkel 1, åpnet for en kraftig fragmentering, og sannsynligvis en devaluering, av hovedtype-nivået fordi enhver LKM som gir opphav til mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE mellom sammenliknbare hovedtyper (jf. definisjonen av en kompleksvariabelgruppe for en hovedtype) og som ikke er relevant for å beskrive variasjon innenfor hele den adresserte variasjonsbredden, automatisk utløser at en ny hovedtype utskilles for endetrinnet. Slik kriteriet var formulert ville f.eks. alle tilfeller der en potensiell sLKM forklarer betydelig (men ikke vesentlig) variasjon i artssammensetning innenfor en variasjonsbredde langs en LKM der det finnes minst én LKM i kompleksvariabelgruppa som mister sin relevans på ekstremtrinnet (trinn 2) langs denne sLKM, utløse at dette trinnet skilles ut som egen hovedtype! Dette ville være svært u hensiktsmessig og stri mot formålet om at hovedtyper skal være breitt definerte, lett avgrensable enheter. (3) Kriterium 2, slik det var formulert i denne tidligere versjonen av NiN[2] Artikkel 1, er uklart. Dette kriteriet lyder: 'de samme økologiske prosessene (miljøstress og/eller forstyrrelse) skal være viktige gjennom hele hovedtypen'. Begge de to LKM som er aktuelle i dette eksemplet, KA og VT, er

miljøstressgradienter. Dermed er miljøstress viktig gjennom hele den sammenholdte hovedtypen. Men det er ikke de *samme* miljøstressgradientene som er viktige gjennom hele hovedtypen. Kriteriet må derfor presiseres slik at det går klart fram hvordan tilfeller med flere ulike LKM, som hører til samme kategori av strukturerende prosess, skal håndteres.

En løsning som fjerner uklarhetene i disse og sannsynligvis også de fleste andre tilfellene, er følgende: (1) De grunnleggende kriteriene gis forrang over tilleggskriteriene. (2) Uønsket fragmentering i mange hovedtyper som omfatter liten variasjon i miljøforhold og artssammensetning, unngås ved å endre kriterium 1 til krav om at hovedtyper skal ha en og samme *hovedkompleksmiljøvariabelgruppe*. (3) Kriterium 2 presiseres som følger: 'En og samme hovedtype kan omfatte grunntyper med vesentlig forskjellig artssammensetning dersom og bare dersom ett og samme sett av økologiske prosesser (miljøstress, regulerende forstyrrelse og/eller destabiliserende forstyrrelse) er viktige for å forklare variasjon gjennom hele hovedtypen.' (4) Kriterium 1 får et tillegg om at 'Når to hovedtypekandidater har samme hovedkompleksmiljøvariabelgruppe må hver av disse ha minst én tLKM som ikke deles av den andre hovedtypekandidaten for at de to skal skilles som separate hovedtyper.'

I praksis innebærer disse endringene at kravet til hovedtyper ble endret fra at enhver LKM som forklarer betydelig variasjon i artssammensetning kan gi opphav til egen hovedtype til at hovedtyper må karakteriseres av minst én LKM som gir opphav til *vesentlig variasjon* i artssammensetning (LKMer med gradientlengde > 3 ØAE, dvs. som omfatter 3 eller flere standardtrinn i den/de aktuelle hovedtypene). Denne løsningen har også en tilleggsgevinst ved at den iboende motsetningen mellom kravene 1 og 13 fjernes; både kriterium 1 og kriterium 13 adresserer *hovedkompleksvariabler* og stiller krav om vesentlig forskjell i artssammensetning. Dermed gjøres det helt klart at de mange tilfellene der LKMer har gradientlengde < 2 ØAE innenfor en hovedtype *ikke* skal gi opphav til egne grunntyper. Denne endringen av kriterium 1 er implementert i NiN[2] Artikkel 1. Presiseringen av kriterium 2 gjør dette kriteriet klarere, men forhindrer ikke at kriteriet kanskje blir overflødiggjort som selvstendig kriterium fordi meningsinnholdet er inkludert i det omformulerte kriterium 1 og i kriterium 3. Uansett, siden KA og VT begge uttrykker miljøstress, er dette kriteriet ikke til hinder for å slå sammen V~1 og V~3 til én hovedtype. Det er imidlertid heller ikke til hinder for å opprettholde to hovedtyper. Presiseringen av kriterium 1 gir grunnlag for å opprettholde V~3 som spesiell hovedtype forskjellig fra den normale hovedtypen V~3 av to grunner: (1) Fordi de to hovedtypene ikke har samme kompleksmiljøvariabelgruppe; KA er ikke relevant for V~3. (2) fordi V~3 har én tLKM som ikke deles av V~1 (VI) og V~1 har tre tLKM som ikke deles av V~3 (KA, KI og SA).

De foreslåtte endringene i kriteriene er tatt inn i kriteriesettet i NiN[2] Artikkel 1: Vedlegg 6 Tabell B (i tidligere versjoner av denne artikkelen fra og med 'e4' av NiN[2] Artikkel 1).

Hypotese B01–H2b ble ikke bekreftet av analysene, men den beregnede gradientlengden (4,73 ØAE) er så nær kravet til inndeling i 5 trinn, som det er en viss tradisjon for i fennoskandisk vegetasjonsøkologi (Malmer 1962, R. Økland 1989a), at den endelige vurderingen av denne hypotesen burde bygge på analyse av flere og mer fullstendige datasett. Slike datasett er sammenstilt, og analysene av disse er dokumentert i kapitlene B9–B12. En inndeling av TV i 4 datasettspesifikke trinn vil måtte innebære splitting av nedre tuenivå, hvilket vil være svært uheldig da det vil skjule den kanskje skarpeste grensa i myrvegetasjonen; den nedre grensa for røsslyng (*Calluna vulgaris*) i sterkt torvproduserende systemer (Malmer 1962).

B1e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B01 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinninndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

A1 Til tross for at sammenliknbare naturtypekandidater innenfor V~1 Åpen jordvannsmyr og V~3 Nedbørsmyr ikke har vesentlig forskjellig artssammensetning, gir forskjeller i kompleksvariabelgruppene grunnlag for å opprettholde to hovedtyper

B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM

B1 Kalkinnhold (KA) deles i 5 dtsT med 9 dtsbT i V~1; det er behov for justering av trinn grenser (se Fig. B1–3a)

B2 Tørrleggingsvarighet (TV) deles i 5 dtsT i V~1 og 4–5 dtsT i V~3, med 7 dtsbT (se Fig. B1–3b,c)

B3 Vanntilførsel (VT) deles i to dtsK for (A) geogen og (B) ombrogen vanntilførsel

Konsekvenser for grunntypeinndeling

C1 I V~1 Åpen jordvannsmyr er det verken grunnlag for å opprettholde egne grunntyper (a) for TV(5) høyt tuenivå for KA(2–5), eller (b) for KA(4) og KA(5) & TV(4)

Tabell B1–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B01.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	V~1 Åpen jordvannsmyr; V~3 Regnvannsmyr
1B	LKM som ikke blir adressert	I kjerne-datasettet blir MF (myrflatepreg) holdt konstant (bare trinn MF*3 myrflate blir adressert)
1C	LKM som blir adressert	Vanntilførsel (VT); #1/ *1 jordvannstilførsel; #2/ *2 tilførsel bare av regnvann Kalkinnhold (KA); #1/ *1 svært kalkfattig ('ekstremfattig'); #2/ *2 middels kalkfattig; #3/ *3 intermediær; #4/ *4 middels kalkrik; #5/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik') Tørreleggingsvarighet (TV); #1/ *3A mykmatte; #2/ *3B nedre fastmatte; #3/ *4 øvre fastmatte; #4/ *5 nedre tuenivå; #5/ *6 øvre tuenivå (bare for VT#2 og kombinasjonen VT#1&KA#1)
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN-SB (tilgrensende ca. halvdel av BN og SB)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Den kontinentale halvdel av O1 og tilgrensende deler av OC
2C	Geografisk område	Først og fremst Indre Østfold (Aremark, Marker, Rømskog og tilgrensende kommuner i Østfold og Akershus (Setskog og Søndre Høland sogn i Aurskog-Høland kommune), med sideblikk på variasjonen i tilgrensende deler av SV Värmland og i tilsvarende bioklimatiske soner og seksjoner på Sør-Østlandet (Nedre Buskerud, Akershus, Oslo, Sør-Oppland, Sør-Hedmark)
2D	Tilstandsvariasjon	Naturtilstand
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot120e3 er lagt til grunn. Grensa mellom VT#1 og VT#2 svarer til grensa mellom 'KA1' (ombrogen) og 'KA2' (kalkfattig) i NiN 1. Grensa er satt mellom sikkert ombrogne områder og områder med svak påvirkning av jordvann, det vil si med strengere krav til reint ombrogen vanntilførsel enn det som er vanlig, i hvert fall i Norge (jf. lister med indikatorarter for geogent vann hos Moen (1990) og Fremstad (1997); se R. Økland (1989a). Inndelingen av KA i 5 trinn følger NiN 1 (trinn fra 'KA2' til og med 'KA6'), i tråd med tradisjonen i Fennoskandisk myrvitenskap (f.eks. Sjörs 1948, Du Rietz 1949, Fransson 1972, R. Økland 1989, Moen 1990). Inndelingen av TV i fem trinn følger Malmer (1962) og R. Økland (1989a), og representerer en oppdeling av hvert av NiN 1-trinnene 'VM-A3' tuenivå og 'VM-A4' fastmatte i to trinn.
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B1–1.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala (standardisert generalisert artslistedatasett)
6B	Dominansindikator	Dekning

Tabell B1–1 (forts.)		
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(b) Enkeltpolygoner, med anslått medianstørrelse = 5 m ² . De vegetasjonsøkologiske undersøkelsene som ligger til grunn for artslistene gjør bruk av ruteanalyser á 0,25 m ² som, dersom de er plassert subjektivt, er plassert i serier av ca. 5 ruter (ruter i samme serie skulle ikke plasseres i samme mosaikkfigur). Fransson (1972) spredte sine ruter utover hele myrer (jf. s. 19), mens subjektivt plasserte ruter i R. Økland (1989a) ble plassert i bestander med størrelse oppad begrenset til 400 m ² (s. 20). Gitt at mange arter ofte har en viss grad av tilfeldig fordeling både innenfor og mellom myrer (se R. Økland 1989a, 1989b), også de vanlige artene, er det lagt til grunn at artenes konstans (forekomstfrekvens i et utvalg observasjonsenheter) er litt lavere enn deres konstans i ruteserier fordi hensikten med den subjektive plasseringen av ruter i ruteserier nettopp var å fange opp den typiske artssammensetningen for den aktuelle naturtypen!
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer, (a2) moser og lav
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetssindeksen A	A = 0,9; myrkant- og fastmarksarter som forekommer med tilfeldig på åpen myrflate er ikke inkludert. Artslista omfatter 192 arter (79 karplanter, 25 levermoser, 63 bladmoser og 25 lav)
B	Angi toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	4 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Rangert etter tillagt vekt: Halvorsen (1977), R. Økland (1989a), Fransson (1972), Moen (1990). Fra Moen (1990) er brukt Tabeller 8.2.1 og 8.2.3 (som oppsummerer informasjon fra Sølendet samt øvrig variasjon i mellom- og nordboreale soner med hovedvekt på Midt-Norge), til dels også Appendiks C: Tabeller 8–12; alt korrigert for regionale forskjeller av Rune Halvorsen
B	Artsliste sammenstilt av:	Rune Halvorsen (egne observasjoner først og fremst 1976–1983 i Indre Østfold og tilgrensende deler av Akershus, samt observasjoner av artssammensetning på ekstremrik myr i hele det adresserte geografiske området)

3 TV	#5/ *6 øvre tuenivå	05 [2×5]	10 [115]	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet
	#4/ *5 nedre tuenivå	04 [2×4]	09 [114]	14 [124]	18 [134]	22 [144]	26 [154]
	#3/ *4 øvre fastmatte	03 [2×3]	08 [113]	13 [123]	17 [133]	21 [143]	25 [153]
	#2/ *3B nedre fastmatte	02 [2×2]	07 [112]	12 [122]	16 [132]	20 [142]	24 [152]
	#1/ *3A mykmatte	01 [2×1]	06 [111]	11 [121]	15 [131]	19 [141]	23 [151]
			#1/ *1 svært kalkfattig	#2/ *2 middels kalkfattig	#3 / *3 intermediær	#4/ *4 middels kalkrik	#5/ *5 svært kalkrik
			2 KA				
		#2/*2 ombrogen	#1/*1 geogen				
			1 VT				

Fig. B1–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene B01–H1 og B01–H2, som adresseres gjennom analyse av datasettet B01. Hver celle i digrammet representerer en naturtypekandidat (karakteristisk trinnkombinasjon), representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer (fra 01 til 26) og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn #1, #2 etc. langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen VT, KA, TV, i hakeparenteser). Grønnfargete celler markerer hovedtype V~1 Grunnvannsmyr (jf. hypotese L01–H2), gulfargete celler markerer V~3 Regnvannsmyr.

[illegible]

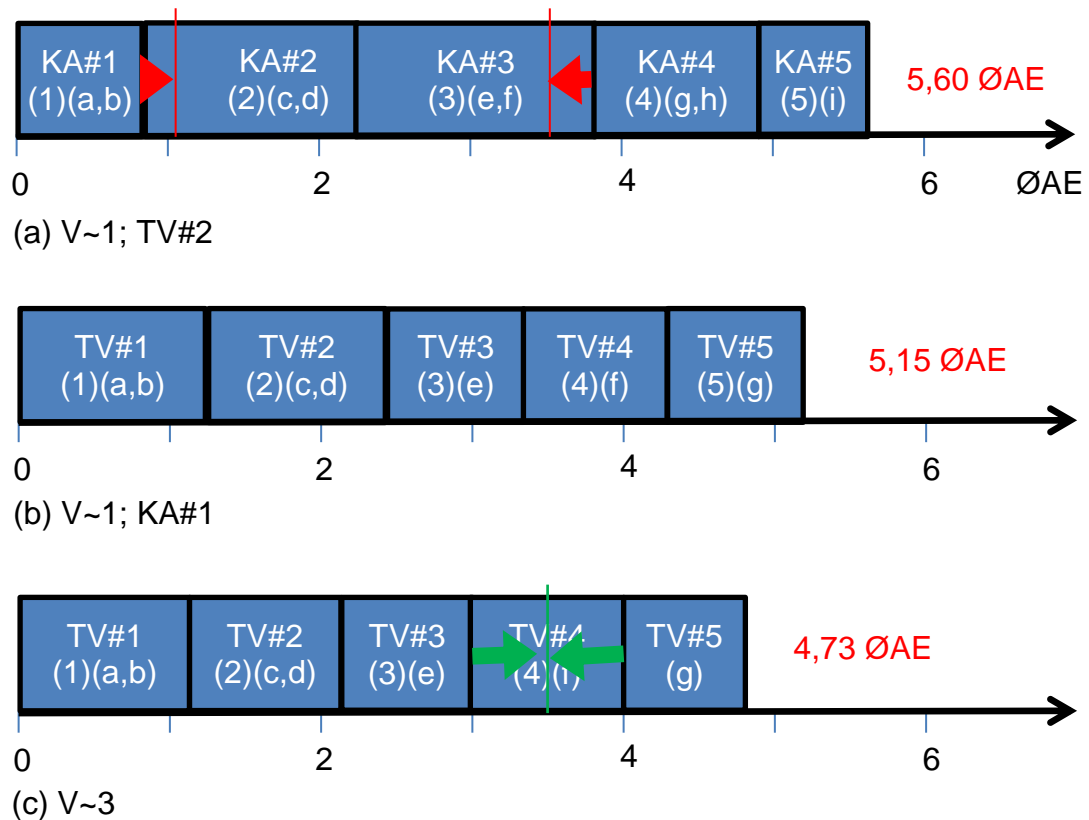


Fig. B1–3. Datasett B01: Fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for viktige LKM. (a) Kalkinnhold (KA) i V~1 Åpen jordvannsmyr; (b) Tørrelggsvarighet (TV) i V~1; (c) TV i V~3 Nedbørsmyr. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesen) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Røde piler og røde loddrette linjer antyder behov for justering av trinn grenser. Grønn linje i (c) angir justert trinn grense ved eventuell oppdeling i fire trinn. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE).

2 TV	(5)/#5/*6 øvre tuenivå (basistrinn h)							
	(4)/#4/*5 nedre tuenivå (basistrinn g)							
	(3)/#3/*4 øvre fastmatte (basistrinn ef)							
	(2)/#2/*3B nedre fastmatte (basistrinn cd)							
	(1)/#1/*3A mykmatte (basistrinn ab)							
		(1)/#1/*1 svært kalkfattig (basistrinn ab)	(2)/#2*2 middels kalkfattig (basistrinn cd)	(3)/#3*3 internediær (basistrinn ef)	(4)/#4/*4 kalkrik (basistrinn gh)	(5)/#5/*5 svært kalkrik (basistrinn i)		
		1 KA						

Fig. B1–4. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidat V~1 åpen jordvannsmyr på grunnlag av LKM kalkinnhold (KA) og tørrleggingsvarighet (TV), hver i 5 datasettspesifikke trinn (trinnene er angitt (1), (2) etc.). Tilsvarende kandidattrinns i den testete naturtypehypotesen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert av standardtrinnene som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i basistrinn vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Oransje felter med rød pil indikerer trinnkombinasjoner som på grunn av tilleggskriterium 6 for grunntypeinndeling (se NiN[2] Artikkel 1: kap. B4c og Fig. B4–2) ikke skal utgjøre egne grunntyper.

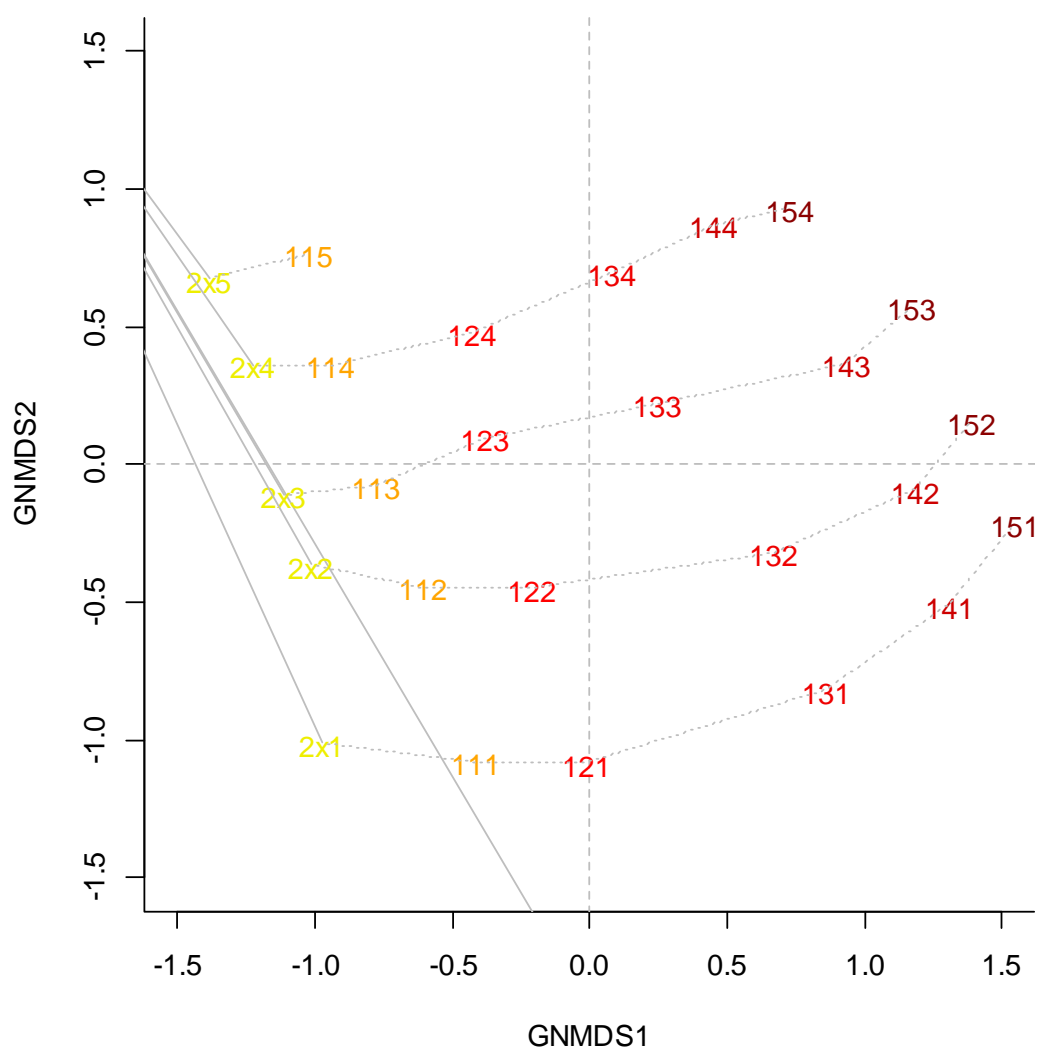


Fig. B1–5. GNMDS-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B01. Naturtypene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen VT, KA, TV; se Fig. B1–1). Gul tekstfarge er brukt for VT#2 (ombrogen myr), mens rødfarger fra bleikrød til svart angir økende trinn langs kalkinnhold (KA). Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for TV, fra VT#2 til VT#1&KA#1 og dernest gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE..

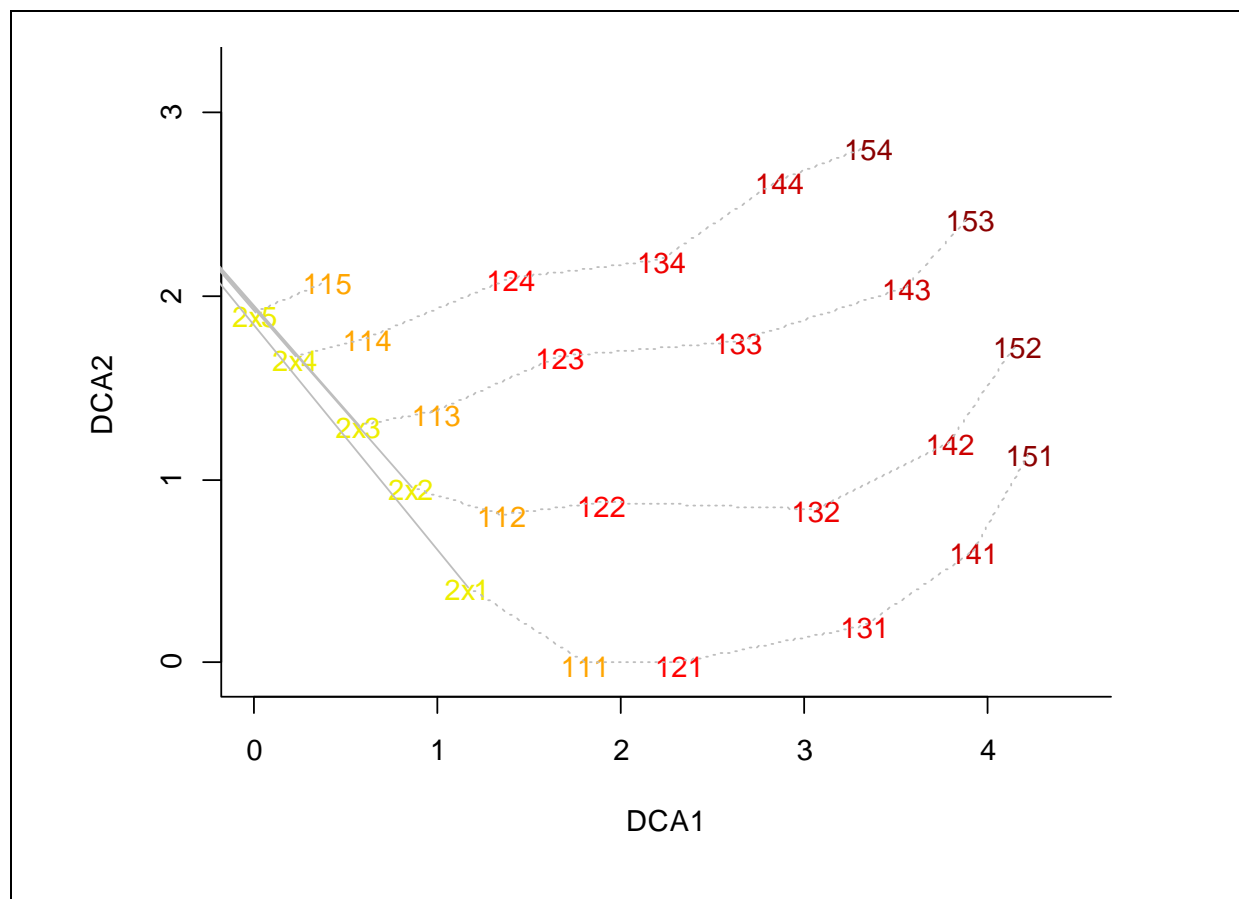


Fig. B1–6. DCA-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B01. Naturtypene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen VT, KA, TV; se Fig. B1–1). Gul tekstfarge er brukt for VT2 (ombrogen myr), mens rødfarger fra bleikrød til svart angir økende trinn langs kalkinnhold (KA). Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for TV, fra VT#2 til VT#1&KA#1 og dernest gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.

2 TV	(5)/ #5/ *6 øvre tuenivå (basistrinn h)						
	(4)/ #4/ *5 nedre tuenivå (basistrinn g)						
	(3)/ #3/ *4 øvre fastmatte (basistrinn ef)						
	(2)/ #2/ *3B nedre fastmatte (basistrinn cd)						
	(1)/ #1/ *3A mykmatte (basistrinn ab)						
		(1)/ #1/ *1 svært kalkfattig (basistrinn ab)	(2)/ #2/ *2 middels kalkfattig (basistrinn cd)	(3)/ #3/ *3 internediær (basistrinn ef)	(4)/ #4/ *4 kalkrik (basistrinn gh)	(5)/ #5/ *5 svært kalkrik (basistrinn i)	
		1 KA					

Fig. B1–7. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidat V~1 åpen jordvannsmyr på grunnlag av LKM kalkinnhold (KA) og tørrleggingsvarighet (TV) som hver er inndelt i 5 datasettspesifikke trinn (dtsT) for datasett B01 (trinn angitt (1), (2) etc.). Tilsvarende kandidattrinns i den testete naturtypehypotesen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Oransje felter med rød pil indikerer trinnkombinasjoner som på grunn av tilleggskriterium 6 for grunntypeinndeling (se NiN[2] Artikkel 2: kap. B4c og Fig. B4–2) ikke skal utgjøre egne grunntyper.

B2 Datasett B02: Krepsdyr i sirkulerende vannmasser

Rune Halvorsen og Bjørn Walseng

B2a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B02 inneholder artslister for krepsdyrplankton i hovedtype-kandidat F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser i Framlegg 3 (NiNnot124e3) til naturtypeinndeling på natursystem-nivået. Datasettet ble sammenstilt av Bjørn Walseng i mars–mai 2014 på grunnlag av observasjoner av krepsdyrplankton i deler av et materiale som totalt omfatter ca. 3100 innsjøer. Analysene ble utført av Rune Halvorsen i oktober 2014. Metadata for B02 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B2–1. B02 inneholder 19 artslister med til sammen 30 arter av planktoniske krepsdyr (Arthropoda: Crustacea). På grunn av lett observerbare regionale forskjeller i artssammensetning ble de 19 artslistene fordelt på to geografiske deldatasett, (A) Boreonemoral sone på Østlandet (Østfold, Vestfold, Akershus, Oslo og tilgrensende deler av Buskerud, Oppland og Hedmark), det vil si lavlandsområdene under marin grense ca. 200 m, 9 lister, og (B) Sørboreal sone, lavereliggende deler, samme fylker som A i høgdelaget 200–350 m.o.h., 10 lister. Hver av de to dellingene utgjør et kjernedatasett (betegnet henholdsvis B02A og B02B), som adresserer parallelle naturtypeinndelingshypoteser.

Framlegg 3 til inndeling av F~2 i grunntyper foreslår en oppdeling på grunnlag av to hLKM, kalkinnhold (KA) og størrelsesrelatert miljøvariasjon (i vannsystemer) (SM) og to tLKM, humusinnhold (HU) og turbiditet (TU). Innledende analyser av dataene (B. Walseng pers. medd.) indikerte at det ikke finnes systematisk variasjon i krepsdyrartssammensetning relatert til SM, bortsett fra en viss artsuttynning mot svært små innsjøer (dammer) med mindre areal enn ca. 100 m² (grense mellom SM*5 og SM*6; se NiNnot124e3). Datasett B02 inneholder derfor bare innsjøer > 0,01 km² (som grovt sett svarer til grensa mellom SM*4 og SM*5), slik at størrelse ikke skal skape heterogenitet i materialet. Datamaterialet inneholder ikke artslister for TU*2 turbide innsjøer. God fordeling av innsjøene i grunnlagsdataene langs HU gir imidlertid grunnlag for testing av en mer detaljert naturtypehypotese enn en simpel todeling av HU. Følgende fullstendige naturtypehypoteser er derfor testet:

B02–H1 (kat. 1): (a) KA og HU inngår i hovedkompleksvariabelgruppa for F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser, og (b) datamaterialet fra boreonemoral sone gir grunnlag for oppdeling av variasjonsbredden fra svært kalkfattig til kalkrik innenfor KA, og av HU, i 3 datasettspesifikke trinn.

B02–H2 (kat. 1): (a) KA og HU inngår i hovedkompleksvariabelgruppa for F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser, og (b) datamaterialet fra sørboreal sone gir grunnlag for oppdeling av variasjonsbredden fra svært kalkfattig til svært kalkrik innenfor KA, og av HU, i henholdsvis 4 og 3 datasettspesifikke trinn.

KA#4 (= KA*5) svært kalkrik er bare realisert i deldatasett B og i kombinasjon med HU#3 (= HU*2B) humøs. Det er derfor ingen motsetning mellom de to naturtypehypotesene, som er fullstendige naturtypeinndelingshypoteser for hvert sitt deldatasett. Fig. B2–1 illustrerer de to naturtypeinndelingshypotesene B02–H1 og B02–H2.

B2b Resultater og tolkning: Deldatasett B02A

I deldatasett B02A varierte den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater for endetrinn langs KA, gitt samme HU-trinn, mellom 1.432 og 1.714 ØAE, mens den økologiske avstanden mellom endeklasser langs HU, gitt samme KA-trinn, var under 1 ØAE for svært kalkfattige (KA#1) og middels kalkfattige (KA#2) sjøer (henholdsvis 0,821 og 0,936 ØAE), men over 1 ØAE (1,433 ØAE) for kalkrike sjøer. Sammenlikning mellom svært kalkfattige og middels kalkfattige innsjøer viser at den økologiske avstanden avtok med økende humusinnhold (dvs. at svært kalkfattige og middels kalkfattige svært humøse innsjøer hadde mer lik artssammensetning enn svært kalkfattige og middels kalkfattige klare sjøer). For middels kalkfattige og kalkrike innsjøer var det imidlertid omvendt; artssammensetningen var mer lik i klare enn i svært humøse innsjøer.

De seks seriene av naturtypekandidater for variasjon langs én LKM mens den andre holdes konstant (fargete celler i Fig. B2–2) viser uten unntak at beregnede økologiske avstander i dette datasettet ikke er additive. For alle de seks seriene er summen av ØAE for nabotrikk høyere enn den direkte beregnede avstanden mellom endetrinne. Mest utpreget er dette for svært humøse innsjøer, der $\text{ØA}(\text{KA}\#1, \text{KA}\#2) + \text{ØA}(\text{KA}\#2, \text{KA}\#3) = 0,866 + 1,020 = 1,886 \gg \text{ØA}(\text{KA}\#1, \text{KA}\#3) = 1,432$ ØAE. Verdien for ikke-linearitetsparameteren $u = 0,45$, indikerer at graden av generalisering i artslistedatasett B02A ikke er optimal, det vil si at datasettet også gjenspeiler datasett-spesifikke egenskaper..

GNMDS- og DCA-ordinasjonene (Fig. B2–3,4) av de 9 artslistene i delsett B02A bekrefter hverandre delvis. GNMDS-ordinasjonsakse 1 ble utvetydig bekreftet av den parallelle DCA-ordinasjonen; Kendall's τ mellom par av førsteakser var 0,889 ($P = 0,0002$, $n = 9$), mens andreaksene var mindre sterkt korrelert (Kendall's $\tau = 0,556$, $P = 0,0446$, $n = 9$). Dette kan, i hvert fall delvis, skyldes en tungeeffekt i DCA mot venstre. At forskjellen i skårer langs DCA-akse 2 mellom naturtypekandidater for ulike HU-trinn for KA 1 er mye mindre enn artssammensetningsulikhetene i Fig. B2–2 (og plasseringen langs GNMDS-aksene i Fig. B2) skulle tilsi, indikerer at denne tungeeffekten er en artifakt ved metoden. Denne artifakten opptrer sannsynligvis fordi artslistedatasettet inneholder for få artslister til at metoden fungerer (jf. NiN[2] Artikkel 2, kap. V3).

Begge ordinasjonsmetodene fordelte naturtypekandidatene langs akse 1 etter økende kalkinnhold, med ett unntak: plasseringen av svært humøse, kalkrike sjøer indikerte at artssammensetningen i disse var mye mer lik artssammensetningen i svært kalkfattige innsjøer enn artssammensetningen i innsjøer som er mindre humøse og har tilsvarende kalkinnhold. Denne tendensen forsterket seg fra middels kalkfattige innsjøer til kalkrike innsjøer. Den kalkrike, svært humøse naturtypekandidaten utmerket seg i begge ordinasjoner ved avvikende plassering langs GNMDS-akse 2. Begge ordinasjonene viser dessuten at variasjonen langs de to aktuelle LKM, KA og HU, ikke er helt uavhengig; fordelingen av artslistene i ordinasjonsrommene stemmer bare til en viss grad overens med den forventete, rektangulære gradientstrukturen i Fig. B2–1.

Akselengder for ordinasjonsaksene 1 og 2 var henholdsvis 0,75 og 0,47 H.C.-enheter i GNMDS og 1,17 og 0,77 S.D.-enheter i DCA. DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0.1311 og 0.0430. Gradientlengder for hele variasjonsbredden langs hver LKM, beregnet direkte på grunnlag av korrigerte artssammensetningsulikheter mellom sammenliknbare naturtypekandidater for de seriene av henholdsvis KA og HU (dvs. uten variasjon langs øvrige LKM) der artssammensetningsvariasjonen var størst, var $\mathbf{x}_g = 1,96$ ØAE for KA (HU#2; $u = 0,24$) og $\mathbf{x}_g = 1,79$ ØAE ($u = 0,09$) for langs HU (Fig. B2–5). Det knytter seg imidlertid en viss usikkerhet til oppdelingen av KA på grunn av ikke-linearitet, og de estimerte gradientlengdene er like oppunder grenseverdien på 2 ØAE som utløser oppdeling i to trinn.

Føreløpig indikerer imidlertid resultatene en tentativ oppdeling av både KA og HU i 2 datasettspesifikke trinn, med henholdsvis 2 o 3 datasettspesifikke basistrinn.

B2c Resultater og tolkning: Deldatasett B02B

I deldatasett B02B varierte den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater for KA#1 og KA#3, gitt samme HU-trinn, mellom 1.078 for HU#1 og 1.818 ØAE for HU#3, mens den økologiske avstanden mellom endetrinn langs HU, gitt samme KA-trinn, var 2,291 ØAE for svært kalkfattige sjøer (KA#1) og < 1 ØAE for middels kalkfattige (KA#2) og kalkrike (KA#3) sjøer (henholdsvis 0,897 og 0,632 ØAE). Svært kalkrike innsjøer (KA#4), som er representert i deldatasett B01B med humøse sjøer (HU#2), skilte seg med nesten 1 ØAE fra den eneste tilsvarende naturtypekandidaten i materialet (kalkrikt humøst vann; KA#3&HU#2), men likevel bare 1,818 ØAE fra svært kalkfattige humøse sjøer. Mens kalkrike humøse innsjøer pekte seg ut som de mest distinkte med hensyn til artssammensetning i deldatasett B02A, var svært kalkfattige humøse innsjøer mest distinkt forskjellig fra andre naturtypekandidater i deldatasett B02B.

Liksom i deldatasett 02A var beregnede økologiske avstander innenfor hver av de seks seriene av naturtypekandidater for variasjon langs én LKM, den andre holdt konstant (se fargete celler i Fig. B02–6), ikke additive. For alle de seks seriene bortsett fra serien for variasjon i humusinnhold innenfor svært kalkfattige innsjøer (KA#1), der $\text{ØA}(\text{HU}\#1, \text{HU}\#2) + \text{ØA}(\text{HU}\#2, \text{HU}\#3) = 0,783 + 1,508 = \text{ØA}(\text{HU}\#1, \text{HU}\#3) = 2,291$ ($u = 0$), var summen av ØAE for nabotrinn høyere enn den direkte beregnede avstanden mellom ekstremtrinnene. Mest utpreget var dette for serien av humøse innsjøer (HU# 2) fra svært kalkfattig til svært kalkrik, der $\text{ØA}(\text{KA}\#1, \text{KA}\#2) + \text{ØA}(\text{KA}\#2, \text{KA}\#3) + \text{ØA}(\text{KA}\#3, \text{KA}\#4) = 1,045 + 0,661 + 0,989 = 2,695 \gg \text{ØA}(\text{KA}\#1, \text{KA}\#4) = 1,818$ ØAE ($u = 0,43$). Dette indikerer at heller ikke deldatasett B02B er et fullt ut generalisert artslistedatasett, og også dette deldatasettet gjenspeiler datasett- spesifikke egenskaper, med de konsekvenser det får for tolkning av analyseresultatene (se kapitler B2b og B2d).

GNMDS- og DCA-ordinasjonene (Fig. B2–7,8) av de 10 artslistene i delsett B02B bekrefter hverandre langt på veg, med unntak for at de ikke identifiserer samme LKM som den viktigste. GNMDS-ordinasjonsakse 1 ble bekreftet av akse 2 i DCA-ordinasjonen (Kendall's $\tau = 0,8222$, $P = 0,0003$, $n = 10$), GNMDS 2 av DCA 1 (Kendall's $\tau = 0,7778$, $P = 0,0009$, $n = 10$). Liksom for deldatasett B02A hadde DCA-ordinasjonen en tydelig tungeeffekt, men denne gangen mot høyre (kommer til uttrykk som mye mindre forskjell i skårer langs DCA-akse 2 mellom naturtypekandidater for ulike HU-trinn for KA#2 og KA#3 enn for KA#1). Artssammensetningsulikhetene i Fig. B2–5 og plasseringen langs GNMDS-aksene i Fig. B2–6 indikerer imidlertid at dette mønsteret i stor grad gjenspeiler reelle datasettegenskaper.

GNMDS-ordinasjonen identifiserte HU som den viktigste av de to LKMene, som kom til uttrykk langs førsteaksen. Fig. B2–7 viser at dette først og fremst skyldes den svært avvikende artssammensetningen i svært humøse, svært kalkfattige innsjøer (KA#1&HU#3). Artslistedatasettet avslører at denne naturtypekandidaten skiller seg fra de andre naturtypekandidatene ved ikke å ha høyere mengdeverdier enn 3 for noen arter. For krepsdyrplankton representerer derfor variasjonen i retning trinnkombinasjonen '13' et første steg på en artsuttynningsgradient for denne artsgruppa i retning spesielt ugunstige levesteder med svært lavt kalkinnhold og svært høyt humusinnhold. Også DCA-ordinasjonen identifiserte '13' som en artsliste med tendens til isolert plassering langs de viktigste artssammensetningsgradientene, men langs akse 2 og ikke langs akse 1 (Fig. B2–7). DCA-ordinasjonen identifiserte KA som den viktigste av de to LKMene, og analyseresultatene

antydning, i overensstemmelse med beregningene av økologiske avstander i Fig. B2–5 og fordelingen av naturtypekandidater langs GNMDS-akse 2, at den største forskjellen i artssammensetning langs KA finner sted mellom KA#1 og KA#2 og mellom KA#3 og KA#4. Begge ordinasjonsmetodene viste også at høyt humusinnhold har større innvirkning på krepsdyrartssammensetningen i svært kalkfattige innsjøer enn i innsjøer med mer kalkrikt vann, og at det er relativt liten variasjon i artssammensetning mellom middels kalkfattige og (middels) kalkrike innsjøer, uavhengig av humusinnhold.

Akselengdene for aksene 1 og 2 var henholdsvis 1,06 og 0,72 H.C.-enheter i GNMDS og 0,90 og 1,00 S.D.-enheter for de samsvarende aksene i DCA (DCA-akser 2 og 1). DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0,0359 og 0,0892. Gradientlengdeestimatene for variasjon relatert til HU stemmer dermed dårlig overens med hverandre; i NiN[2] Artikkel 2, kap. V3 blir det antydning at 1 H.C.-enhet \approx 1,3 S.D.-enheter \approx 2,0 ØAE, mens akselengden langs DCA-akse 2 målt i S.D.-enheter er mindre enn langs GNMDS-akse 1 målt i H.C.-enheter. En sammenlikning av artssammensetningsulikheten $\Delta A(KA1 \& HU1, KA1 \& HU3) = 2,291$ (Fig. B2–5) med gradientlengdeestimatene fra ordinasjonene viser god overensstemmelse med GNMDS og antyder at DCA ‘flater ut’ variasjon langs akse 2 relatert til HU. Akselengder og punktkonfigurasjon i DCA-ordinasjoner basert på datasett med få observasjonseenheter må derfor tolkes med varsomhet.

Gradientlengder for hele variasjonsbredden langs hver LKM, beregnet direkte på grunnlag av artssammensetningsulikheter mellom sammenliknbare naturtypekandidater for de seriene av henholdsvis KA og HU (dvs. uten variasjon langs øvrige LKM) der artssammensetningsvariasjonen var størst, var $x_g = 1,75$ ØAE for KA (gfra KA#1 til KA#4 for HU#2) og $x_g = 3,05$ ØAE langs HU (for KA#1) (Fig. B2–5). Ordinasjonsresultatene og den avvikende artssammensetningen i naturtypekandidaten for KA#1&HU#3 indikerer imidlertid at gradientlengdeestimatet for HU er urealistisk høyt, og bør justeres til mellom 2,2 og 2,5 ØAE, noe som indikerer oppdeling av HU i 2 datasettspesifikke trinn med 3 datasettspesifikke basistrinn. Ordinasjonsresultatene understøtter at KA ikke trinndeles, men deles i 2 datasettspesifikke basistrinn.

B2d Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

De viktigste resultatene av analysene er:

1. Ingen av de to deldatasettene støtter fullt ut opp under de respektive naturtypeinndelingshypotesene; analyser av begge deldatasett indikerer færre standardtrinn langs de to LKMene KA og HU basert på krepsdyrartssammensetning enn naturtypehypotesene antyder.
2. Begge deldatasettene har egenskaper som indikerer at artslistene i B02 ikke fullt ut tilfredsstiller kravene til generaliserte artslister, men at de også uttrykker datasettspesifikke egenskaper ved artenes fordeling på naturtypekandidatene.
3. DCA- og GNMDS-ordinasjonene bekrefter hverandre langt på veg, men for begge datasettene viser DCA-ordinasjonene mønstre som avviker fra den strukturen som indikeres av artssammensetningsulikhetene og GNMDS-ordinasjonen. To typer avvik er identifisert:
 - a. Den velkjente tungeeffekten, som sannsynligvis er en artifakt som opptrer fordi metoden ikke takler datasett med få observasjoner.
 - b. En tendens til at variasjon ‘flates ut’ langs aksene, det vil si at enkelte DCA-akser får en urealistisk lav akselengde sammenliknet med den GNMDS-aksen

som uttrykker variasjon langs samme underliggende LKM (og sammenliknet med beregnede artssammensetningsulikheter).

Det er viktig å identifisere disse tilfellene (og eventuelle andre avvik) slik at de DCA-ordinasjonene dette gjelder ikke tillegges vekt for diskusjonen av trinndeling og typeinndeling.

Analysene av deldatasett B02B indikerer at variasjonen i krepsdyrartssammensetning i frie vannmasser i sørboreal sone ikke gir entydig grunnlag for oppdeling av variasjonsbredden langs KA fra KA#1 til KA#4 i mer enn 2, kanskje 3, datasettspesifikke basistrinn innenfor ett og samme trinn. Grensa mellom basistrinnene bør i så fall trekkes mellom KA#2 og KA#3 (det vil si mellom KA*2 middels kalkfattig og KA*3 intermediær). Analysene av deldatasett B02A indikerer imidlertid at variasjonen langs KA fra KA#1 til KA#3 er noe større i boreonemoral sone enn i sørboreal sone. Dersom vi legger ulikheten mellom naturtypekandidatene for KA#3 og KA#4 (&HU#2) i sørboreal sone, som etter korreksjon for ikke-linearitet er ca. 0,4 ØAE, til den estimerte gradientlengden for KA fra KA#1 til KA#3 (også for HU#2) i boreonemoral sone, blir variasjonen mellom sammenliknbare naturtypekandidater langs KA fra KA#1 til KA#4 $x_g = \text{ca. } 2,4 \text{ ØAE}$, og overskrider klart 2 ØAE som betinger en oppdeling i to datasettspesifikke trinn. Trinngrensa skal da trekkes mellom KA#2 og KA#3, og en oppdeling av hvert trinn i to datasettspesifikke basistrinn svarende omtrent til inndelingen i kandidattrinn #1 og #2, og #3 og #4..

Analysen av begge datasett indikerer at variasjonen langs HU skal deles i to datasettspesifikke trinn (analysene av deldatasett B02B kan indikere en ytterligere oppdeling nær den humusrike enden av denne LKM-en, men siden den svært kalkfattige, svært humøse typen (KA#1&HU#3) representerer en artsuttynnings situasjon, skal det gjennomføres en konservativ trinndeling; se NiN[2] Artikkel 2: kapittel B2). Dette tilsier en oppdeling i to datasettspesifikke trinn som vist i Fig. B2–5d. Analysene av de to deldatasettene viser entydig at det svært humøse trinnet HU#3 skiller seg mest ut fra resten, slik at grensa mellom trinnene trekkes mellom HU#2 og HU#3, eventuelt ved oppdeling av HU#2. Videre viser analysene at det med unntak for kalkrike innsjøer i sørboreal sone er tilstrekkelig forskjell mellom HU#1 og HU#2 til at disse representerer basistrinn. Den konsensusinndelingen i datasettspesifikke trinn og tentative grunntyper som får best støtte av analysene av datasett B02, er vist i Fig. B2–9.

Denne inndelingen identifiserer KA og HU som tilleggsmiljøvariabler for F~2.

Krepsdyrplankton skal ikke alene bestemme hvordan hovedtype-kandidaten F~2 sirkulerende innsjø-vannmasser skal deles videre inn i grunntyper (og LKM-ene KA og HU skal trinndeles). Ifølge NiN[2] Artikkel 2: Tabell B1–2 skal de to hovedgruppene primærprodusenter (hovedsakelig planteplankton) og vannmassetilknyttet fauna (som inkluderer mange andre artsgrupper enn krepsdyr) ha like stor vekt ved den endelige typeinndelingen. Det er rimelig å anta at organismenes habitatspesifisitet blir mindre og mindre, og deres toleranse overfor viktige LKM blir større og større, desto lengre opp i næringskjeden man kommer. En analyse av primærprodusentenes fordelingsmønstre vil derfor være et svært viktig ledd i arbeidet fram mot en grunntypeinndeling av hovedtypen, som en kontroll på om konsensusinndelingen basert på krepsdyrplankton i Fig. B2–9 resulterer i for grove typer. Det er indikasjoner på at organismer enda høyere oppe i næringskjeden, f. eks. fisk, har enda mindre habitatspesifikke fordelingsmønstre enn de vi finner for krepsdyr ved analyse av B02 (Sandlund et al. 2013, Å. Brabrand & T. Hesthagen, pers. medd.). Det taler i så fall for at grunntypeinndelingen av F~2 kan komme til å ligge relativt nær framlegget i Fig. B2–9. Analyser av variasjonsmønstre for flere artsgrupper er nødvendig for å lage en stabil grunntypeinndeling av F~2 sirkulerende innsjø-vannmasser.

B2e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

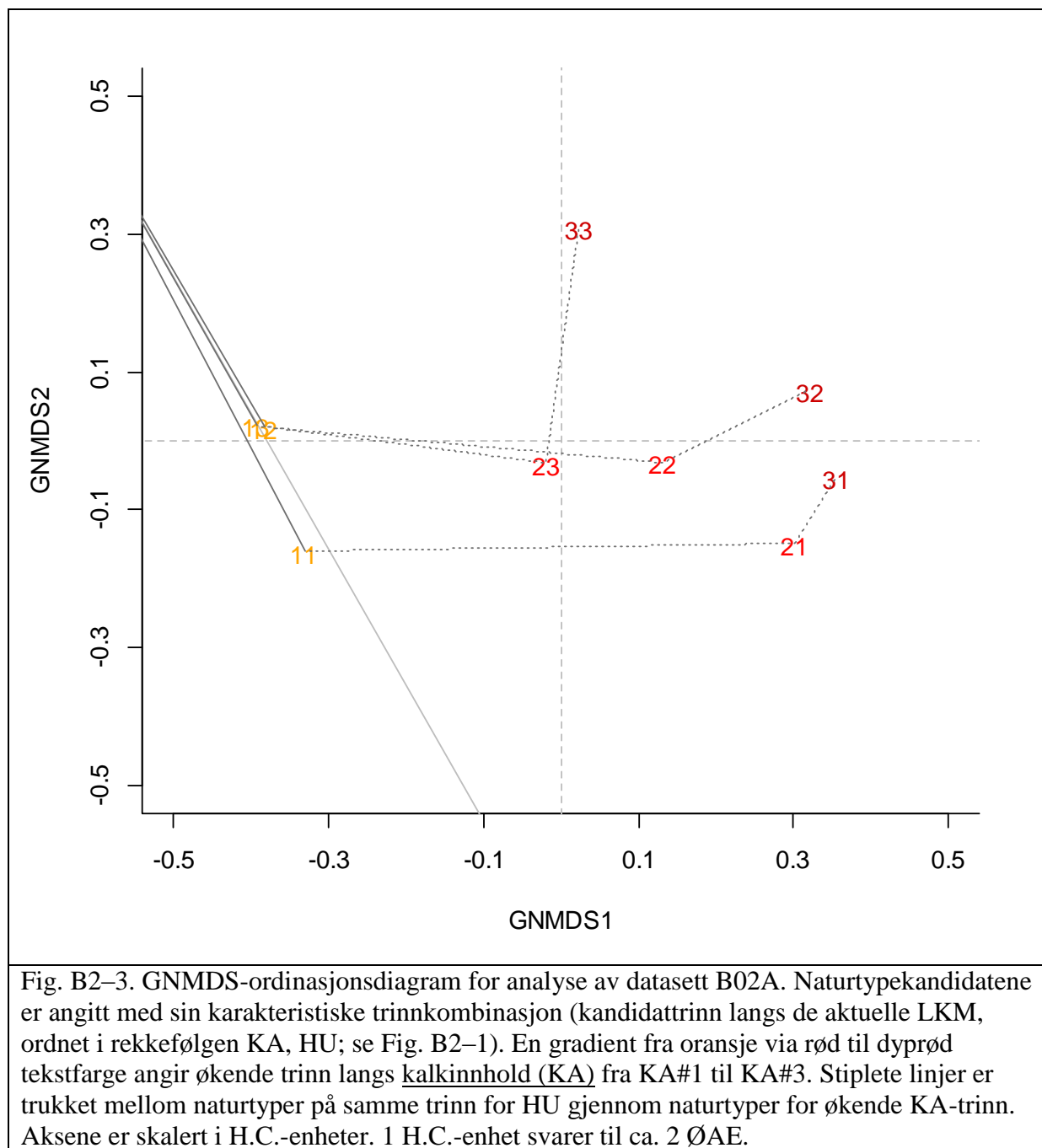
Analysene av datasett B02 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinninndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling Ingen
B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM I <u>F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser</u> deles B1 <u>Kalkinnhold (KA)</u> i 2 dssT med 4 dtsbT B2 <u>Humusinnhold (HU)</u> i 2 dtsT med 4 dtsbT
Konsekvenser for grunntypeinndeling C1 I <u>F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser</u> gir krepsdyrplankton grunnlag for å dele i 4 grunntyper på grunnlag av (tLKM) KA og HU

Tabell B2–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B02.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	<u>F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser</u>
1B	LKM som ikke blir adressert	<u>Størrelsesrelatert miljøvariabilitet (i vannsystemer) (SM)</u> ; artslistene representerer SM*1–4 (større enn 0,01 km ² og med største dybde > 3 m) <u>Turbiditet (TU)</u> ; alle artslistene representerer TU*1 ikke turbid
1C	LKM som blir adressert	<u>Kalkinnhold (KA)</u> ; #1/ *1 svært kalkfattig, (< 1 mg Ca/L); #2/ *2 middels kalkfattig, (1–4 mg Ca/L); #3/ *3–*4 intermedier og kalkrik (4–20 mg Ca/L); #4/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik'; > 20 mg Ca/L) <u>Humusinnhold (HU)</u> ; #1/ *1–2A 'klar' (< 30 mgPt/L el. < 5 mg TOC/L); #2/ *2B 'humøs' (30–90 mg Pt/L, 5–15 mg TOC/L); #3/ *3 'svært humøs' (> 90 mgPt/L el. > 15 mg TOC/L)
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	Inneholder to regionale deldatasett: (A) Boreonemoral sone på Østlandet (Østfold, Vestfold, Akershus, Oslo og tilgrensende deler av Buskerud, Oppland og Hedmark), det vil si lavlandsområdene under marin grense ca. 200 m (9 lister) (B) Sørboreal sone, lavereliggende deler, samme fylker som A, i høgdslaget 200–350 m.o.h. (10 lister)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Den kontinentale halvdel av O1 og tilgrensende deler av OC
2C	Geografisk område	Se punkt (2a)
2D	Tilstandsvariasjon	<u>Eutrofieringstilstand (EU)</u> , <u>Miljøgifter og annen forurensning (MG)</u> : Datasettet omfatter bare innsjøer som tilfredsstiller definisjonen av god miljøtilstand iht VRDs definisjon (Anonym 2013b), dvs. EU*1–3 (ubetydelig–svak)
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen andre kilder til variasjon er tatt i betraktning
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslistene for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3, med tilpasninger som grunnlagsmaterialet for datasettet gir mulighet for, er lagt til grunn.
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se punkt 1C og Fig. B2–1.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala (standardisert generalisert artslistedatasett)
6B	Dominansindikator	Biomasseandel
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(c) Volumenheter á 1 000 000 m ³
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(f) Dyreplankton: krepsdyr (Arthropoda: Crustacea)
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetssindeksen A	A = 0,9?
B	Angi toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	4 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Limnisk krepsdyrdatabase (B. Walseng, upubl. data), som er lagt til grunn for en rekke publikasjoner; samt Anonym (2013b)
B	Artsliste sammenstilt av:	Bjørn Walseng

2 HU	#3/ *3 svært humøs	03 [13]	06 [23]	09 [33]	ikke representert i datamaterialet
	#2/ *2B humøs	02 [12]	05 [22]	08 [32]	10 [42]
	#1/ *1-2A klar	01 [11]	04 [21]	07 [31]	ikke representert i datamaterialet
		#1/ *1 svært kalkfattig	#2/ *2 middels kalkfattig	#3/ *3-4 kalkrik	#4/ *5 svært kalkrik
1 KA					

Fig. B2–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene B02–H1 og B02–H2, og B03–H1 og B03–H2, som adresseres gjennom analyse av henholdsvis deldatasettene B02A og B02B, og B03A og B03B. Hver celle i digrammet representerer en naturtypekandidat, representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer (fra 1 til 9 i A og fra 1 til 10 i B og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, HU, i hakeparenteser). Den gulfargete cellen markerer en naturtypekandidat som bare er representert i deldatasett B.



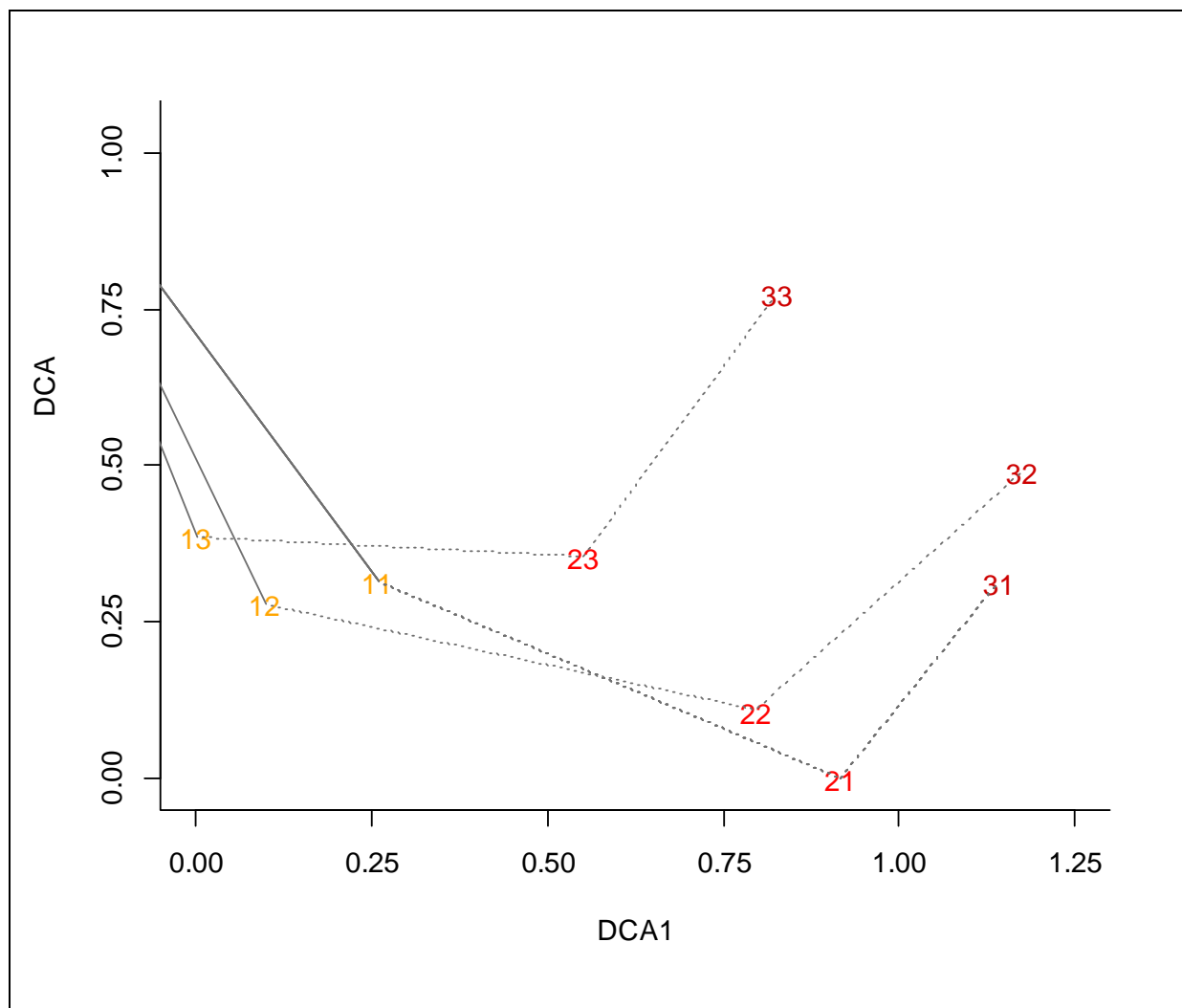


Fig. B2–4. DCA-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B02A. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, HU; se Fig. B2–1). En gradient fra oransje via rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#3. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for HU gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.

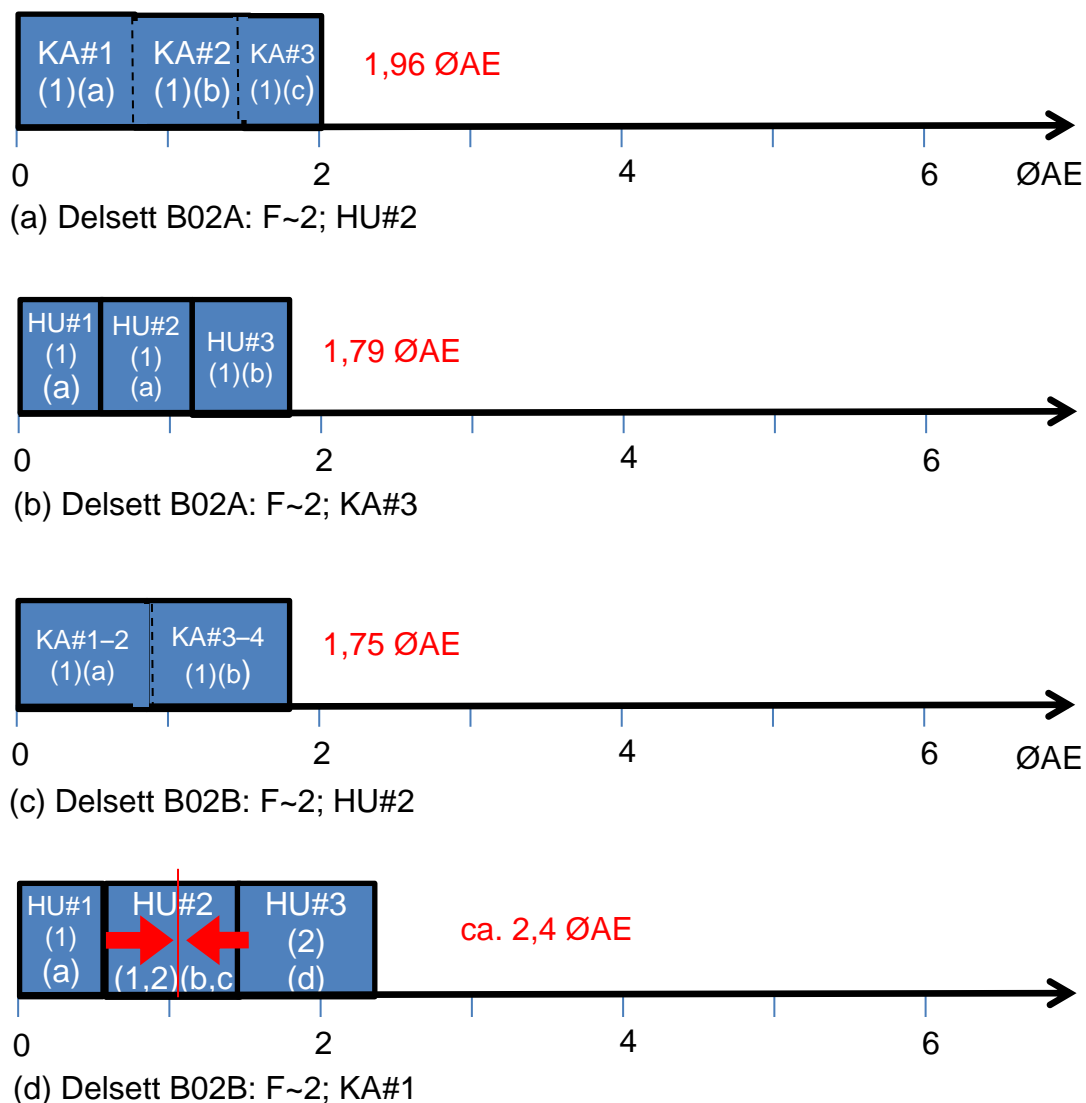
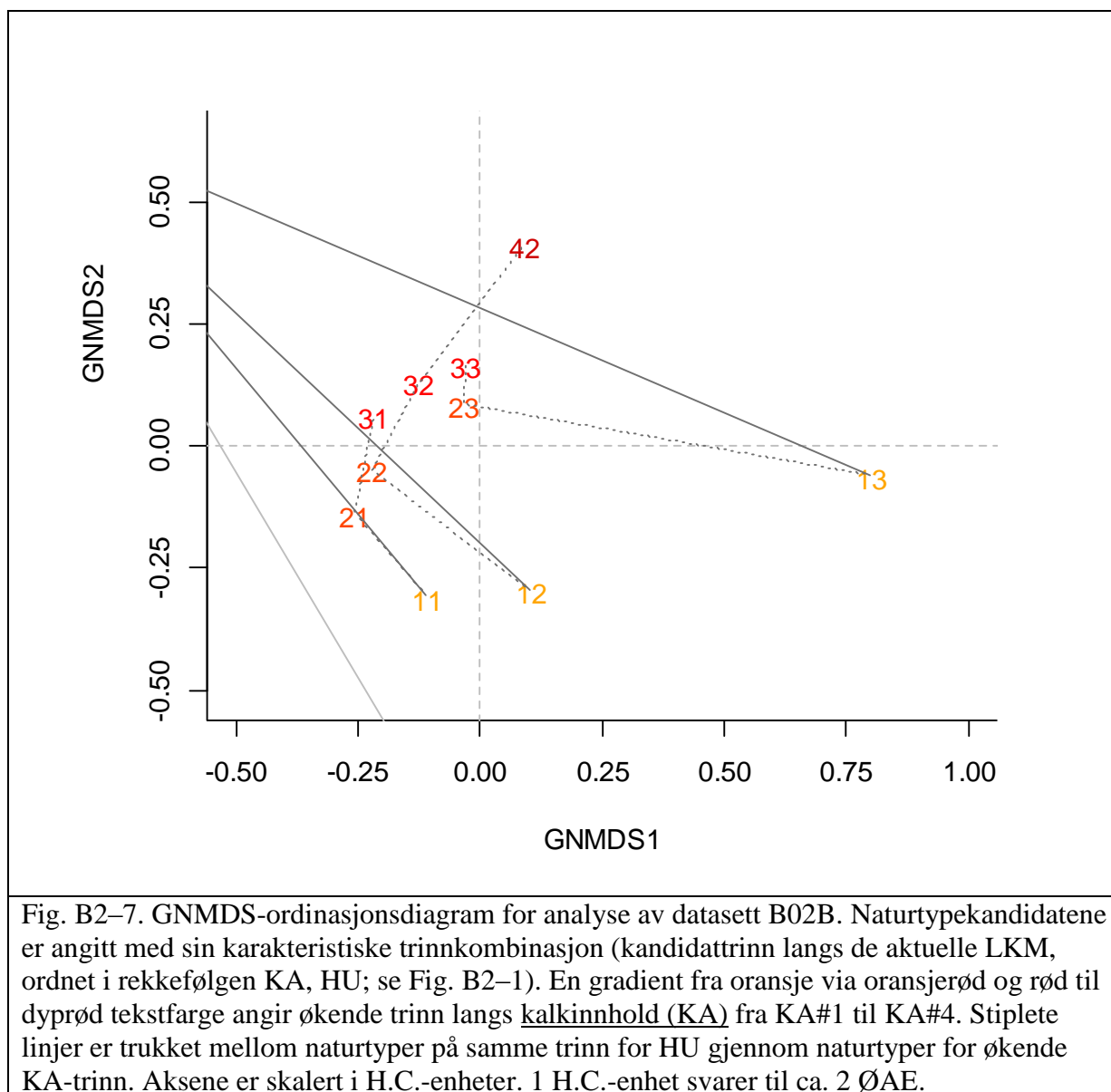


Fig. B2–5. Datasett B02: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for viktige LKM i F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser. (a) Kalkinnhold (KA); (b) Humusinnhold (HU). (c) Kalkinnhold (KA); (d) Humusinnhold (HU). Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE). Røde piler og røde loddrette linjer antyder behov for justering av trinngrenser.



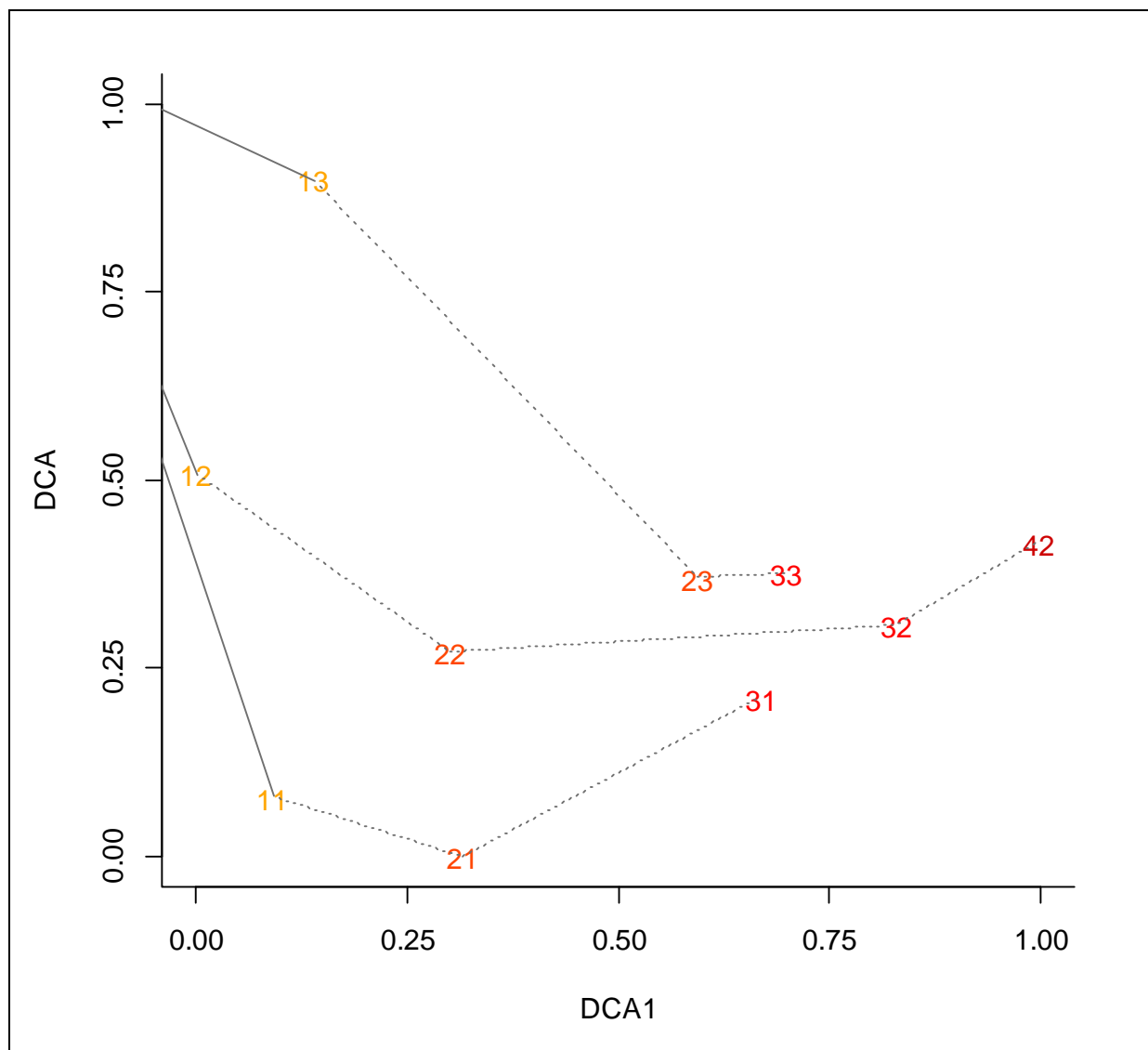


Fig. B2-8. DCA-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B02B. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, HU; se Fig. B2-1). En gradient fra oransje via oransjerød og rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#4. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for HU gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.

t2 HU	(2)/ #3/ *3 svært humøs (basistrinn c)						ikke representert i datamaterialet
	(1)/ #2/ *2B humøs	basistrinn c					
		basistrinn b					
	(1)/ #1/ *1–2A) klar (basistrinn a)						ikke representert i datamaterialet
			(1)/ #1/ *1 svært kalkfattig (basistrinn a)	(1)/ #2/ *2 middels kalkfattig (basistrinn b)	(2)/ #3/ *3 internediær (basistrinn c)	(2)/ #3/ *4 kalkrik (basistrinn c)	(2)/ #4/ *5 svært kalkrik (basistrinn d)
			t1 KA				

Fig. B2–9. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidat F~2 sirkulerende innsjø-vannmasser på grunnlag av LKM kalkinnhold (KA) og humusinnhold (HU), delt i henholdsvis 3 og 2 datasettspesifikke trinn (dtsT) for datasett B02 for krepsdyrplankton (trinn angitt (1), (2) etc.). Tilsvarende kandidattrinn i den testete naturtypehypotesen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Grenser mellom kandidattrinn i naturtypehypotesen (og i Framlegg 3), som ikke understøttes av analysene er indikert med stiplet, tynn linje.

B3 Datasett B03: Bentiske krepsdyr i innsjøer

Rune Halvorsen og Bjørn Walseng

B3a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B03 inneholder artslister for bentiske (substratilknyttete) krepsdyr i innsjøer, basert på artsbestemmelser av håvtrekk gjort i et utvalg innsjøer som inngår i et materiale som totalt omfatter ca. 3100 innsjøer. Siden bunnforholdenes beskaffenhet ikke systematisk er registrert gir ikke datamaterialet grunnlag for testing av fullstendige naturtypeinndelingshypoteser for hver enkelt av hovedtypekandidatene L~2 Eufotisk limnisk ferskvannsbunn og L~4 Helofytt-ferskvannssump slik disse er presentert i Framlegg 3 (NiNnot124e3) til naturtypeinndeling på natursystem-nivået.

Datasettet ble sammenstilt av Bjørn Walseng i mars–mai 2014 og analysene ble utført av Rune Halvorsen i oktober 2014. Metadata for B03 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B3–1. Datasettet B03 er en direkte parallell til datasettet B02 (se kapittel B2) og inneholder 19 artslister med til sammen 88 arter av substratilknyttete krepsdyr (Arthropoda: Crustacea). På grunn av lett observerbare regionale forskjeller i artssammensetning ble de 19 artslistene fordelt på to geografiske deldatasett, (A) Boreonemoral sone på Østlandet (Østfold, Vestfold, Akershus, Oslo og tilgrensende deler av Buskerud, Oppland og Hedmark), det vil si lavlandsområdene under marin grense ca. 200 m, 9 lister med til sammen 86 arter, og (B) Sørboreal sone, lavereliggende deler, samme fylker som A i høgdelaget 200–350 m.o.h., 10 lister med til sammen 77 arter. de to dellistene, betegnet henholdsvis B02A og B02B, adresserer dermed parallelle naturtypeinndelingshypoteser.

Framlegg 3 til inndeling av L~2 i grunntyper foreslår en oppdeling i 34 grunntyper på grunnlag av fire LKM; tre hLKM, kalkinnhold (KA), vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF) og sorterte sedimenter (S3), og en tLKM, innhold av organisk materiale (IO). Krepsdyr er knyttet til VF*1 stille vann, som i NiN betyr innsjøbunn. Datagrunnlaget for datasett B03 omfatter et ukjent spekter av substrat-typer (som i inndelingssystemet fanges opp av S3) og bunn med og uten høyere vegetasjon (som i NiN typifiseres henholdsvis som hovedtyper L~2 og L~4). Datasettet inneholder ikke informasjon om bunnens innhold av organisk materiale, men det er ikke usannsynlig at informasjonen om vannets humusinnhold [og som beskrives av humusinnhold (HU)] implisitt også sier noe om *substratets* innhold av organisk materiale, som i Framlegg 3 adresseres ved å inkludere IO som tLKM ved typeinndelingen av L~2. Datasett B03 er basert på data fra innsjøer > 0,01 km² [som grovt sett svarer til grensa mellom størrelsesrelatert miljøvariasjon (i vannsystemer) (SM) trinn SM*4 og SM*5]. i Framlegg 3 til inndeling av L~4 i grunntyper (NiNnot124e3) foreslås 3 grunntyper basert på sammenslåtte trinn langs LA.

Følgende naturtypehypoteser er testet:

B03–H1 (kat. 1): (a) KA og HU (eventuelt som surrogat for IO) inngår i kompleksvariabelgruppene for L~2 Eufotisk limnisk ferskvannsbunn og L~4 Helofytt-ferskvannssump og (b) datamaterialet fra boreonemoral sone gir grunnlag for oppdeling av variasjonsbredden fra svært kalkfattig til kalkrik innenfor KA, og av HU, i 3 datasettspesifikke trinn.

B03–H2 (kat. 1): (a) KA og HU (eventuelt som surrogat for IO) inngår i kompleksvariabelgruppa for L~2 Eufotisk limnisk ferskvannsbunn og L~4 Helofytt-ferskvannssump og (b) datamaterialet fra sørboreal sone gir grunnlag for oppdeling av variasjonsbredden fra svært kalkfattig til svært kalkrik innenfor KA, og av HU, i henholdsvis 4 og 3 datasettspesifikke trinn.

KA#4 (= KA*5) svært kalkrik er bare realisert i deldatasett B og i kombinasjon med HU#3 (= HU*2B) humøs. Det er derfor ingen motsetning mellom de to naturtypehypotesene, som er fullstendige naturtypeinndelingshypoteser for hvert sitt deldatasett. Fig. B2–1 illustrerer de to naturtypeinndelingshypotesene B03–H1 og B03–H2, som er direkte paralleller til B02–H1 og B02–H2.

B3b Resultater og tolkning: Deldatasett B03A

I deldatasett B03A var variasjonen i økologisk avstand mellom naturtypekandidater for endetrinn langs KA, gitt samme HU-trinn, liten: mellom 1,207 og 1,470 ØAE. Den økologiske avstanden mellom andretrinn langs HU, gitt samme KA-trinn, var under 0,5 ØAE for alle KA-trinn (Fig. B3–1).

Variasjonen i økologisk avstand innenfor hver av de tre seriene av naturtypekandidater der HU varierer og KA er konstant (lyseblå- og oransjefargete celler i Fig. B3–1) viser ingen mønster relatert til HU-trinn. Ikke for noen av de tre seriene var $\bar{\Delta A}(\text{HU}\#1, \text{HU}\#3)$ størst blant de tre $\bar{\Delta A}$ -verdiene. Dette indikerer for det første at det ikke finnes systematisk variasjon relatert til HU i deldatasett B03A, for det andre at graden av generalisering i deldatasettet B03A kanskje ikke er optimal. At $\bar{\Delta A}$ mellom de fleste par av nabo-naturtypekandidater er omkring 0,4 innebærer at deldatasettet i stor grad gjenspeiler datasettspesifikke egenskaper. Den økologiske avstanden mellom endetrinn langs KA i hver av de tre seriene av naturtypekandidater der HU holdes konstant er innenfor 12 % avvik fra summen av PDgeo-baserte $\bar{\Delta A}(\text{KA}\#1, \text{KA}\#2)$ og $\bar{\Delta A}(\text{KA}\#2, \text{KA}\#3)$. For HU#3, som er den HU-kategorien der $\bar{\Delta A}(\text{KA}\#1, \text{KA}\#3)$ er høyest, er $u = 0,02$ og gradientlengdeestimatet $\mathbf{x}_g = 1,93$ ØAE. Dette viser at deldatasett B03A viser mer generaliserte trekk i artssammensetningsvariasjon relatert til KA enn relatert til HU.

GNMDS-ordinasjonen av deldatasett B03A (ikke vist) av de 9 artslistene i delsett B03A indikerte at datasettet bare inneholder én artssammensetningsgradient; akselengdene for aksene 1 og 2 var henholdsvis 0,53 og 0,08 H.C.-enheter. De tre gruppene av naturtypekandidater for samme KA-trinn fordelte seg helt jevnt langs GNMDS-akse 1. DCA-akse 1 (Fig. B3–2), med en akselengde på 1,07 S.D.-enheter (egenverdi 0,1299) bekreftet GNMDS-akse 1 (Kendall's $\tau = 0,722$, $P = 0,0059$, $n = 9$). DCA-ordinasjonen identifiserte en akse 2 med akselengde 0,54 S.D.-enheter og egenverdi 0,0317, som ikke hadde noen relasjon til GNMDS-akse 2 (Kendall's $\tau = 0$, $P = 1$, $n = 9$). Mangelen på systematisk variasjon i økologisk avstand mellom naturtypekandidater for ulike HU-verdier og samme KA-verdi, og det faktum at GNMDS-ordinasjonen ikke identifiserer noen artssammensetningsgradient relatert til HU, indikerer at DCA-akse 2 ikke representerer systematisk variasjon i artssammensetning i deldatasettet men sannsynligvis heller er en artifakt som skyldes en kombinasjon av svakheter i detrendingprosedyren som forsterkes av det lave antallet observasjonsheter (artslistene) i deldatasettet. Relasjonene mellom akselengdene (basert på plassering av naturtypekandidatene) langs førsteaksene i GNMDS- og DCA-ordinasjonene stemmer rimelig godt overens med gradientlengdeestimatet beregnet mellom ytterpunktene av KA, på ca. 2,0 ØAE (jf. Fig. B3–3a).

B3c Resultater og tolkning: Deldatasett B03B

I deldatasett B03B varierte den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater for KA#1 og KA#3, gitt samme HU-trinn, fra 1,009 til 1,315 ØAE, mens den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater for KA#1 og KA#4, gitt HU#2, var 1,514 (Fig. B3–3). Liksom i deldatasett B03A var det ingen systematisk variasjon mellom ulike HU-trinn for samme KA-trinn, men ØA(HU#2, HU#3) var litt større enn ØA(HU#1, HU#3) i alle de tre seriene. De høye ØAE-verdiene mellom sammenliknbare artslisters langs KA for ulike HU-trinn (ØA \approx 0,6 ØAE) indikerer stor datasett-spesifikk variasjon i datasettet. Økologiske avstander mellom endetrinn langs KA i hver av de tre seriene av naturtypekandidater der HU holdes konstant, er innenfor 12 % avvik fra summen av de økologiske enkeltavstandene [ØA(KA#1, KA#2) + ØA(KA#2, KA#3)]. For serien av humøse innsjøer (HU#2) fra KA#1 svært kalkfattig til KA#4 svært kalkrik var de økologiske avstandene ØA(KA#1, KA#2) + ØA(KA#2, KA#3) + ØA(KA#3, KA#4) = 0,478 + 0,647 + 0,735 = 1,860 > ØA(KA#1, KA#4) = 1,514 ØAE, som gir en verdi for ikke-linearitetsparameteren $u = 0,17$ og et korrigert gradientlengdeestimat $x_g = 1,63$ ØAE. Dette indikerer at deldatasett B03B ikke er fullt ut generalisert med hensyn til variasjon i artssammensetning langs KA.

GNMDS- og DCA-ordinasjonene (Fig. B3–5,6) av de 10 artslistene i delsett B03B bekrefter hverandre; Kendall's τ mellom par av førsteaksene var $\tau = 0,9556$ ($P < 0,0001$, $n = 10$) og mellom andreaksene $\tau = 0,733$, $P = 0,0022$, $n = 10$). Begge ordinasjonene viste en rektangulær datastruktur der variasjon langs KA kom til uttrykk langs akse 1 og forskjell i artssammensetning mellom HU#1 og HU#2 på den ene siden og HU#3 på den andre siden kom til uttrykk langs akse 2.

Akselengdene for aksene 1 og 2 var henholdsvis 0,76 og 0,32 H.C.-enheter i GNMDS og 1,09 og 0,57 S.D.-enheter i DCA. DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0,1227 og 0,0422. Akselengdene (for førsteaksene) som var relatert til KA stemmer brukbart overens med tommelfingerregelen i NiN[2] Artikkel 2, kap. V3 at 1 H.C.-enhet \approx 1,3 S.D.-enheter \approx 2,0 ØAE (indikerer en ØA mellom endetrinnsnaturtypekandidatene omkring 1,4 ØAE, som svarer til $x_g = 1,85$ ØAE).

B3d Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Analysene av deldatasettene B03A og B03B gir sammenfallende resultater og viser at den substrattilknyttete krepsdyrfaunaen i innsjøer varierer så lite langs humusinnhold (HU) i vannmassene at denne LKM verken er relevant for grunntypeinndeling eller som uLKM i beskrivelsessystemet for hovedtypene L~2 eller L~4. Resultatene gir heller ikke entydig grunnlag for oppdeling av variasjonsbredden langs KA fra KA#1 til KA#4 i to datasettspesifikke trinn på grunnlag av beregnede økologiske avstander mellom naturtypekandidater for KA#1 og KA#4 for HU#2 i deldatasett B03B, men antyder at det kanskje bare er nok til ett trinn med to basistrinn (Fig. B3–3b). Den relativt jevne spredningen av de fire KA-trinnene langs ordinasjonsaksene i Fig. B3–5,6 indikerer at grensa mellom datasettspesifikke basistrinn bør trekkes mellom KA#2 og KA#3 (det vil si mellom KA*2 middels kalkfattig og KA*3 intermediær).

Substrattilknyttete dyrearter skal telle 40 % når ferskvannsbunn-systemer skal deles videre inn i grunntyper (NiN[2] Artikkel 2: Tabell B1–2). Som påpekt i diskusjonen av analyseresultatene for B02 som omfatter parallelle datasett for innsjø-vannmasser, skal krepsdyras fordelingsegenskaper langs viktige LKM inngå i en vurdering på et breiere grunnlag, hvor planteartenes gradientrelasjoner skal telle mest (60 %). Det åpner for at

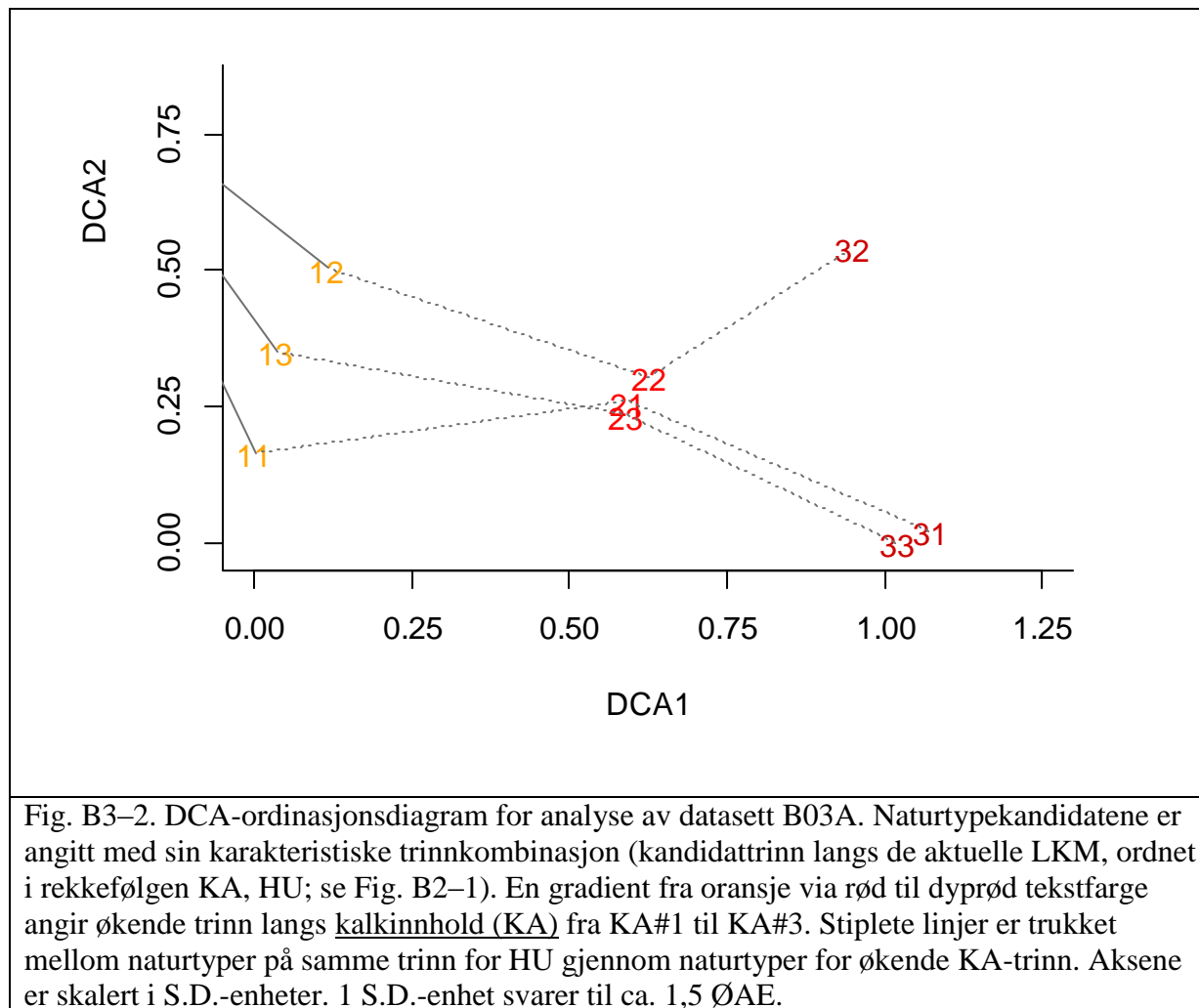
grunntypeinndelingen av L~2 og L~4 kan komme til å skille seg vesentlig fra det enkle framlegget som følger av den datasettspesifikke trinninndelingen av KA for krepsdyr (se Fig. B3–6). Analyser av variasjonsmønstre for flere artsgrupper, planter i særdeleshet, er nødvendig for å finne en realistisk grunntypeinndeling av L~2 Eufotisk limnisk ferskvannsbunn og L~4 Helofytt-ferskvannssump.

B3e Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B03 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling Ingen
B Datasettspesifikk trinn- og klassesdeling av LKM i <u>L~2 Eufotisk limnisk ferskvannsbunn</u> og <u>L~4 Helofytt-ferskvannssump</u> deles B1 <u>Kalkinnhold (KA)</u> ikke videre opp i datasettspesifikke trinn, men omfatter 2 dtsbT. B2 <u>Humusinnhold (HU)</u> er ikke relevant for beskrivelse av variasjon i disse hovedtypene
Konsekvenser for grunntypeinndeling C1 I L~2 og L~4 gir substrattilknyttet krepsdyrfauna ikke grunnlag for å dele inn i mer enn én grunntype.

Tabell B3–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B03.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	F~2 Sirkulerende innsjø-vannmasser; F~4 Helofytt-ferskvannssump
1B	LKM som ikke blir adressert	artslistene representerer SM*1–4 (større enn 0,01 km ² og med største dybde > 3 m) Turbiditet (TU); alle artslistene representerer TU*1 ikke turbid
1C	LKM som blir adressert	Kalkinnhold (KA); #1/ *1 svært kalkfattig, (< 1 mg Ca/L); #2/ *2 middels kalkfattig, (1–4 mg Ca/L); #3/ *3–*4 intermediaer og kalkrik (4–20 mg Ca/L); #4/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik'; > 20 mg Ca/L) Humusinnhold (HU); #1/ *1–2A 'klar' (< 30 mgPt/L el. < 5 mg TOC/L); #2/ *2B 'humøs' (30–90 mg Pt/L, 5–15 mg TOC/L); #3/ *3 'svært humøs' (> 90 mgPt/L el. > 15 mg TOC/L)
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	Inneholder to regionale deldatasett: (A) Boreonemoral sone på Østlandet (Østfold, Vestfold, Akershus, Oslo og tilgrensende deler av Buskerud, Oppland og Hedmark), det vil si lavlandsområdene under marin grense ca. 200 m (9 lister) (B) Sør-boreal sone, lavereliggende deler, samme fylker som A, i høgdslaget 200–350 m.o.h. (10 lister)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Den kontinentale halvdel av O1 og tilgrensende deler av OC
2C	Geografisk område	Se punkt (2a)
2D	Tilstandsvariasjon	Eutrofieringstilstand (EU), Miljøgifter og annen forurensning (MG): Datasettet omfatter bare innsjøer som tilfredsstiller definisjonen av god miljøtilstand iht VRDs definisjon (Anonym 2013b), dvs. EU*1–3 (ubetydelig–svak)
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen andre kilder til variasjon er tatt i betraktning
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslistene for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3, med tilpasninger som grunnlagsmaterialet for datasettet gir mulighet for, er lagt til grunn..
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se punkt 1C og Fig. B2–1.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala (standardisert generalisert artslistedatasett)
6B	Dominansindikator	Biomasseandel
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(a) Ruter á 100 m ² , på grunnlag av vurderinger med utgangspunkt i datasett for hovtrekk
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(d) Substratilknyttet fauna (Arthropoda: Crustacea)
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetssindeksen A	A = 0,9?
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	3 (akseptabel) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Limnisk krepsdyrdatabase (B. Walseng, upubl. data), som er lagt til grunn for en rekke publikasjoner; samt Anonym (2013b)
B	Artsliste sammenstilt av:	Bjørn Walseng



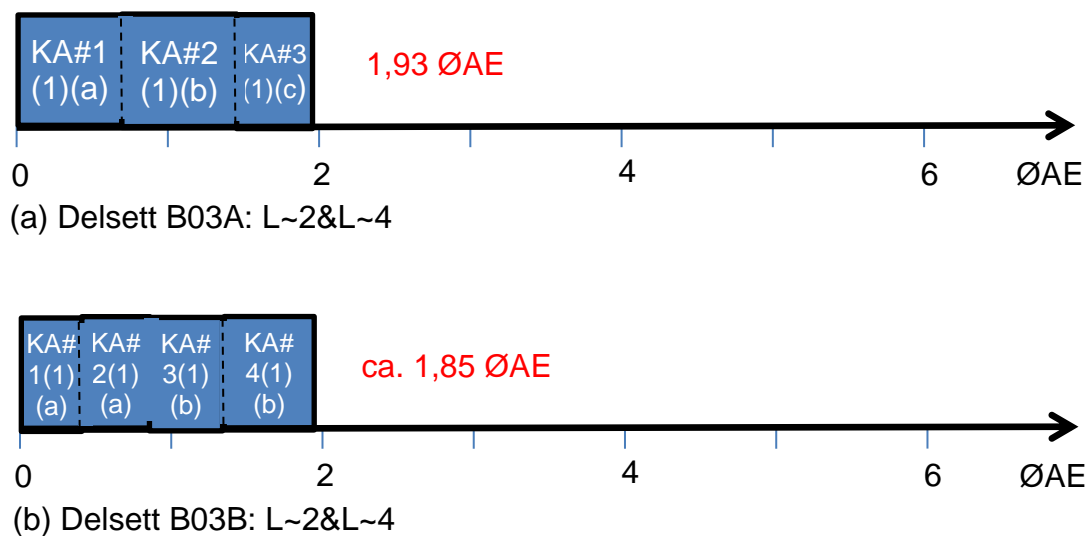


Fig. B3–3. Datasett B03: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for viktige LKM i L~2 Eufotisk limnisk ferskvannsbunn og L~4 Helofytt-ferskvannssump. (a) Kalkinnhold (KA) i deldatasett B03A; (b) Kalkinnhold (KA) i deldatasett B03B. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesen) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE).

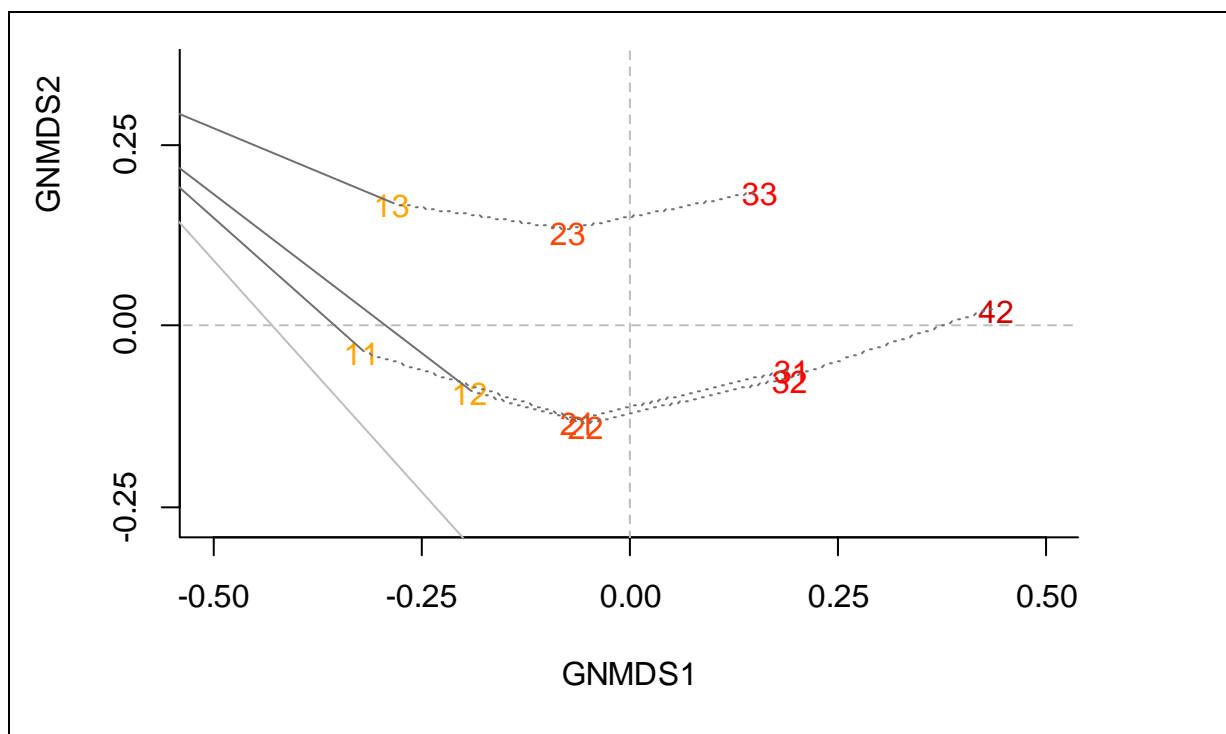


Fig. B3–5. GNMDS-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B03B. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, HU; se Fig. B2–1). En gradient fra oransje via oransjerød og rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#4. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for HU gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE.

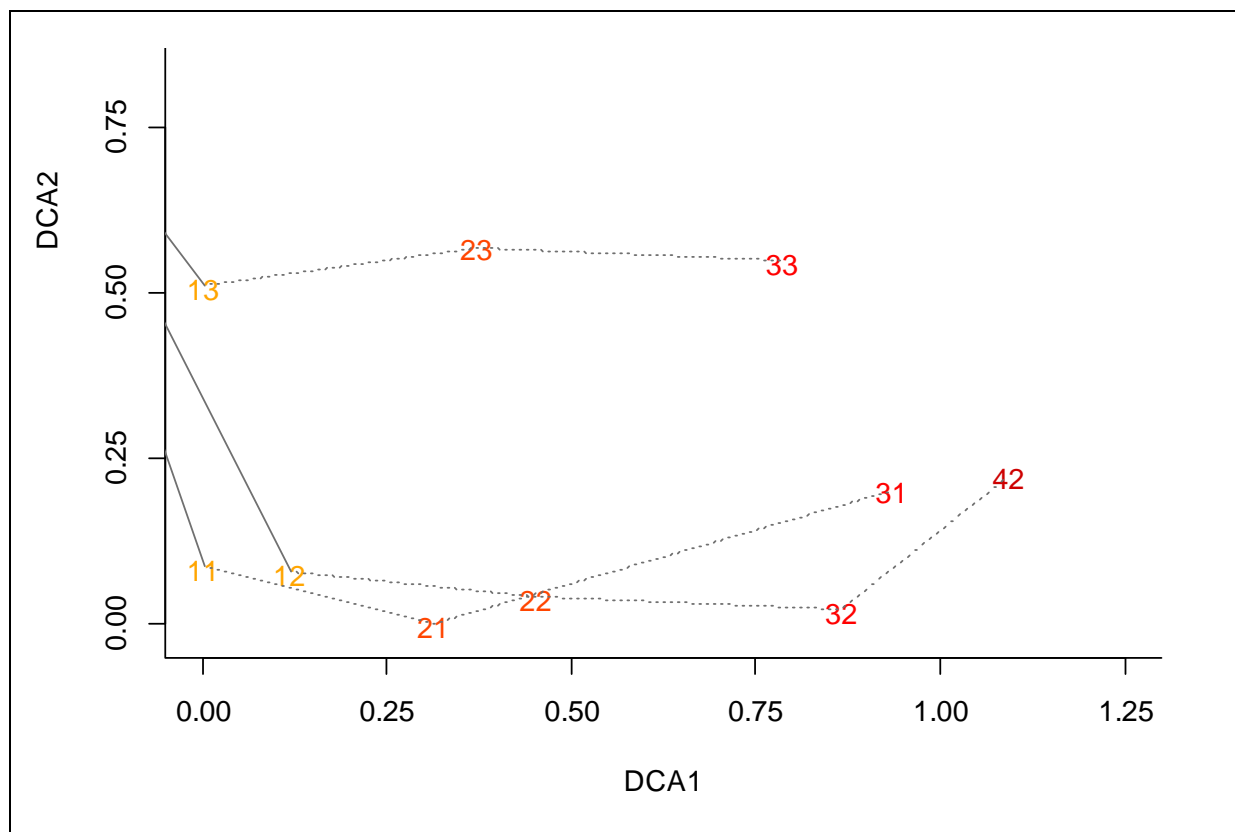


Fig. B3-6. DCA-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B02B. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, HU; se Fig. B2-1). En gradient fra oransje via oransjerød og rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#4. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for HU gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.

(1)/ #1/ *1 svært kalkfattig (basistrinn a)	(1)/ #2/ *2 middels kalkfattig (basistrinn a)	(1)/ #3/ *3 internediær (basistrinn b)	(1)/ #3/ *4 kalkrik (basistrinn b)	(1)/ #4/ *5 svært kalkrik (basistrinn b)
t1 KA				

Fig. B3–7. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidater L~2 Eufotisk limnisk ferskvannsbunn og L~4 Helofytt-ferskvannssump på grunnlag av kalkinnhold (KA) som er inndelt i 2 datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) for datasett B01 (trinn angitt (a), (b) etc.). Tilsvarende kandidattrinn i den testete naturtypehypotesen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Framlegget til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) er vist med heltrukken, tynn linje. I henhold til analysene er KA en underordnet kompleks miljøvariabel (uLKM) i disse hovedtypene. Grenser mellom kandidattrinn i naturtypehypotesen (og i Framlegg 3), som ikke understøttes av analysene er indikert med stiplet, tynn linje.

B4 Datasett B04: Planter i kilder

Rune Halvorsen, Dag-Inge Øien og Asbjørn Moen

B4a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B04 inneholder artslister for variasjon innenfor hovedtype-kandidaten V~4 Kaldkilde, samt sammenliknbare naturtypekandidater innenfor V~1 Åpen jordvannsmyr.

Metadata for B04 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B4–1. B04 inneholder 11 artslister med til sammen 180 arter av karplanter inkludert bartrær, karsporeplanter og dekkfrøete planter og moser (lav var også i prinsippet inkludert, men ingen lavarter forekommer regelmessig innenfor den variasjonsbredden som omfattes av datasettet). I Framlegg 3 til inndeling på natursystem-nivået (NiNnot124e3) angis to lokale komplekse miljøvariabler som potensielle hovedkompleksvariabler innenfor hovedtypekandidaten V~4 Kaldkilde: kalkinnhold (KA) og kildevannspåvirkning (KI). V~4 omfatter spesiell variasjon i våtmarkssystemer uten nøkkelarter (med KI som dLKM og sLKM). I Framlegg 3 er KA rangert som viktigere enn KI (det vil si at variasjonen i artssammensetning langs KA innenfor V~4 antas å være større enn langs KI). I Framlegg 3 nevnes to LKM som mulige tLKM (eller uLKM) i V~4; torvproduserende evne (TE) [heretter, i tråd med terminologien i NiN 2, referert til som forskjell i kildetype (KT) mellom KT#1 strømkilde (grunnkilde) og KT#2 torvmarkskilde (djupkilde)] og marin salinitet (SA). Deldatasett B04A inkluderer artslister for i alt 9 kombinasjoner av trinn langs KA, KI og TE og beskriver en alternativ grunntypeinndelingshypotese for V~4 med to elementer (Fig. B4–1):

B04–H1 (kat. 1): (a) KA og KI inngår i kompleksvariabelgruppa for V~4 Kaldkilde, (b) disse LKM bør deles i 3 resp. 2 datasettspesifikke trinn, og

B04–H2 (kat. 2b,c): KT er en tLKM innenfor V~4 og bør, implisitt, deles i to datasettspesifikke klasser.

I tillegg til datasett B04A inkluderer materialet to artslister fra V~1 som sammen med artslister for tilsvarende naturtypekandidater fra V~4 1 [nedre fastmattenivå, som anses for mest sammenliknbart med djupkilder med hensyn til plassering langs LKM tørreleggingsvarighet (TV); en LKM som er relevant for myr men ikke for kilder] gjør det mulig å teste følgende tilleggshypotese:

B04–H3 (kat. 2c): KI i våtmarkssystemer omfatter variasjon som tilsier inndeling i 4 datasettspesifikke trinn.

Fig. B4–1 illustrerer naturtypeinndelingshypotesene B04–H1, B04–H2 og B04–H3, som blir adressert ved analyse av B04.

B4b Resultater og tolkning: Deldatasett B04A

Den økologiske avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater for ekstrem-klasser langs KA (KA#1, middels kalkfattig, og KA#3, kalkrik; rød celle i Fig. B4–2) i ustabil grunnkilde ble estimert til 3,364 ØAE, mens den økologiske avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater for KA#2 og KA#3 varierte mellom 1,778 og 2,355

ØAE (lilla celler i Fig. B4–2). På grunn av den generelt store økologiske avstanden mellom naturtypekandidatene, er ØA mellom KA#1 og KA#3 (for KI#3 & KT#1) resultatet av geodetisk avstandsberegning, og pr. definisjon lik summen av avstandene mellom KA#1 og KA#2 og mellom KA#2 og KA#3. Gradientlengdeestimatet for KA fra KA#1 til KA#3 er $\mathbf{x}_g = 4,49$ ØAE. For de fire parene av naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til plassering langs KA og KT, men har ulik grad av kildevannspåvirkning (KI), ble økologiske avstander fra 1,652 til 2,126 ØAE funnet (blå celler i Fig. B4–2), mens tilsvarende tall for de fire parene av sammenliknbare naturtypekandidater med ulik KT var 1,734–2,063 ØAE (oransje celler i Fig. B4–2). Dette svarer til gradientlengdeestimer på henholdsvis $\mathbf{x}_g = 2,75$ – $3,54$ og $2,89$ – $3,44$ ØAE. Direkte beregninger av ØAE mellom naturtypekandidater gir dermed grunnlag for oppdeling av KA i 4 datasettspesifikke trinn (fra KA#1 til KA#3) og for oppdeling av KI og KT i inntil 3 trinn.

Den todimensjonale GNMDS-ordinasjonen av de 9 artslistene som utgjør kjernedatasettet B04A viser en nær rektangulær gradientstruktur (Fig. B4–3) der artslista fra (svake/ustabile, grunne) kalkfattige kilder (gradientkode 131 i Fig. B4–3) inntar én ekstremposisjon og artslista fra (stabile, djupe) kalkrike kilder den motsatte posisjonen. GNMDS-akse 2 fanger opp variasjon dels relatert til KT (med høye skårer for djupkilder), dels relatert til KI (høyere skårer for stabile kilder). Naturtypekandidatene for intermediære ustabile kilder plasserer seg imidlertid på en avvikende måte i GNMDS-ordinasjonsdiagrammet i forhold til de øvrige parene av artslister for ulike KT-klasser; djupkildene har klart lavere skår langs aksene enn grunnkildene (dette indikerer en artssammensetning mer lik den man finner i fattigkildene). De kalkrike ustabile grunnkildene (gradientkode 331 i Fig. B4–3) avviker også noe fra andre kalkrike kilder ved å plassere seg lengre mot venstre (artssammensetning mer lik intermediære kilder). GNMDS-ordinasjonsaksene ble langt på veg bekreftet av den parallelle DCA-ordinasjonen (Fig. B4–4); Kendall's τ mellom par av akser var 0,833 for akse 1 ($P = 0,0008$, $n = 9$) og 0,667 for akse 2 ($P = 0,0127$, $n = 9$). I DCA-ordinasjonen plasserte de intermediære ustabile kildene seg som forventet, med grunnkildene nærmest de kalkfattige kildene. Djupkilde-naturtypekandidatene ble i hovedsak klart skilt i ordinasjonsdiagrammene. Relasjonene mellom tre LKM kan imidlertid ikke forventes å tre klart fram i et todimensjonalt ordinasjonsdiagram.

Ordinasjonsanalysene illustrerer en viktig egenskap ved dette datamaterialet, som også kan leses direkte ut av den økologiske avstandsmatrisa i Fig. B1–2: Det er om lag like store økologiske avstander mellom sammenliknbare naturtypekandidater langs alle de tre LKM som blir adressert (parvise ØA i størrelsesorden 1,8–2,0 ØAE).

Akselengdene for den fulle variasjonsbredden mellom artslister for naturtypekandidater langs aksene 1 og 2, var henholdsvis 1,45 og 1,16 H.C.-enheter i GNMDS og 3,40 og 2,49 S.D.-enheter for de tilsvarende aksene i DCA. DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0,531 og 0,351. Differansen i skårer mellom sammenliknbare naturtypekandidater langs de ulike LKM i de todimensjonale ordinasjonsdiagrammene var ca. 1,5 H.C.- og 2,2 S.D.-enheter langs KA fra KA#1 til KA#3 ($\approx 2,9$ ØAE mellom endetrinnsnaturtypekandidater $\Rightarrow \mathbf{x}_g \approx 3,9$ ØAE); 0,8–1,1 H.C. og 1,2–1,8 S.D. mellom KA#2 og KA#3; 0,4–0,8 H.C. og 0,9–2,0 S.D. mellom KI#3 og KI#4; og 0,3–0,9 H.C. og 0,7–2,0 S.D. mellom KT#1 og KT#2 (gradientlengder inntil 3,3 ØAE). DCA-akse 3 har egenverdi 0,192 og akselengde 1,71 S.D.-enheter, hvilket indikerer at denne aksene ikke fanger opp stor variasjon i artssammensetning. Dette, samt den ustabile og til dels inkonsistente plasseringen av enkelte naturtypekandidater i ordinasjonsdiagrammene, indikerer at det kan finnes variasjon i artslistedatasettene som ikke er systematisk relatert til de adresserte LKM (manglende generalisering), men som ikke kommer til uttrykk som ikke-linearitet i datamaterialet på grunn av egenskapene ved PDgeo som grunnlag for beregning av økologisk

avstand. Dette, samt at KI og KT bare er representert med to kandidattrinn langs de to LKM, skaper en viss usikkerhet med hensyn til om de høye gradientlengdetallene som framkommer på grunnlag av Fig. B4–2 er reelle. Dette tilsier en viss forsiktighet (konservativ tilnærming) til datasettspesifikk trinndeling av de tre LKM (KA, KI og KT) og, i sin tur, til hovedtypespesifikk typeinndeling av V~4 (jf. NiN[2] Artikkel 2: B4g punkt 4). For variasjon langs KA fra KA#1 til KA#3 indikerer ordinasjonsanalysene en gradientlengde $x_g \leq 4 \text{ } \text{ØAE}$, med størst avstand mellom KA#2 og KA#3. Det tilsier inndeling av V~4 i to datasettspesifikke trinn. En konservativ tilnærming til gradientlengdeestimering for KI og KT tilsier gradientlengdeestimerer $x_g \leq 3 \text{ } \text{ØAE}$ og inndeling av V~4 i to datasettspesifikke trinn. Det tilsier en inndeling av KA, KI og KT i henholdsvis 3, 2 og 2 datasettspesifikke trinn/klasser som vist i Fig. B4–5.

B4c Resultater og tolkning: Deldatasett B04B

Den økologiske avstanden mellom endetrinnsnaturtypekandidater langs KI (KI#1, ingen eller svært svak kildevannspåvirkning, og KI#4, stabil kilde; rødfarget celle i Fig. B4–6) i ustabil grunn kilde som ble beregnet direkte fra artslistene, $x_e = 3,677 \text{ } \text{ØAE}$, var mye lavere enn summen av økologiske avstander mellom nabo-naturtypekandidater langs KI, $x_s = 4,846$ (ikke-liearitetsparameteren $u = 0,58$). Dette er en sterk indikasjon på at deldatasettet ikke tilfredsstiller kravene til generaliserte artsdatasett (se kapittel B2g punkt 4), men at det også uttrykker datasettspesifikk variasjon. Den korrigerte gradientlengden er $x_g = 3,80 \text{ } \text{ØAE}$, som tilsier en inndeling av KI mellom ytterpunktene i våtmarkssystemer (ikke-kildepåvirket myr og stabil kilde) i 3 datasettspesifikke trinn (Fig. B4–5).

B4d Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H1 om grunntypeinndeling av kaldkilder

Hypotese B04–H1 bekreftes av analysene: Innenfor V~4 Kaldkilde er kalkinnhold (KA) den LKM som gir opphav til størst variasjon i artssammensetning og den eneste LKM som gir entydig signal om vesentlig forskjell i artssammensetning mellom endetrinnsnaturtypekandidatene. Analysene viser at det er mulig å definere middels kalkfattige kilder (KA#1/ *2) på grunnlag av en artssammensetning som er betydelig forskjellig fra artssammensetningen i intermediære kilder, og analysene indikerer også at det ikke er grunnlag for å skille ut en svært kalkrik (‘ekstremrik’) type innenfor V~4.

Analysene viser at omfanget av variasjon langs LKMg kildevannspåvirkning (KI) innenfor V~4 er svært nær å være tilstrekkelig til inndeling i tre trinn, i tråd med grunntypeinndelingen i NiN versjon 1 og i Framlegg 3 (se NiNnot124e3). Bedre kunnskap om variasjonen innenfor kilder er påkrevd for å kunne avgjøre dette, men inntil videre gir analysene av datasett B04 grunnlag støtte til en forsiktig oppdeling av KI innenfor kilder i to trinn.

B4e Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H2 om forskjell mellom grunn- og djupkilde

Hypotese B04–H2, som postulerer at kildetype (KT) gir opphav til betydelig forskjell i artssammensetning innenfor V~4, det vil si at artssammensetningen i grunne og djupe kilder med samme kalkinnhold og samme kildestyrke er betydelig forskjellig, bekreftes også av analysene. Analysene viser imidlertid også at artslistene for ustabile intermediære kaldkilder

med forskjellig torvproduserende evne ikke plasserer seg i forhold til hverandre i ordinasjonsdiagrammene som forventet. Dette indikerer at det er behov for mer kunnskap om artenes fordeling langs viktige LKM innenfor kaldkilder for at sikre konklusjoner om gradientlengde og trinndeling kan trekkes.

Den datasettspesifikke trinninndelingen av de tre LKM som i henhold til analysene av B04 inngår i kompleksvariabelgruppa til V~4 kaldkilde er kompatibel med grunntypeinndelingsskjemaet i Fig. B4–7. Dette skjemaet omfatter de 9 grunntypene som er representert med artslistene i deldatasett B04A. Sannsynligvis innebærer stabil kildevannspåvirkning en så god tilførsel av næringsstoffer at kombinasjonen KA(1) & KI(2) ikke er realisert. Det er også usikkert om kombinasjonen KA(1) & KT(2) er realisert; i så fall vil den sannsynligvis omfatte de aller mest kalkfattige, tydelig kildevannspåvirkete stedene, f.eks. dominert av *Sphagnum riparium*. Inntil det foreligger gode grunner for noe annet synes det imidlertid hensiktsmessig å betrakte dette som del av variasjonen i spekteret mellom kalkfattig kildemyr og intermediær ustabil djupkilde, uten at det skilles ut en egen grunntype.

B4f Diskusjon: Naturtypeinndelingshypotese H3 om trinndeling av kildevannspåvirkningsgradienten i våtmarkssystemer

Hypotese B04–H3, som postulerer at det er grunnlag for å dele KI inn i 4 trinn innenfor hovedtypegruppe våtmarkssystemer bekreftes ikke fullt ut av analysene, som indikerer at omfanget av variasjon langs KI fra (soligen) myr til (eustatisk, djup) kilder er omkring 3.80 ØAE. Analysene viser ingen markert diskontinuitet mellom kildemyr (KI#2) og svak/ustabil kilde (KI#3), men antyder at en jevn utskifting av arter fra trinn til trinn langs denne gradienten. Det har til nå vært uklart hvor grensa mellom myr og kilde bør trekkes (f.eks. Sjørs 1948, Moen 1990); artsutskiftingen skjer gjerne gradvis også der KI forekommer som en romlig gradient fra et eustatisk kildesentrum (ofte med vannspeil) til soligen myr. Omfanget av variasjon i artssammensetning i deldatasett H04A indikerer at det er grunnlag bare for ett trinn for variasjonen innenfor V~1 Åpen jordvannsmyr relatert til KI. Bredden av dette trinnet indikerer også at grensa mellom ingen og svak kildevannspåvirkning (KI#1 og KI#2) bør justeres litt i retning myrsiden (Fig. B2–5). Innenfor kildemyr er det rom for to basistrinn innenfor det datasettspesifikke trinnet KI(1), hvorav trinn (b) er kildemyr

B4g Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B04 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

Ingen

B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM

B1 Kalkinnhold (KA) er en hLKM i V~4 og deles i 3 dtsT med 5 dtsbT (se Fig. B4–5a); det er ikke grunnlag for å skille ut et eget trinn for 'ekstremrike kilder'

B2 Kildevannspåvirkning (KI) er en tLKM i V~4 og deles i 2 dtsT (svak/ustabil og stabil kilde) med 4 dtsbT (se Fig. B4–5b)

B3 Kildetype (KT) er en tLKM i V~4 og deles i 2 dtsK (grunnkilde og djupkilde; se Fig. B4–5c)

B4 Hele variasjonen i artssammensetning langs kildevannspåvirkning (KI) innenfor våtmarkssystemer tilsvarer 3 datasettspesifikke trinn med 6 grunntyper (se Fig. B4–5d)

Konsekvenser for grunntypeinndeling

C1 Analysene støtter et grunntypeskjema for V~4 med 9 grunntyper fordelt langs 3 LKM

C2 Analysene indikerer at det ikke er grunnlag for å skille ut grunntyper for kildemyr innenfor V~1.

Tabell B4–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B04.

Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	V~1 Åpen jordvannsmyr; V~4 Kaldkilde
1B	LKM som ikke blir adressert	–
1C	LKM som blir adressert	Kalkinnhold (KA): #1/ *2 middels kalkfattig; #2/ *3 intermediær; #3/ *4–5 kalkrik–svært kalkrik ('ekstremrik') Kildevannspåvirkning (KI): #1/ *1 ingen eller svært svak (topogen eller soligen markfukting); #2/ *2 svak; #3/ *3–4 ustabil (svak og astatisk kilde); #4/ *5 stabil (eustatisk kilde) Kildetype (KT): #1/ *1–2 strømkilde, grunnkilde; #2/ *3 torvmarkskilde; djupkilde
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	MB–NB
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Den minst oseaniske delen av O2 og O1
2C	Geografisk område	Midt-Norge (fortrinnsvis sør og øst for Trondheimsfjorden)
2D	Tilstandsvariasjon	Naturtilstand
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3 er lagt til grunn, med uttak for trinn som er slått sammen.
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B4–1. Artslistene 6 og 7 i deldatasett B04B er satt sammen på grunnlag av data for typene 'Rich fen expanse, <i>Campyllum</i> communities' (clusters M3-M5 & f/g) og 'Rich fen, <i>Drepanocladus-Meesia</i> communities' (clusters M11-M13; s. 148ff & c-d, s. 171ff) i Moen (1990)
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	2-trinnsskala (forenklet generalisert artslistedatasett)
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(b) Enkeltpolygoner, med anslått medianstørrelse = 2 m ² . De vegetasjonsøkologiske undersøkelsene som ligger til grunn for artslistene opererer med synteseruter basert på 1-5 enkeltruter på 0,2-1 m ² , plassert subjektivt for å representere bestander med størrelse fra ca. 1 til noen få m ²
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer, (a2) moser og lav
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetssindeksen A	A = 0,8 Myrkant- og fastmarksarter som forekommer sporadisk i kanten av kildene er ikke tatt med. Artslista omfatter 180 arter (110 karplanter, 24 levermoser og 46 bladmoser; 0 lav)
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	3 (akseptabel) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Hovedkilde: Moen (1990). Tilleggsilder: Upubliserte data fra analyseruter i kilder på Nordmarka, Surnadal (MR) og Nerskogen, Rennebu (Str). RH upubliserte artslistedata fra fattigkilder i Øystre Slidre (Op), undersøkt sommeren 2014. tilpasset midt-norsk artssammensetning.
B	Artsliste sammenstilt av:	Dag-Inge Øyen og Asbjørn Moen, supplert av Rune Halvorsen

t1 KI	#4/ *5 stabil (eustatisk)	ikke representert i datamaterialet	04 [241] 05 [242]	10 [341] 11 [342]
	#3/ *3–4 svak til ustabil (astatisk)	01 [131]	02 [231] 03 [232]	08 [331] 09 [332]
	#2/ *2 svak	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet	07 [322] kalkrik kildemyr
	#1/ *1 ingen eller svært svak	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet	06 [312] kalkrik myrflate, nedre fastmattenivå
		#1/ *2 (middels) kalkfattig	#2/ *3 intermediær	#3/ *4–5 kalkrik
1 KA				

Fig. B4–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene B04–H1 og B04–H2. Hver celle i digrammet representerer en eller to naturtypekandidat(er), representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer (fra 1 til 11 og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, KI, KT [#1 grunn torv, #2 djup torv], i hakeparenteser). Gulfargete celler markerer naturtypekandidater som er inkludert i datasettet for å teste trinndelingen av kildevannspåvirkning (KI) utenfor V~4 kaldkilde (naturtypeinndelingshypotese B04–H2).

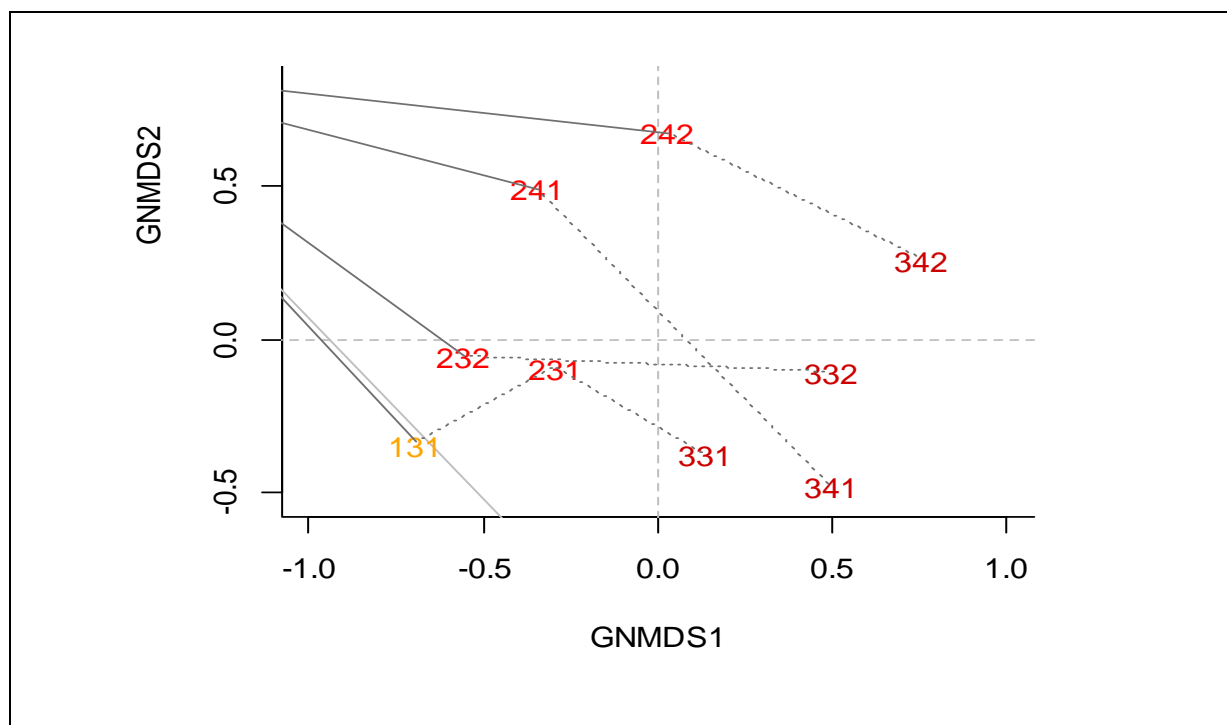


Fig. B4–3. GNMDS-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B04. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, KI, KT; se Fig. B4–1). En gradient fra oransje via rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#3. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for KI&KT gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE.

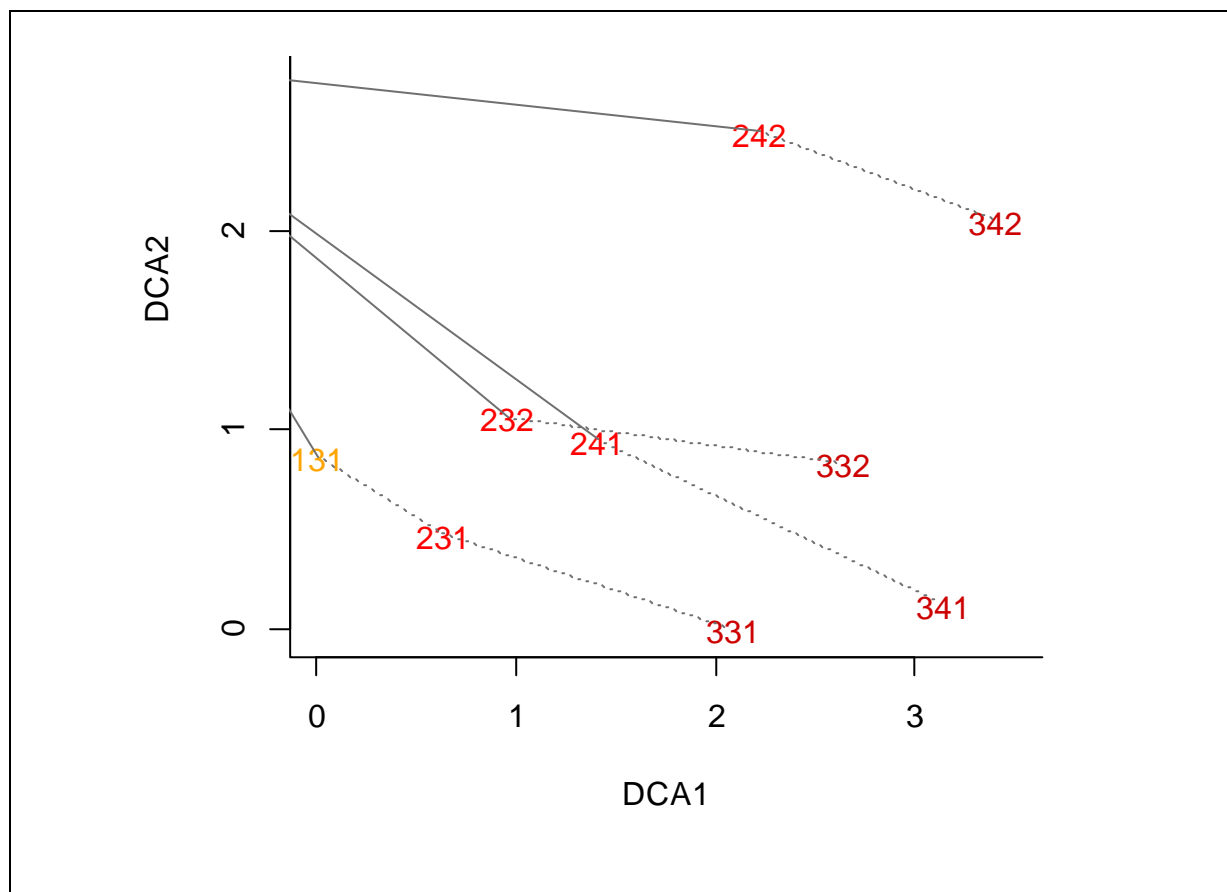
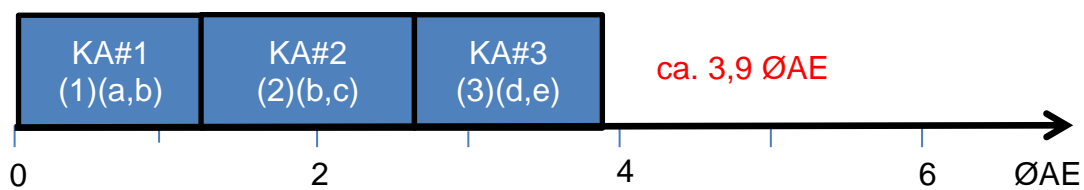
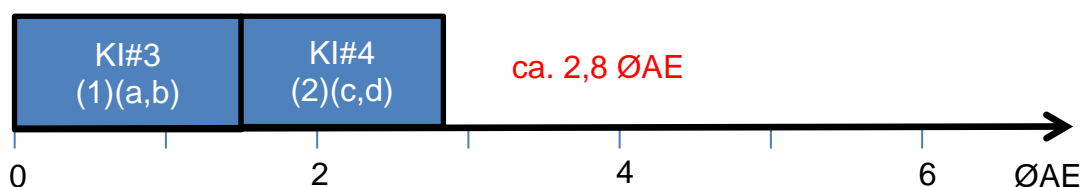


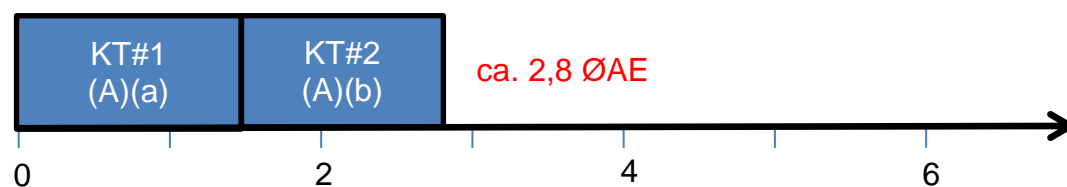
Fig. B4–4. DCA-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B04. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, KI, KT; se Fig. B4–1). En gradient fra oransje via rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#3. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for KI&KT gjennom naturtyper for økende KA-trinn. Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.



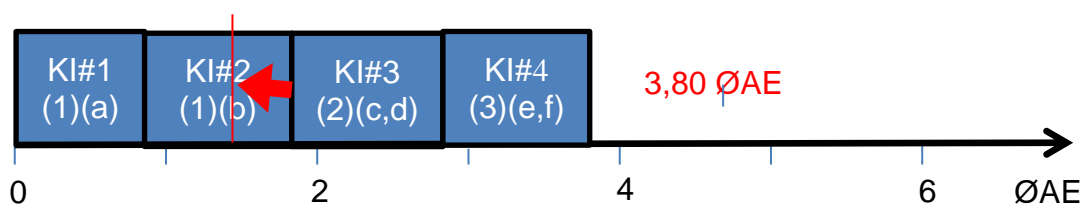
(a) V~4: KI og KT holdt konstant



(b) V~4: KA og KT holdt konstant



(c) V~4: KA og KI holdt konstant



(d) V~1 og V~4: KA#3 & KT#2 (& TV*2 i V~1)

Fig. B4–5. Datasett B04: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for viktige LKM i V~4 Kaldkilde: (a–c) Deldatasett B04A:Kildetype (KT). (d) Deldatasett B04B: viser fordelingen av fire for øvrig sammenliknbare naturtypekandidater langs KI fra kandidattrinn #1 i V~1 Åpen jordvannsmyr til V~4. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), estimert på grunnlag av en samlet vurdering av estimer fra direkte beregning av PDgeo, GNMDS- og DCA-ordinasjon, korrigert for sannsynlige avvik fra ideelle krav til generaliserte artslistdatasett.

1			
1.586	2		
1.924	1.507	3	
3.677	1.260	1.753	4

Fig. B4–6. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister som inngår i deldatasett B04B, og som skiller seg med hensyn til plassering langs kildevannspåvirkning (KI) langs variasjonsbredden fra kalkrik nedre fastmatte i V~1 åpen jordvannsmyr uten kildevannspåvirkning til kalkrik stabil djupkilde i V~4 kaldkilde.

Variasjon langs andre relevante LKM – kalkinnhold (KA) og kildetype (KT) er holdt konstant. Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler inneholder ØA for sammenlikning mellom nabo-naturtypekandidater langs KI, mens den mellomblå cellen inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for endetrinnene langs KI (KI#1 og KI#4).

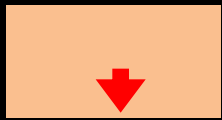
t1 KI	(2)/ #2/ *5 stabil kilde (basistrinn c,d)				
	(1)/ #1/ *3–4 svak–ustabil kilde (basistrinn a,b)				
		(1)/ #1/ *2 middels kalkfattig (basistrinn a,b)	(2)/ #2/ *3 internediær (basistrinn c,d)	(3)/ #3/ *4 kalkrik (basistrinn e)	(3)/ #3/ *5 svært kalkrik (basistrinn f)
1 KA					

Fig. B4–7. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidat V~4 kaldkilde på grunnlag av hLKM kalkinnhold (KA) inndelt i 3 datasettspesifikke trinn (dtsT) og tLKM kidevannspåvirkning (KI) inndelt i 2 datasettspesifikke trinn. Karakteristiske trinnkombinasjoner med den tredje LKM, også en tLKM, kildetype (KT), som også er inndelt i 2 datasettspesifikke klasser for datasett B04 [(A)/ #1/ *1–2 grunnkilde og (B)/ #2/ *3 djupkilde] er indikert i hver enkelt boks med skravur for de ‘boksene’ der KT#B er representert i tillegg til KT#A. Den datasettspesifikke trinninndelingen av KA og KI er indikert ved koder (trinn angitt (1), (2) etc.). Tilsvarende kandidattrinn i naturtypehypotesene B04A-H1/H2 og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Oransje felter med rød pil indikerer trinnkombinasjoner som på grunn av tilleggskriterium 6 for grunntypeinndeling (se NiN[2] Artikkel 2: kap. B4c og Fig. B4–2) ikke skal utgjøre egne grunntyper.

B5 Datasett B05: Planter og lav i kystlynghei

Rune Halvorsen, Vigdis Vandvik og Liv Guri Velle

B5a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B05 inneholder artslister for variasjon innenfor hovedtype-kandidaten T~35 Kystlynghei. I Framlegg 3 til inndeling på natursystem-nivået (NiNnot124e3) inngår tre lokale komplekse miljøvariabler i kompleksvariabelgruppa for T~35: kalkinnhold (KA), uttørkingsfare (UF) og vannmetning (VM). KA og UF er hLKM og foreslås inndelt i henholdsvis 4 og 3 trinn innenfor T~35, mens VM er tLKM. Av 24 mulige kombinasjoner av trinn langs de tre LKM, foreslås 16 som grunntyper i Framlegg 3. Datasett B05, sammenstilt av Liv Guri Velle og Vigdis Vandvik i september 2014 og analysert av Rune Halvorsen i oktober 2014, inneholder generaliserte artslistedata for alle disse 16 grunntypekandidatene. Datasettets egenskaper er oppsummert i Tabell B5–1. De 16 artslistene inneholder i alt 259 arter av karplanter inkludert bartrær, karsporeplanter og dekkfrøete planter (til sammen 163 arter), moser (80 arter, fordelt på 25 levermose- og 55 bladmosearter) og makrolav (25 arter).

Datasettet er brukt til å teste den fullstendige naturtypeinndelingshypotesen for T~35 som er illustrert i Fig. B5–1:

B05–H1 (kat. 1): **(a)** KA, UF og VM inngår i kompleksvariabelgruppa for T~35 Kystlynghei, **(b)** KA bør deles i 4 datasettspesifikke trinn innenfor hovedtypen, **(c)** UF bør deles i 3 datasettspesifikke trinn innenfor hovedtypen, og **(d)** VM bør deles i 2 datasettspesifikke trinn innenfor hovedtypen, og **(e)** VM bør kun benyttes til videre oppdeling i grunntyper for fire spesifiserte kombinasjoner av KA og UF.

B5b Resultater og tolkning

Terskelverdien $\epsilon = 0,52$ ble brukt i den geodetiske avstandsberegningen for å unngå åpenbar overkorreksjon av enkelte av de beregnede økologiske avstandene. Den økologiske avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater for ekstrem-klasser langs KA (KA#1, middels kalkfattig, og KA#4, svært kalkrik ('ekstremrik'; mørkeblå celler i Fig. B5–2) var størst i frisk hei (UF#1), ca. 2,5 ØAE i gjennomsnitt for de to naturtypekandidatene med VM#1 og VM#2, avtok til ca. 2,1 ØAE i moderat tørkeutsatt hei (UF#2) og var 1,444 ØAE i tørkeutsatt hei (UF#3). Avstanden mellom nabotrinn langs KA i disse seriene av sammenliknbare naturtypekandidater var svært liten mellom KA#1 og KA#2 (0,340–0,625 ØAE); større, men varierende mellom KA#2 og KA#3 (0,911–2,040 ØAE) og igjen svært liten mellom KA#3 og KA#4 (0,377–0,470 ØAE).

Den økologiske avstanden mellom sammenliknbare endetrinnsnaturtypekandidater langs UF (UF#1 og UF#3) varierte lite mellom KA-trinnene (3,143–3,723 ØAE; oransje celler i Fig. B5–2), og fordelte seg relativt jevnt mellom de to nabotrinnskombinasjonene (UF#1–UF#2 og UF#2–UF#3). Avstanden mellom nabo-naturtypekandidater langs UF var gjennomgående litt større mellom UF#1 og UF#2 enn mellom UF#2 og UF#3. Den økologiske avstanden mellom par av sammenliknbare naturtypekandidater for de to trinnene langs VM var liten for UF#2 (0,777–0,805 ØAE), men større for UF#1 (1,342–1,402 ØAE; rødlilla celler i Fig. B5–2).

Estimerte økologiske avstander mellom sammenliknbare naturtypekandidater langs KA og UF var stort sett additive, noe som indikerer at graden av generalisering i artslistedatasettet er god.

Den todimensjonale GNMDS-ordinasjonen av de 16 artslistene i datasett B05 viste en nær rektangulær gradientstruktur (Fig. B5–3), med litt større variasjon langs GNMDS-akse 2 for lave enn for høye skårer langs GNMDS-akse 1. Årsaken til avviket fra en helt regelmessig rektangulær struktur var at de to naturtypekandidatene med gradientkoder ‘111’ og ‘211’ plasserte seg utenfor rektangelet. Dette er trinnkombinasjonen UF#1&VM#1, karakterisert som ‘baklihei’ i metadatainformasjonen (se Tabell B5–1 punkt 4B). For øvrig plasserte naturtypekandidatene for KA#1 og KA#2 (kalkfattig og intermediær) seg på en konsistent måte innenfor hver kombinasjon av uttørkingsfare (UF) og vannmetning (VM): de laveste skårene ble funnet for UF#1&VM#2 (‘fukthei’), fulgt av UF#2&VM#2 (‘vekselfuktig hei’) og UF#2&VM#1 (‘tørrehei’; jf. Fig. B5–3). Artslistene for UF#3 hadde de høyeste skårene langs GNMDS-akse 1. GNMDS-ordinasjonens førsteakse var altså en hovedgradient i artssammensetning som forklares av en kompleks kombinasjon av UF og VM, mens GNMDS-akse 2 separerte artslistene på grunnlag av kalkinnhold.

GNMDS-ordinasjonen ble i grove trekk bekreftet av den parallelle DCA-ordinasjonen (Fig. B5–4); Kendall’s τ mellom par av akser var 0,950 for akse 1 og 0,750 for akse 2 (begge $P < 0,0001$, $n = 16$). DCA-akse 3 (Fig. B5–4b) var også korrelert med GNMDS-akse 2 (Kendall’s $\tau = 0,567$, $P = 0,0186$, $n = 16$). Det todimensjonale DCA-ordinasjonsdiagrammet viste den samme rektangulære hovedstrukturen som GNMDS-diagrammet, med unntak for at spredningen av naturtypekandidatene langs DCA-akse 2 var vesentlig mindre enn langs GNMDS-akse 2. I stedet identifiserte DCA-akse 2 kalkfattige og intermediære baklier som klare avvikere (‘utliggere’) i det todimensjonale ordinasjonsdiagrammet, med lave skårer både langs DCA-akse 1 og langs DCA-akse 2 (Fig. B5–4a). Den store variasjonen nær den ene enden av DCA-akse 2, men ikke langs den andre, resulterte i en markert tungeeffekt. Formen på tungen er bestemt av metoden (et resultat av algoritmen i *detrending*-prosedyren), mens metodens identifisering av noen artslistene (her: artslistene fra kalkfattige og intermediære baklier) som svært ulike de andre artslistene langs DCA-akse 2 gjenspeiler en reell struktur i datasettet (som også delvis bekreftes av GNMDS-ordinasjonen).

DCA-akse 3 uttrykte ‘restvariasjonen’ langs GNMDS-akse 2 som på grunn av fokuset på de to avviker-observasjonseenhetene ikke kom klart til uttrykk langs DCA-akse 2. DCA-akse 3 separerte naturtypekandidater på grunnlag av kalkinnhold.

Estimater for økologiske avstander mellom endetrinnsnaturtypekandidater (x_e) basert på ordinasjonsaksene 1 og 2, var henholdsvis 1,94 og 1,33 H.C.-enheter for GNMDS og 2,58 og 1,78 S.D.-enheter for de tilsvarende DCA-aksene (og 1,55 for DCA-akse 3). DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0,411, 0,183 og 0,126. Når vi ser bort fra de fattige og intermediære bakliene (UF#1–2 & VM#1) som plasserte seg som avvikere i DCA-ordinasjonen (delvis også i GNMDS-ordinasjonen) og som altså skiller seg ut ved å ha en artssammensetning som avviker fra den vi finner i resten av artslistene i B05, var det god overensstemmelse mellom økologiske avstander mellom endetrinnsnaturtypekandidatene beregnet som PDgeo og avstandene mellom dem i GNMDS-ordinasjonsdiagrammet; fra ca. 1,6 ØAE (0,8 H.C.-enheter) for UF#3 til ca. 2,0 ØAE for UF#1–2. Relasjonene mellom UF og VM som kommer til uttrykk både i den økologiske avstandsmatrisa i Fig. B5–2 og i ordinasjonsresultatene tilsier at variasjonen langs disse LKM må drøftes og forstås før et resonnement med sikte på å vurdere omfanget av variasjon langs disse to LKM, og å estimere gradientlengder, er mulig.

B5c Diskusjon: Variasjon relatert til kalkinnhold

Naturtypeinndelingshypotesen for T~35 Kystlynghei (se Fig. B5–1) blir bare delvis bekreftet av analysene av datasett B05, som viser at innenfor dette datasettet og innenfor denne hovedtypen svarer omfanget av variasjonen som er forklart av kalkinnhold (KA) bare til en betydelig forskjell i artssammensetning. Artssammensetningsulikhetene mellom sammenliknbare naturtypekandidater for KA#1 og KA#4 innenfor hver av seriene for UF#1&VM#2, UF1&VM#1 og UF#2&VM#2 varierer lite, mellom 1,90 og 2,32 ØAE, mens de tilsvarende gradientlengdeestimatene for KA fra og med KA#1 til og med KA#4 er $x_g = 2,20\text{--}2,58$ ØAE, som gir grunnlag for en oppdeling i to datasettspesifikke trinn. Analysene av datasett B05 indikerer derfor at KA er en tLKM og ikke en hLKM for T~35.

Det neste viktige spørsmålet er om den datasettspesifikke trinninndelingen av kalkinnhold (KA) i to standardtrinn for B05 er representativ for variasjonen langs KA innenfor kystlynghei innenfor hele hovedtypens forekomstområde, det vil si om en optimal hovedtype-spesifikk trinninndeling av KA i T~35 bør inneholde to eller flere trinn. Dette spørsmålet adresserer omfanget av variasjon i begge ender av KA, som er svært mangelfullt dokumentert i litteraturen. Vi veit at svært kalkrike kystlyngheier finnes, særlig i Nordland (Kvalvik et al. 2013), men mangelen på forskning om disse lyngheiene gjør at (variasjonen i) artssammensetning i dem er mangelfullt kjent (særlig gjelder dette moser og lav). Inntil kunnskapshullene på dette feltet er tettet (det er generelt behov for et større forskningsprosjekt om relasjoner mellom artssammensetning og miljøvariasjon, inkludert hevd, i kalkrike kystlyngheier i Nordland), er det grunn til å anta at det kan finnes utforminger av kystlynghei med en artssammensetning som gjør den svært kalkrike heia mer enn observerbart forskjellig fra den kalkrike.

Ettersom kystlyngheier er resultatet av rydding og ekstensiv hevd i tidligere skogsmark, er det rimelig å forvente at variasjonen langs en så basal kompleks miljøvariabel som kalkinnhold ikke er vesentlig forskjellig i T~4 Fastmarksskogsmark og i T~35 kystlynghei med mindre hevd eller andre forhold overstyrer variasjonen i kalkinnhold og reduserer betydningen av variasjonen langs denne for artssammensetningen. Vi ser ingen grunn til at det skal skje, jf. variasjonen langs KA i T~3 Fjellhei, leside og tundra som er stor nok til å betinge oppdeling i 4 trinn (se kapittel B11). En oppdeling av kalkinnholdsgradienten i et ekstremrikt og et middels kalkrikt trinn er også konklusjonen på analyser av datasett fra T~4 (se kapittel B10). Vi konkluderer derfor med at grundige undersøkelser sannsynligvis vil vise at det er grunnlag for å differensiere mellom svært kalkrike og middels kalkrike kystlyngheier, på samme vis som i skogsmark.

Også når det gjelder den kalkfattige enden av gradienten er kunnskapsmanglene store. Etter invitasjon fra Audun Steinnes deltok RH i juni 2013 på en todagers ekskursjon til Dalane og Jæren (Sør-Rogaland, fra Lund til Time), der et titalls lokaliteter for kystlynghei og semi-naturlig eng ble besøkt. Denne ekskursjonen hadde et særskilt fokus på artssammensetningen i kystlynghei (og semi-naturlig eng) på berggrunn [dominans av anortositt; Solli & Austgulen (2007)] som gir opphav til noen av de artsfattigste samfunnene på fastmark som vi kjenner. I disse delene av landet finnes, over store områder, kystlyngheier som mangler en lang rekke av artene i artslista for kalkfattige tørrheier (artsliste 03 for trinnkombinasjonen 121 i datasett B05); alle arter med forekomsttyngdepunkt i semi-naturlige enger inkludert. Eksempler på arter som står oppført i artslista for kalkfattige tørrheier, men som ikke ble notert og gjennomgående syntes å mangle i svært kalkfattige kystlyngheier på anortositt i Dalane og på Sør-Jæren, er:

ormetelg (*Dryopteris filix-mas*)
fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*)

hundekvein (*Agrostis canina*)
 engkvein (*Agrostis capillaris*)
 hvitveis (*Anemone nemorosa*)
 gulaks (*Anthoxanthum odoratum*)
 solblom (*Arnica montana*)
 blåklokke (*Campanula rotundifolia*)
 arve (*Cerastium fontanum*)
 øyentrøst-arter (*Euphrasia* spp.)
 rødsvingel (*Festuca rubra*)
 kystmaure (*Galium saxatile*)
 sveve-arter (*Heiacium* spp.)
 firkantperikum (*Hypericum maculatum*)
 tiriltunge (*Lotus corniculatus*)
 engfrytle (*Luzula multiflora*)
 smalkjempe (*Plantago lanceolata*)
 blåkoll (*Prunella vulgaris*)
 følblom (*Scorzonerioides autumnalis*)
 blåknapp (*Succisa pratensis*)
 firtann (*Teucrium scorodonia*)
 tveskjeggveronika (*Veronica chamaedrys*)
 vestlandsvikke (*Vicia orobus*)
 engfiol (*Viola canina*)

Dersom mengdene for disse artene settes til 0 i artsliste 03, lista justeres for enkelte andre arter som forekommer i andre mengder i de svært kalkfattige heiene, f.eks. at noen mosearter som heiflette (*Hypnum jutlandicum*), heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) og furumose (*Pleurozium schreberi*) synes å finnes i større mengde i de aller kalkfattigste heiene, og nye økologiske avstander beregnes mellom den justerte artslista (heretter referert til som artsliste for KA#0 og artslistene for tørrheier for øvrige KA-trinn, finner vi ØA (KA#0, KA#1) = 0,692 ØAE. Videre finner vi at de økologiske avstandene mellom nabo-naturtypekandidater i serien fra KA#0 til KA#4 er additive. Dersom disse beregningene av økologisk avstand basert på observasjoner i Dalane og på Jæren legges til grunn for å estimere gradientlengder for KA, finner vi at den økologiske avstanden mellom KA#0 og KA#4 som endetrinnsnaturtypekandidater er $x_g = 3,30$ ØAE. Den større likheten i artssammensetning mellom KA#0 og KA#1 enn mellom KA#1 og KA#2 indikerer at de to kalkfattige kandidattrinnene KA#0 og KA#1 bør slås sammen til ett hovedtypespesifikt standardtrinn, men at det er grunnlag for å opprettholde forskjellen mellom svært kalkfattige og middels kalkfattige kystlyngheier på basistrinn-nivå (se Fig. B5–5d). Dette vil i så fall gi en hovedtypetilpasset inndeling av KA i T~35 som fullt ut overensstemmer med løsningen for T~4 (se Fig. B10–9a).

B5d Diskusjon: Variasjon relatert til uttørkingsfare og vannmetning

Naturtypehypotesens spesifisering av to uavhengige fuktighetsrelaterte LKM som avgjørende viktig for artssammensetningsvariasjonen i T~35 blir ikke uten videre bekreftet av analysene. Nøkkelen til å forstå de økologiske sammenhengene som ligger til grunn for resultatene av analyser av datasett B05 er:

1. At 'bakli'-typene plasserer seg som avvikere i ordinasjonene, særlig tydelig i DCA-ordinasjonen, hvis 2. akse indikerer at forskjellen i artssammensetning mellom disse

rutene og de øvrige 14 artslistene er betydelig. Resultatene kan indikere at forskjellen mellom 'bakliene' og øvrige deler av artslistedatasettet representerer variasjon langs en artssammensetningsgradient som er mer eller mindre uavhengig av variasjonen i resten av datasettet.

2. En tilsynelatende hovedgradient i artssammensetning i de 14 artslistene, 'bakliene unntatt', som kommer til uttrykk på førsteaksene i begge ordinasjonene, går fra 'fuktheier' via 'vekselfuktige heier' og 'tørrheier' til 'tørkeutsatte heier' (UF#3).

Hvilke LKM forårsaker egentlig disse to mønstrene? Vi vil starte med å drøfte 'baklienes' plassering. 'Bakliene' er definert med utgangspunkt i Fremstad (1997: 91) sin type H4 Røsslyng-bjønnekamhei, hvis økologi beskrives slik: 'I nord- og østvendte, humide skråninger (baklier), gjerne i litt ulendt og steinete, noe raspreget terreng. Er muligens et suksesjonsstadium mot blåbærskog eller røsslyng-blokkebærskog'. En tilsvarende artssammensetning synes å mangle i det store datamaterialet fra lyngheier i Midt-Norge som er analysert av Nilsen & Moen (2009). Typiske 'baklier' finnes i brattlende, gjerne nordvendte områder (liten solinnstråling), i områder med kupert terreng (stor topografisk variasjon) i et sterkt oseanisk klima, der fordampningen er lav. Disse heiene tørker seint og sjeldent ut. 'Bakliene' kjennetegnes av høye artsmengder for bregner som skogburkne (*Athyrium filix-femina*), bjønnekam (*Blechnum spicant*), ormetelg (*Dryopteris filix-mas*), fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), smørtelg (*Oreopteris limbosperma*) og einstape (*Pteridium aquilinum*) og andre, mindre branntolerante arter som f.eks. blåbær (*Vaccinium myrtillus*) og lavere mengder av røsslyng (*Calluna vulgaris*) enn i øvrige kalkfattige og intermediære naturtypekandidater i datasettet. Dette kunne indikere at 'bakliheiene' ikke er brann- og beitebetingete økosystemer i hevd, slik definisjonen av T~35 Kystlynghei foreskriver. I så fall ville det være naturlig å se 'bakliene' i sammenheng med annen åpen natur med 'bakli-preg' og artssammensetning svært lik artslistene for trinnkombinasjonene '111' og '211'. Slik natur finnes i flere natursystem-hovedtyper, først og fremst T~34 Boreal hei, som i sin typiske utforming er resultatet av avskoging og opprettholdelse av en avskoget tilstand over flere hundre år, og T~18 Rasmark-hei og -eng, som resultatet av snøraspåvirkning. Dersom 'bakliheiene', som forekommer i nord- og østvendt skrånende terreng i 'kystlyngheisonen' langs Vestlandskysten i mosaikk med typiske kystlyngheier [slik Fremstad (1997) nevner], finnes på slike steder *til tross for*, og ikke på grunn av, den spesielle formen for hevd som kystlyngheiene er betinget av, skal de typifiseres som T~34 når de er resultatet av avskoging og som T~18 når de er resultatet av sterk raspåvirkning. 'Bakliheier' som eventuelt opptrer som stadier i gjengroing av kystlynghei skal typifiseres som kystlynghei og tilordnes grunntype i henhold til sin karakteristiske kombinasjon av viktige LKM..

Det avgjørende kriteriet, nøkkelpåvirkningsfaktoren, for å skille kystlyngheier som naturtype fra andre heipregete natursystemer er hevdregimet, karakterisert ved kombinasjonen av lyngbrenning og beiting gjennom store deler av, eller hele, vekstsesonen (se Måren & Vandvik 2009, Måren et al. 2010, og NiN[2] Artikkel 2, kapittel B3). Sjøl om det er sannsynlig at de klimatisk og edafisk fuktige bakliene har hatt en lavere brannintensitet enn resten av kystlyngheiene, på grunn av gjennomgående større fuktighet i marka og kanskje fordi baklivegetasjonen hadde vel så høy beiteverdi som den typiske røsslyngdominerte kystlyngheia som den var, uten å brennes, taler følgende grunner for at 'bakliheiene' er betinget av samme hevdregime som den 'klassiske' kystlyngheia, og at de derfor skal ses på som del av denne:

1. 'Bakliheiene' inneholder såpass mye røsslyng at det neppe kan være tvil om at dette er en type natur som er *betinget av brenning og beiting* [M. Kvamme, pers. medd., L.G. Velle, pers. obs. på Lurekalven (Radøy, Ho), Aursnes (Ulstein, MR), Kuli (Smøla, MR)].
2. 'Bakliene' oppsøkes og beites av utegangersauen (M. Kvamme & L.G. Velle, pers. obs.).
3. Det er ulogisk at en lynchheibonde tradisjonelt sett ikke brente bakliene, som brenner lett på grunn av sin ofte bratte flate (M. Kvamme & L.G. Velle, pers. obs.).

På bakgrunn av disse resonnementene konkluderer vi at 'bakliheiene' skal være del av en samlet hovedtype for kystlynghei.

Analyseresultatene for 'egentlig kystlynghei', som representeres av de resterende 14 artslistene i datasett B05, som fordeler seg i et nesten perfekt rektangulært område i GNMDS-ordinasjonsdiagrammet, indikerer tilsynelatende at det finnes to hovedgradienter innenfor T~35 kystlynghei; en kompleks fuktighetsgradient (som kommer til uttrykk på GNMDS- og DCA-akse 1) og kalkinnhold (KA). Rekkefølgen av UF/VM-kombinasjonene i GNMDS- og DCA-ordinasjonsdiagrammene kan imidlertid ikke brukes til å si hvorvidt det bare er én eller om det er to (eller enda flere) fuktighetsgradienter involvert, fordi det ikke er skilt mellom vannmetningstrinn innenfor UF#3 og fordi UF#1 (når vi ser bort fra 'bakliene') bare er representert med fuktmark, VM#2. Bare innenfor UF#2 er begge vannmetningstrinn representert. Med referanse til andre fastmarkssystemer der det klart finnes to mer eller mindre uavhengige LKM relatert til fuktighet/vanntilgang (T~2 Åpen grunnlendt mark, T~3 Fjellhei, leside og tundra, T~4 fastmarksskogsmark, T~34 Boreal hei; som kommer klart til uttrykk som uavhengige gradienter i artssammensetning ved analyse av datasett der alle kombinasjoner av trinn langs alle aktuelle LKM er representert), velger vi å tolke sammenfall av fuktighetsrelatert variasjon i ordinasjonsanalysene av datasett B05 som et resultat av at variasjonen langs det som egentlig er to mer eller mindre uavhengige komplekse miljøgradienter kollapser til én kompleks artssammensetningsgradient i det foreliggende datasettet på grunn av måten naturtypeinndelingshypotesen er formulert. At typiske fuktmarksarter som flekkmariehånd (*Dactylorhiza maculata*), klokkeling (*Erica tetralix*), myrull-arter (*Eriophorum* spp.) og bjønnskjegg (*Trichophorum cespitosum*) mangler i artslistene for UF#3 indikerer at artslistene for UF#3 nærmest representerer veldrenert (VM#1) svært tørkeutsatt (UF#3) mark. Dette er rimelig, også fordi arealet av vekselfuktig og fuktig mark (VM#2) avtar med økende tørkeutsatthet (fra UF#2 til UF#3). Fuktmarksutforminger av kystlyngheier finnes imidlertid også på svært grunnlendt mark (UF#3; R. Halvorsen, pers. obs. flere steder langs kysten). På bakgrunn av denne drøftingen velger vi å tolke variasjonen langs GNMDS- og DCA-akse 1 som et uttrykk for variasjon langs to ulike LKM, som imidlertid faller sammen til én artssammensetningsgradient i datasettet B05 med dette artslistedatasettets tolkning av naturtypehypotesen. Den alternative tolkningen vi vil legge til grunn for en revidert naturtypehypotese, er som følger:

1. Variasjonen i artssammensetning fra UF1&VM2 via UF#2&VM2 til UF#2&VM1 er uttrykk for variasjon i 'normale fuktighetsforhold', det vil si variasjon langs vannmetning (VM), slik denne LKM er definert i NiN. Artslistedatasettet inneholder derfor egentlig informasjon om artssammensetningsvariasjon mellom tre naturtypekandidater som fordeler seg langs en redefinert vannmetningsgradient (VM). Denne tolkningen understøttes av god additivitet, det vil si at den økologiske avstanden mellom endetrinnsnaturtype-kandidatene, beregnet som PDgeo (2,028–2,069 ØAE), er nær lik summen av de økologiske avstandene mellom nabo-naturtypekandidatene (2,110–2,175 ØAE; se Fig. B5–2). Ikke-linearitetsparameteren u

= 0,15 og gradientlengdeestimatene, korrigert for ikke-linearitet, er $\mathbf{x}_g = 2,41-2,51$ ØAE.

2. Variasjonen i artssammensetning fra UF#2&VM1 til UF#3(&VMx) er uttrykk for variasjon i tørkeutsatthet, det vil si langs uttørkingsfare (UF) slik denne LKM er definert i NiN. Artslistedatasettet inneholder dermed informasjon om artssammensetningsvariasjon mellom to naturtypekandidater som fordeler seg langs en redefinert uttørkingsfare-gradient (VM).
3. 'Bakliheiene' representerer en forlengelse av uttørkingsfare (UF), og er parallellen i kystlynghei til frisk (og svakt tørkeutsatt) blåbærskog i fastmarksskogsmark (UF *1B-2A) og til lesider i fjellet. I tillegg til lav uttørkingsfare, preges 'bakliheiene' av vekselfuktige (til mer permanent fuktige forhold), slik at den typiske bakliheia også har høy vannmetning. 'Bakliheiene' representerer derfor en kombinasjon UF#1&VM#2 langs en litt redefinert UF-gradient.

Artssammensetningsulikheten mellom endetrinnene langs den redefinerte VM er nær identisk for KA#1 og KA#2, omkring 2,0 ØAE. Den vekselfuktige kystlyngheia har en artssammensetning som ligger nærmere fuktheia enn tørrheia; de økologiske avstandene er henholdsvis ca. 0,75 ØAE og ca. 1,25 ØAE. Gradientlengdeestimatet for endepunktene langs den redefinerte VM på ca. 2,5 ØAE gir grunnlag for inndeling av VM i to datasettspesifikke trinn med 3 datasettspesifikke basistrinn (Fig. B5-5).

Artssammensetningsulikheten mellom de to trinnene UF#2 og UF#3 langs den redefinerte UF varierer mellom 1,394 og 1,733 ØAE, som svarer til gradientlengdeestimer $\mathbf{x}_g = 2,32-2,89$ ØAE, mens artssammensetningsulikheten mellom 'bakliheiene' og 'fuktheiene' er 1,333-1,609 ØAE, som svarer til en gradientlengde for UF#1 og UF#2 på $\mathbf{x}_g = 2,44-2,94$ ØAE. Kombinerer vi disse gradientlengdeestimatene, som begge inkluderer middtrinnet UF#2, ender vi med et gradientlengdeestimat mellom 3,5 og 4,2 ØAE, avhengig av hvordan man vurderer plasseringen av artslistene i forhold til tyngdepunktene i hvert kandidattrinn. Et relativt konservativt gradientlengdeestimat på 3,75 ØAE gir grunnlag for inndeling av UF i tre datasettspesifikke trinn med 5 datasettspesifikke basistrinn (Fig. B5-5c).

På grunn av måten naturtypeinndelingshypotesen B05-H1 var formulert, gir artslistedatasettet B05 ingen informasjon om omfanget av variasjonen langs VM innenfor tørkeutsatt lynghei (UF#3). Den betydelige variasjonen i artssammensetning innenfor datasettet indikerer imidlertid at det langs VM innenfor mindre tørkeutsatt hei finnes variasjon som nesten er stor nok til å kvalifisere for inndeling i tre datasettspesifikke trinn ved at svært tørkeutsatt hei (her: UF#3) deles i to trinn. Vi har imidlertid valgt å legge en konservativ tolkning til grunn for framlegget til datasettspesifikk konsensusinndeling av T~35 kystlynghei, som innebærer at en slik oppdeling ikke gjennomføres. Vi har også lagt til grunn at 'bakliheiene' gjennomgående består av fuktmark og at den variasjonen VM gir opphav til i de svært tørkeutsatte heiene (UF#3) ikke er stor nok til å betinge oppdeling i egne grunntyper (lik som i T~4 Fastmarksskogsmark, der VM er en uLKM; se kapittel B9). UF og VM blir dermed korrelerte med hverandre i denne hovedtypen. Resultatet blir en oppdeling av T~35 i 12 grunntyper langs 2 hLKM, KA og UF, og én LKM, VM, som vist i Fig. B5-6.

B5d Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B05 og den påfølgende diskusjonen har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling Ingen
B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM B1 <u>Kalkinnhold (KA)</u> , med gradientlengde ca. 3,3 ØAE i datasett B05, er (hovedtypespesifikk) hLKM i T~35 og deles i 4 dtsT (kalkfattig, intermediaær, middels kalkrik og svært kalkrik hei) med 7 dtsbT (se Fig. B5–5d,6); B2 <u>Uttørkingsfare (UF)</u> , med gradientlengde ca. 3,75 ØAE, er hLKM i T~35 og deles i 3 dtsT (frisk 'baklihei', moderat og svært tørkeutsatt hei) med 5 dtsbT (se Fig. B5–5c,6); og B2 <u>Vannmetning (VM)</u> , med gradientlengde ca. 2,5 ØAE, er tLKM i T~35 og deles i 2 dtsT (veldrenert hei og fukthei) med 3 dtsbT, slik at det innen fukthei kan skilles mellom vekselfuktig hei og fukthei (se Fig. B5–5b,6).
Konsekvenser for grunntypeinndeling C1 Analysene støtter et hovedtypespesifikt grunntypeskjema for T~35 med 12 grunntyper fordelt langs 3 LKM (Fig. B5–6).

Tabell B5–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B05.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	T~35 Kystlynghei
1B	LKM som ikke blir adressert	Hevdintensitet (HI), antatt HI*3–4
1C	LKM som blir adressert	Kalkinnhold (KA): #1/ *1–2 (svært og middels) kalkfattig (slått sammen på grunn av kunnskapsmangler); #2/ *3 intermediær; #3/ *4 kalkrik; #4/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik') Uttørkingsfare (UF): #1/ *1–2A frisk; #2/ *2B–3A moderat tørkeutsatt; #3/ *3B–4 (svært) tørkeutsatt Vannmetning (VM): #1/ *1 veldrenert ('baklihei'); #2/ *2 fuktig ('fukthei/ vekselfuktig hei')
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN–NB (uklar grense mot boreal hei nordover)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	O3 og O2
2C	Geografisk område	Langs hele kysten fra Østfold til Nordland (Troms). Hovedomfanget finnes langs Vestlands- og Trøndelagskysten. Nordgrense omdiskutert. Palaeoøkologiske data pluss positiv røykrespons på frøspiring nordover til Troms indikerer at disse heiene kan ha blitt svidd tidligere.
2D	Tilstandsvariasjon	Naturtilstand
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3 er lagt til grunn, med uttak for trinn som er slått sammen (se punkt 1C).
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Følgende navneforslag (med referanse til typebetegnelser i bruk, jf. Fremstad 1997) fulgte hver enkelt naturtypekandidat (artsliste): UF#1 & VM#1 'baklihei' UF#1 & VM#2 'fukthei' UF#2 & VM#1 'tørrhei' UF#2 & VM#2 'vekselfuktig hei' Se forøvrig Fig. B5–1.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala (brukt på en konservativ måte, det vil si med lave anslag, uten 'korreksjon' for at det geografiske området er stort og at begrensninger i arters utbredelse også influerer på mengdene)
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(b) Enkelpolygoner, med anslått medianstørrelse $< 100 \text{ m}^2$. Ruteberegning på 1 m^2 ofte brukt i de vegetasjonsøkologiske datasettene i Fte4 blokkdesign med 5 ruter innenfor hver blokk á ca 100 m^2
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer (163 arter), (a2) moser (80 arter; 25 levermoser og 55 bladmoser) og lav (25 arter)
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetsindeksen A	A = 0,85
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	3 (akseptabel) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker), Svært tørkeutsatt og (svært) kalkrik hei er understudert. Det er også rabbehei.

11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Steinnes 1988; Fremstad et al. 1991; Fremstad 1997; Kvalvik & Bär 2012; Kvalvik et al. 2012a, 2012b; Kvalvik & Dyrhaug 2013; Moen 1998; Vandvik et al. 2005; Nilsen & Moen 2009; Velle et al. 2014; Velle & Vandvik 2014; Aarrestad & Vandvik 2000;
B	Artsliste sammenstilt av:	Liv Guri Velle og Vigdis Vandvik

2 UF	#3/ *3B–4 (svært) tørkeutsatt	05 [13x]	10 [23x]	13 [33x]	16 [43x]
	#2/ *2B–3A moderat tørkeutsatt	03 [121] 04 [122]	08 [221] 09 [222]	12 [32x]	15 [42x]
	#1/ *1–2A frisk	01 [111] 02 [112]	06 [211] 07 [212]	11 [31x]	14 [41x]
		#1/ *1–2 (svært og middels) kalkfattig	#2/ *3 intermediær	#3/ *4 (middels) kalkrik	#4/ *5 svært kalkrik
1 KA					

Fig. B5–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesen B05–H1. Hver celle i digrammet representerer en eller to naturtypekandidat(er), representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer (fra 1 til 16 og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, UF, VM [#1 veldrenert mark, #2 fuktmark], i hakeparenteser). Kombinasjoner av trinn for KA og UF som ikke er representert med separate artslistes for VM#1 og VM#2 er angitt med mørkere grønn farge.

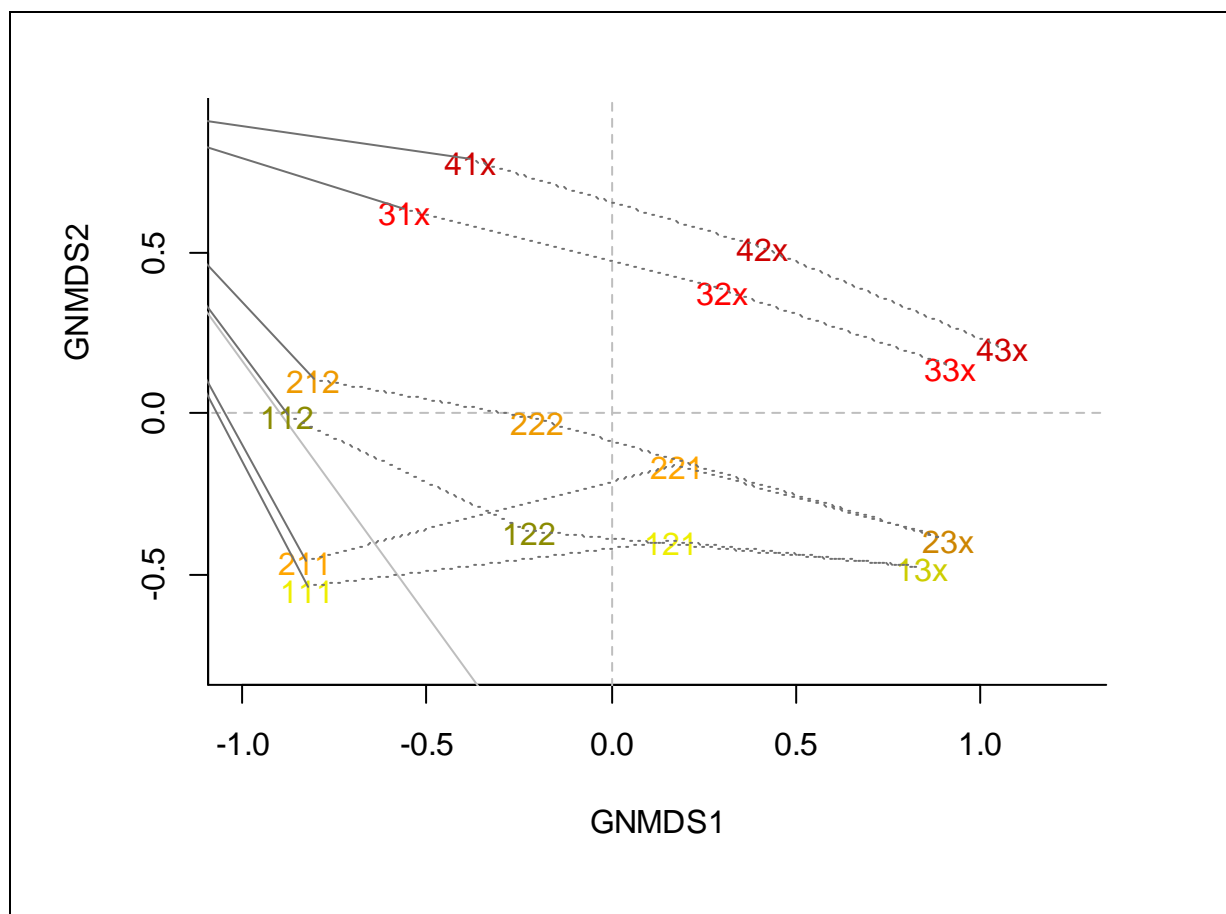


Fig. B5–3. GNMDS-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B05. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, UF, VM; se Fig. B5–1). En gradient fra gul via oransje og rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#4. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for KA&VM gjennom naturtyper for økende UF-trinn. Innenfor KA#1&UF=1, KA#1&UF#2, KA#2&UF#1 og KA#2&UF&2 er naturtypekandidater for ulike VM-trinn skilt med lysere farge for VM#1 og mørkere farge for VM#2. Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE.

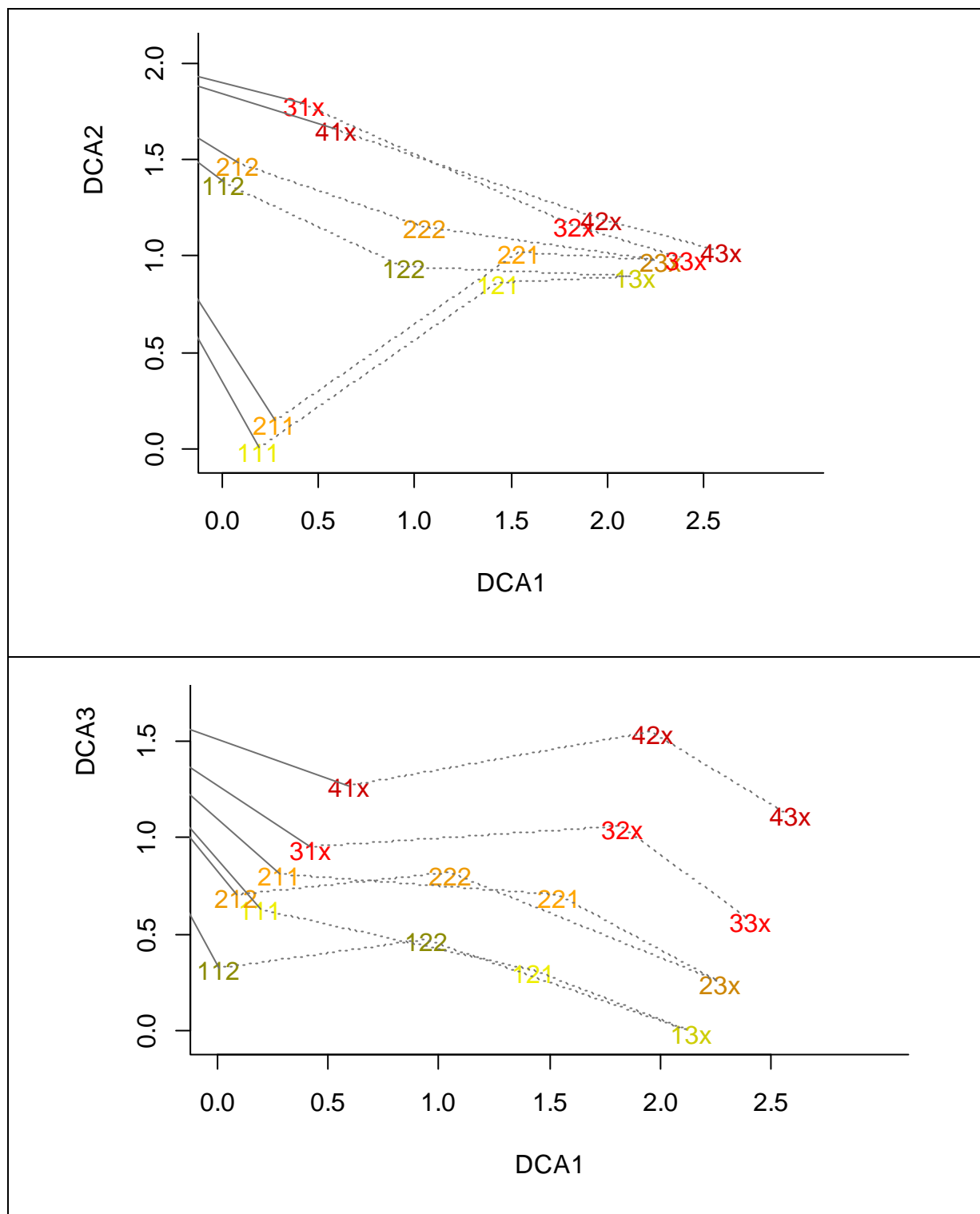


Fig. B5–4. DCA-ordinasjonsdiagrammer for analyse av datasett B05, (a, øverst) akser 1 og 2; (b, nederst) akser 1 og 3. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (kandidattrinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, UF, VM; se Fig. B5–1). En gradient fra gul via oransje og rød til dyprød tekstfarge angir økende trinn langs kalkinnhold (KA) fra KA#1 til KA#4. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper på samme trinn for KA&VM gjennom naturtyper for økende UF-trinn. Innenfor KA#1&UF=1, KA#1&UF#2, KA#2&UF#1 og KA#2&UF#2 er naturtypekandidater for ulike VM-trinn skilt med lysere farge for VM#1 og mørkere farge for VM#2. Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.

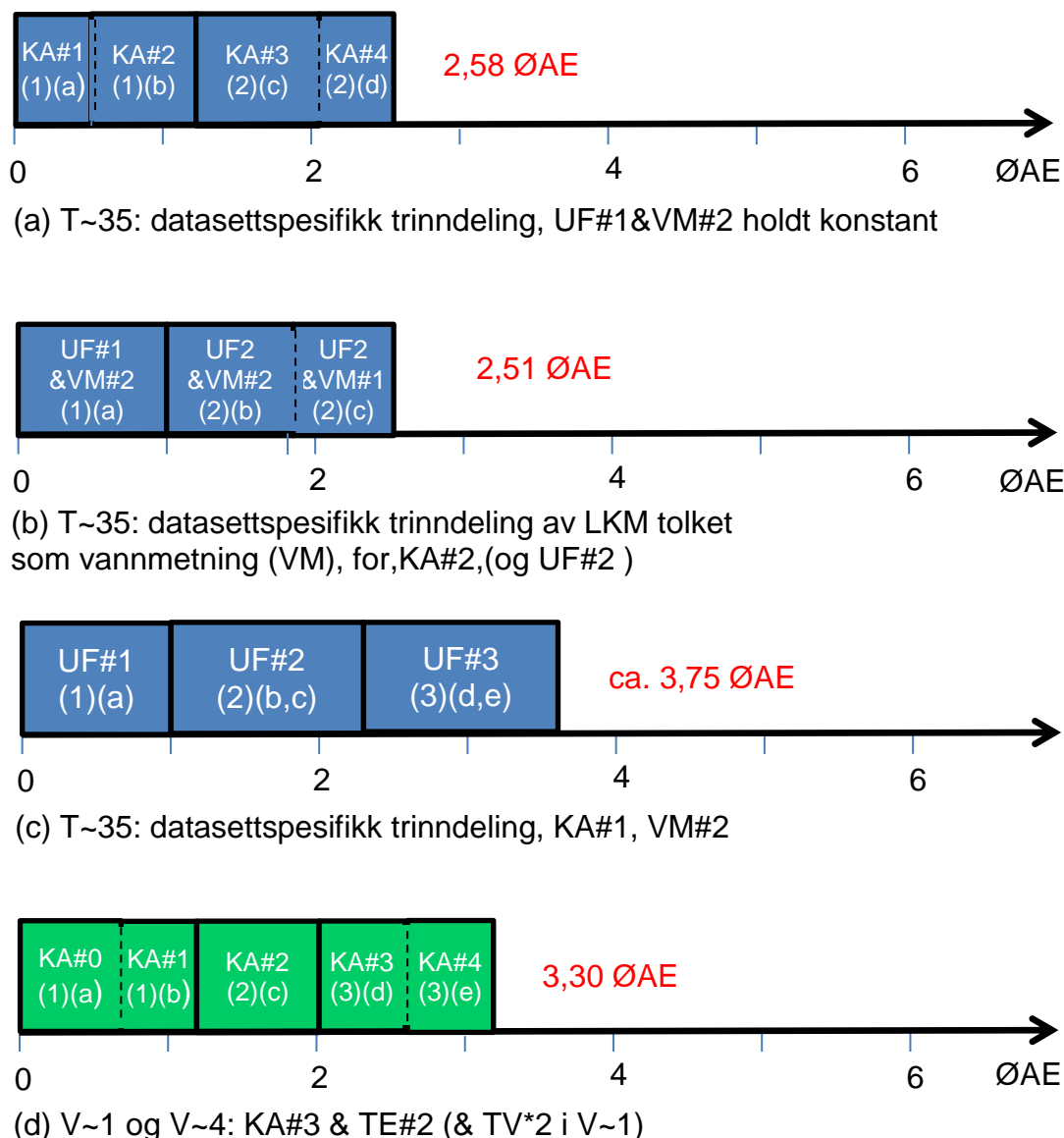


Fig. B5–5. Datasett B05: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for viktige LKM i T~35 Kystlynghei: (a–c) Datasettspesifikk trinninndeling for datasett B05: (a) Kalkinnhold (KA); (b) Vannmetning (VM); (c) Uttørkingsfare (UF). (d) Hovedtypespesifikk trinninndeling av KA på grunnlag av diskusjonen av resultatene av analyse av B05. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), estimert på grunnlag av en samlet vurdering av estimer fra direkte beregning av PDgeo, GNMDS- og DCA-ordinasjon, korrigert for sannsynlige avvik fra ideelle krav til generaliserte artslistedatasett.

2 UF	[3]/ #3/ *3B–4A svært tørkeutsatt (basistrinn [d,e])							
	[2]/ #2/ *2B–3A tørkeutsatt (basistrinn [b,c])							
	[1]/ #1/ *1B–2A frisk–relativt frisk (basistrinn [a])							
		#0/ *1 svært kalkfattig (basistrinn [a])	[1]/ #1/ *2 middels kalkfattig (basistrinn [b])	[2]/ #2/ *3 intermediær (basistrinn [c,d])		[3]/ #3/ *4 middels kalkrik (basistrinn [e,f])		[4]/ #3/ *5 svært kalkrik (basistrinn [g])
		[1]/ #0–1/ *1–2 kalkfattig						
	1 KA							

Fig. B5–6. Framlegg til *hovedtypespesifikk* inndeling av hovedtype-kandidat T~35 Kystlynghei på grunnlag av hLKM kalkinnhold (KA) og uttørkingsfare (UF) og tLKM vannmetning (VM), inndelt i henholdsvis 4 og 3 trinn (htsT). Karakteristiske trinnkombinasjoner med den tredje LKM, tLKM vannmetning (VM), som er inndelt i 2 hovedtypespesifikke trinn i T~35 ([1]/ #*1 veldrenert mark (basistrinn [a]) og [2]/ #*2 fuktmarkshei som er delt i to basistrinn, [b] vekselfuktig hei og [c] fukthei) er indikert i hver enkelt boks med skravur og farger. Grønn farge uten skravur markerer at boksen ikke er delt videre inn (fordi det antas ikke å være tilstrekkelig variasjon i artssammensetning relatert til VM innenfor boksen; skravert felt markerer at boksen er delt i to grunntyper (for VM#1 og VM#2). Mørk grønnfarge markerer at denne kombinasjonen av KA og UF hovedsakelig inneholder fuktmark (VM#2), mens lys grønn farge markerer at veldrenert (og til dels vekselfuktig) mark dominerer. Den hovedtypespesifikke trinninndelingen av KA og VM er indikert ved koder (trinn angitt [1], [2] etc.). Tilsvarende kandidattrinn i naturtypehypotesen B05–H1 og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert htsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i hovedtypespesifikke basistrinn (htsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Grå felter angir trinnkombinasjoner som sannsynligvis ikke er realisert eller er så sjelden realisert at de ikke skal defineres som egne grunntyper.

B6 Datasett B06: Moser på nakent berg

Rune Halvorsen, Hans Blom og Einar Heegaard

B1a Materiale og metoder

Datasett B06 tilfredsstiller strengt tatt ikke kravene til et generalisert artslistedatasett (jf. NiN[2] Artikkel 2 kapittel B2c), sjøl om det i formatet likner på ett. B06 omfatter alle steinboende arter på Vestlandet men benytter som optimumsangivelse Ellenberg faktortall basert på data fra Storbritannia (BRYOATT-databasen; Hill et al. 2007). Ellenberg faktortall (f.eks. Ellenberg et al. 2001) er tall på en standardisert skala som angir hver arts optimum langs (komplekse) miljøgradienter. Grunnlaget for faktortallene er, som for generaliserte artslister, ekspertvurdering, gjort på grunnlag av den til enhver tid tilgjengelige kunnskapen om artene. Framgangsmåten for å lage B06 avviker fra framgangsmåten for å lage generaliserte artsdatasett (se kapittel A2, Tabell A2–1), og blir derfor beskrevet her.

B06 tar utgangspunkt i Ellenberg faktortall for to miljøgradienter [i spesiallitteraturen blir miljøgradienter som det angis faktortall for, ofte referert til som ‘faktorer’ eller ‘miljøfaktorer’ (jf. begrepet ‘faktortall’), men dette begrepet benyttes ikke her fordi det har en annen betydning i NiN], henholdvis Fuktighet (*Moisture*; ty.: *Feuchtigkeit*; F-tall) og Reaksjon (*Reaction*; ty. *Reaktion*; R-tall). F-tall angir ‘fuktighet’ uten at det eksplisitt blir presisert hvilke aspekter av fuktighet som blir adressert, mens R-tall ‘refers to environmental acidity, typically measured by pH’ (Hill et al. 2007: 24). F-tall angis på en skala fra 1 til 12, men 10–12 innebærer optimum i akvatiske miljøer og er derfor ikke relevant for trinninndeling av terrestre systemer i NiN. R-tall angis på en skala fra 1 til 9. Definisjoner av hvert av trinnene langs hver av miljøgradientene er angitt i Tabell B6–1.

Ellenberg faktortall for britiske moser er brukt til å lage datasettet B06 på følgende måte:

1. Hele lista av moser kjent fra Vestlandet og som forekommer på bergsubstrat inngår i B06, dette innbefatter både levermoser og bladmoser, til sammen 514 arter.
2. For de artene som også er kjent fra Storbritannia er F- og R-tall hentet fra Hill et al. (2007). For de artene som mangler i Hill et al. (2007) ble verdier supplert av Hans Blom. Disse verdiene er ekspertvurderte angivelser av artenes optimum (μ) langs hver av miljøgradientene.
3. For den enkelte art på artslista foretok Hans Blom en ekspertvurdering av artens toleranse langs den enkelte miljøgradient. Artenes amplitude langs miljøgradientene blir oppgitt i standardavvik (σ): 0,5 (svært smal amplitude), 1,0, 1,5 og 2,0 (svært vid amplitude).
4. For den enkelte arts fordeling langs miljøgradienten benytter vi en trunkert normalfordeling. Fordelingen ble trunkert med hensyn til gradientens begrensinger (1 og 9). Tetthetsfordelingen summeres til 1 innenfor gradientens domene.
5. Hver av de $9 \times 9 = 81$ kombinasjonene av F- og R-tall kan oppfattes som naturtypekandidater, og en arts forekomstsannsynlighet ble beregnet for enhver kombinasjon ved multiplikasjon av artenes tetthetsfordeling langs enkeltgradientene.
6. En ekspertvurdering (Hans Blom) ble gitt for den enkelte arts mengde M i naturtypekandidaten der arten har sitt optimum anslått på den standard 6-trinnskalaen som brukes til mengdeangivelse i generaliserte artslister (se kapittel A1c).

7. For hver art ble en mengdeverdi for den enkelte naturtypekandidat på en kontinuerlig skala fra 0 til M beregnet ut fra den bivariate sannsynlighetsfordelingen: $M \cdot N(\mu_F, \sigma_F) / \max(N(\mu_F, \sigma_F), N(\mu_R, \sigma_R))$.
8. Mengdeverdiene ble gjort om til fra en kontinuerlig til en diskret skala ved avrunding til nærmeste hele tall; 0 til 6.

Datasettet B06 inneholder altså 81 artslister med til sammen 514 arter.

Miljøgradienten R tilsvarer mer eller mindre fullstendig den lokale komplekse miljøvariabelen kalkinnhold (KA) i NiN, mens F ikke har en enkel NiN-oversettelse. I Framlegg 3 til typeinndeling av natursystem-hovedtypen T~1 Nakent berg (NiNnot124) er KA delt inn i fem trinn; KA*1 svært kalkfattig, KA*2 middels kalkfattig, KA*3 intermediær, KA*4 middels kalkrik og KA*5 svært kalkrik, mens den tilsvarende miljøgradienten R i B06 er delt i 9 trinn. I Framlegg 3 er kompleks variasjon relatert til fuktighet beskrevet som den lokale komplekse miljøvariabelen uttørkingsvarighet (UV), som uttrykker variasjon i relativ varighet av tilstrekkelig fuktige forhold til at poikilohydriske (det vil si organismer hvis vanninnhold endrer seg med omgivelsene på grunn av mangelfull eller manglende evne til å regulere utvekslingen av vann med omgivelsene; Hosokawa et al. 1964) og ektohydriske (det vil si som tar opp vann og næringsstoffer direkte gjennom overflata; Buch 1947) organismer kan være fysiologisk aktive. De fleste moser og lav er poikilohydriske og ektohydriske, og slike organismers produksjon bestemmes langt på veg av hyppighet og samlet lengde av perioder med inaktivitet på grunn av uttørking (det vil si uttørkingsvarighet) (Busby & Whitfield 1978, Skre & Oechel 1981, R. Økland 1997). Mosenes (og lavenes) evne til å tåle langvarig uttørking (og høye temperaturer i tørr tilstand) varierer imidlertid også mellom arter (Proctor et al. 2007). Definisjonene av F-tallene legger stor vekt på *humidity*, som er svært viktig for uttørkingsvarigheten. Under arbeidet med ny typeinndeling av natursystemer i NiN versjon 2 ('Framlegg 4') har imidlertid UV blitt erstattet av to nye LKM, uttørkingsutsatthet (UU) og overrisling (OR), som er paralleller til henholdsvis uttørkingsfare (UF) og vannmetning (VM) på jorddekt fastmark. UF adresserer faren for ekstrem uttørking, kanskje 50- eller 100-årstørken, og er korrelert med topografi og jorddybde. VM adresserer fuktighetsforholdene slik de stort sett er ('median jordfuktighet'; R. Økland & Eilertsen 1993; se også dokumentasjonen for NiN versjon 1). Variasjonen langs UF og VM er i stor grad er frikoblet i rom, i tid og med hensyn til artenes responser; i T~4 fastmarksskogsmark er f.eks. alle kombinasjoner av UF (variasjonen fra frisk blåbærskog til tørkeutsatt lavskog) og VM [forekomsten av større eller mindre flekker, gjerne i små forsenkninger, av vegetasjon dominert av torvmoser (*Sphagnum* spp.) og andre arter som liker å ha det stort sett fuktig, men som også tåler langvarig uttørking)] realisert. I Framlegg 4 legges til grunn at det finnes en tilsvarende variasjon i artssammensetning også på nakent berg, relatert til faren for uttørking og normal fuktighet. Årsaken til bruk av parallelle sett av begreper for jorddekte marksystemer og nakent berg er forskjeller i mekanismer for tilførsel av vann, substratets evne til å holde på og lagre vann, og forskjeller i de dominerende primærprodusentenes vannhusholdning. Ellenbergs F-tall antas å fange opp variasjon i 'totalfuktighet', det vil si noe nær UV, og fanger dermed opp aspekter både av UF og OR.

Til grunn for tolkning av resultatene av analyser av datasett B06 legges at R-tall og F-tal er sterkt relatert til variasjon langs KA og UV, og dermed til trinndelingen av KA, UU og OR i NiN versjon 2. Datasett B06 er bearbeidet ved bruk av samme metoder som er benyttet til analyse av generaliserte artslistedatasett (se kapittel A3). Det er mulig å formulere to naturtypeinndelingshypoteser for T~1 Nakent berg som kan testes ved bruk av datasett B06:

B06–H1 (kat. 2c): Kalkinnhold (KA) bør deles i 9 hovedtypespesifikke trinn innenfor hovedtypen.

B06–H2 (kat. 2c): Den samlede variasjonen relatert til fuktighet innenfor hovedtypen, slik den kommer til uttrykk gjennom LKM-kandidaten uttørkingsvarighet (UV), bør deles i 9 hovedtypespesifikke trinn.

B6b Resultater

De 514 moseartene hadde en en-toppet fordeling langs F-gradienten; om lag halvparten av artene var plassert i klassene 5 og 6 (*moderately moist–moist*). Antallet arter var lavest i klassene 1 (*extreme dryness*) og 2 (Tabell B6–2). Fordelingen langs R-gradienten var totoppet, men jevnere enn for F-gradienten; den største klassen var 7 (*on strongly basic substrata*) med 114 arter, den nest største var 2 med 82 arter (Tabell B6–2). Bare 7 og 10 arter hadde sine optima plassert i ekstrem-kategoriene 1 (*indicator of extreme acidity*) og 9 (*substrata with free calcium carbonate*).

De aller fleste moseartene ble vurdert å ha middels vid toleranse ($sd = 1,0$ eller $1,5$). Artenes toleranser for variasjon langs R-gradienten fordelte seg omtrent likt på klassene $sd = 1,0$ og $sd = 1,5$, mens fordelingen av artene på de to klassene langs F-gradienten viste en klar overvekt på $sd = 1,5$ (283 arter mot 199 for $sd = 1,0$; se Tabell B6–3).

Langs begge gradientene var det en klar sammenheng mellom artenes estimerte optima og deres estimerte toleranse. Langs F-gradienten var det ingen forskjell i toleranse mellom arter med preferanse for tørre og middels fuktige voksesteder (F-optimum mellom 1 og 5), mens artenes toleranse ble mindre (Fsd-verdien økte) langs en gradient fra optimum på middels fuktige steder ($F = 5$) til optimum på våte steder (Tabell B6–4). Langs R-gradienten var det en klar tendens til at arter med optimum nær en av gradientendene (det vil si med klar preferanse for kalkfattige eller kalkrike levesteder) hadde mindre toleranse (høyere verdi for Rsd) enn arter med optimum nær midten av R-gradienten (Tabell B6–4).

Artsantallet i de 81 artslistene i datasett B06 varierte fra 17 arter i den ekstreme kombinasjonen F1&R1 til 393 arter (det vil si 76,1 % av alle artene) i F3&R6. De aller fleste artslistene inneholdt flere enn 100, de fleste flere enn 200 arter (Tabell B6–5).

Den økologiske avstanden (ØA) mellom nabo- og endetrinn langs hver av de to gradientene når variasjon langs den andre gradienten ble holdt konstant [ØA angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), beregnet som $4 \times PD_{geo}$ med terskelverdi for upålitelige ulikhetsverdier $\epsilon = 0,50–0,71$ (ϵ ble satt høyere enn 0,5 når det var påkrevd for å unngå at datasettet ble oppfattet som fragmentert)] gjenspeilte samvariasjonsmønstrene mellom artenes optima og toleranse langs gradientene og, implisitt, variasjonen i artsantall langs gradientene (Tabell B6–6). Den økologiske avstanden mellom nabotrinn langs gradientene var gjennomgående minst i de sentrale delene av gradientene (mellom trinn 3 og 6), men kunne overskride 2 ØAE mellom ekstremtrinnene. Den økologiske avstanden mellom endetrinn varierte mellom 8,726 ØAE (for R-gradienten med $F = 2$) og 11,666 ØAE (for F-gradienten med $R = 8$). På grunn av den store økologiske avstanden mellom de ytterste trinnene langs gradientene, som skyldtes at en stor del av artene som forekom der hadde begrensede toleranser, var den økologiske avstanden mellom de nest ytterste trinnene langs gradientene vesentlig mindre, 7,304–7,948 ØAE for F-gradientene og 5,964–7,205 ØAE for R-gradientene. Dette svarer til en gradientlengde langs hver av disse gradientene, yttertrinnene ikke innbefattet, på henholdsvis $\mathbf{x_g = 6,63–8,01}$ ØAE for F-gradientene og $\mathbf{x_g = 8,11–8,83}$ ØAE for R-gradientene.

Summen av økologiske avstander mellom nabotrinn langs de seks gradientkombinasjonene var bare ubetydelig høyere (5,8–21,9 %) enn økologisk avstand

beregnet mellom gradientendetrinnene direkte ved bruk av PDgeo. Det indikerer at de beregnede økologiske avstandene har akseptabel eller god linearitet, som forventet for et datasett som i utgangspunktet består av sterkt generaliserte data.

B6c Diskusjon

Analysene av datasett B06 viser at kalkinnhold (KA) og variasjon relatert til fuktighet er svært viktig for moser på bergsubstrater. Datasettets spesielle karakter gjør imidlertid at hypotesene ikke kan vurderes bare ut fra de beregnede økologiske avstandene mellom trinn langs gradientene. Det er tre årsaker til dette:

1. De ytterste trinnene langs gradientene representerer artsuttynningssituasjoner, slik at det må utvises varsomhet for å unngå inndeling i uhensiktsmessig mange trinn (se NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2d).
2. Det er uvisst hvor langt ut mot yttergrensene, kanskje særlig mot den rike enden av KA, det virkelig forekommer naturtypeområder i Norge (eventuelt annet enn som steder med geologiske forhold som avviker sterkt fra den 'normale variasjonen').
3. Ellenbergs faktortall for fuktighet uttrykker uttørkingsvarighet (UV), som er en resultant av to svakt korrelerte komplekse gradienter, uttørkingsutsatthet (UU) og overrisling (OR), men datasettet B06 inneholder ikke informasjon om hvordan F-gradienten forholder seg til hvert enkelt av disse gradientbegrepene (hvordan variasjonsbredden langs UV skal fordeles på de to).

Punktene 1 og 2, samt usikkerheten omkring 'oversettelsen' fra Ellenberg faktortall til variasjon langs virkelig komplekse miljøgradienter, legger klare føringer på at analyseresultatene skal omsettes til en konservativ (forsiktig) trinndeling av de aktuelle LKM, det vil si at disse ikke skal deles i flere datasettspesifikke trinn enn det er rimelig grunnlag for. Vi har derfor lagt gradientlengdeestimer beregnet på grunnlag av de *nest* ytterste trinnene langs gradientene (og ikke de ytterste) til grunn for trinndelingen. Sjøl en konservativ bruk også av disse estimatene, som indikerer 6–8 datasettspesifikke trinn langs KA og 5–7 datasettspesifikke trinn langs UV, gir imidlertid en oppdeling i (langt) flere trinn enn langs tilsvarende LKM i andre natursystemer. Det gir grunn til en forsiktig bruk av disse resultatene. Inntil generaliserte artslistedata foreligger, velger vi å legge en konservativ trinninndeling av KA i fem trinn og fuktighetsrelaterte gradienter i 5–6 trinn til grunn for grunntypeinndeling av nakent berg.

Datasett B06 gir ikke grunnlag for å si noe spesifikt om hvordan grensene mellom fem trinn langs KA bør trekkes for at hvert trinn skal favne omtrent like stor variasjon i artssammensetning, og gir derfor heller ikke grunn til å endre trinndelingen av KA i Framlegg 3 (NiNnot124). De fem trinnene det der opereres med, er *1 svært kalkfattig, *2 middels kalkfattig, *3 intermediært, *4 middels kalkrikt og *5 svært kalkrikt.

Gitt at vi legger en inndeling av UV i hele seks standardtrinn til grunn for inndeling av nakent berg, hvor mange trinn er det da grunnlag for å dele UU og OR inn i? I Framlegg 3 deles den parallelle normale hovedtypen på jorddekt fastmark, T~4 Fastmarksskogsmark, inn i 4 UF-trinn, mens det antas at variasjon langs VM bare gir opphav til observerbar forskjell i artssammensetning (gradientlengde < 2 ØAE). Det er imidlertid god grunn til å anta at variasjonen i artssammensetning relatert til OR fra berg uten overrisling til overrislet berg er vesentlig større enn langs VM. Kristian Hassel (pers. medd.) antyder at det kan være grunnlag for å vurdere to trinn innenfor overrislete berg: 'Økende grad av overrisling vil i de fleste tilfeller føre til økende grad av monotonisering av artssammensetningen med dominans av

generalister, f.eks. *Blindia acuta*, *Marsupella emarginata* eller *Diplophyllum albicans*, på berg (betydningen av sprekker og mikrotopografi overkjøres av overrisling). Mer periodevis/uregelmessig overrisling vil gi flere nisjer på berget på grunn av varierende uttørkingsfare (sprekker og mikrotopografi får betydning)'. Som det tredje trinnet kommer da berg som ikke overrisles. Tre trinn langs OR innebærer at mer enn halve artssammensetningen skiftes ut mellom gradientendene, noe som kan synes som en rimelig antakelse. Definisjonene av F-trinn i Tabell B6–1 kan indikere at variasjonen fra trinn F7 til F9 først og fremst er relatert til OR, mens variasjonen fra trinn F1 til F3(–4) først og fremst er relatert til UU. Dette støtter opp under oppfatningen av UU og OR som svakt korrelerte ved at ikke alle kombinasjoner av trinn langs de to LKM er realisert og det støtter opp under oppfatningen av at variasjonen langs UU er større enn variasjonen langs OR. Datasettet gir ingen holdepunkter for om UU bør deles inn i 4 eller 5 trinn. Ut fra prinsippet om at LKM skal deles forsiktig opp, og at LKM aldri skal deles inn i flere trinn enn det er rimelig sikkert at kan forsvares, har vi valgt å foreslå en datasettspesifikk/ hovedtypespesifikk inndeling av KA i 5 trinn, UU i 4 trinn og OR i 3 trinn i hovedtype T~1. Alle de tre LKM blir dermed hLKM for hovedtypen og inngår i dens hovedkompleksvariabelgruppe. Videre er det grunn til å anta at overrisling medfører tilførsel av næringsstoffer i en slik grad at svært kalkfattige forhold ikke kombineres med (sterk) overrisling. Det resulterer i et konsensusframlegg til inndeling av T~1 som vist i Fig. B6–2.

B6d Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B06 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinninndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling
Ingen
B Datasettspesifikk trinn- og klassesdeling av LKM
B1 <u>Kalkinnhold (KA)</u> , med tentativ gradientlengde 5–6 ØAE, er hLKM i T~1 og deles i 5 dtsT (svært kalkfattig, middels kalkfattig, intermediært, middels kalkrikt og svært kalkrikt berg) med 9 dtsbT (se Fig. B6–2);
B2 <u>Uttørkingsutsatthet (UU)</u> , som er lengste del av en kompleks fuktighetsgradient med gradientlengde 6–7 ØAE, har en tentativ gradientlengde 4–5 ØAE, er nest viktigste hLKM i T~1 og deles i 4 dtsT (ikke uttørkingsutsatt, lite uttørkingsutsatt, middels uttørkingsutsatt, svært uttørkingsutsatt) med 8 dtsbT (se Fig. B6–2);
B3 <u>Overrisling (OR)</u> , som er korteste del av en kompleks fuktighetsgradient med gradientlengde 6–7 ØAE, har en tentativ gradientlengde 3–4 ØAE, er tredje viktigste hLKM i T~1 og deles i 3 dtsT (ikke overrislet, periodevis overrislet, ofte overrislet) med 4 dtsbT (se Fig. B6–2)
Konsekvenser for grunntypeinndeling
C1 Analysene støtter et hovedtypespesifikt grunntypeskjema for T~35 med 56 grunntyper fordelt langs 3 hLKM. I tillegg kommer eventuell variasjon relatert til andre LKM.

Tabell B6–1. Grunnlaget for datasett B06: Definisjoner av Ellenberg faktortall for fuktighet (F-tall) og reaksjon (R-tall), brukt til å angi faktortall for britiske moser, etter Hill et al. (2007). G = gradient (F eller R); Tall = Ellenberg faktortall.

G	Tall	Definisjon
F	1	Indicator of extreme dryness, restricted to situations that often dry out for some time (<i>Grimmia donniana</i> , <i>G. laevigata</i> , <i>G. pulvinata</i> , <i>Hedwigia stellata</i> , <i>Syntrichia intermedia</i>)
F	2	Between 1 and 3 (<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> , <i>Racomitrium fasciculare</i> , <i>R. heterostichum</i> , <i>Tortula muralis</i>)
F	3	Dry-site indicator, more often found on dry substrata than on moist places (<i>Aloina aloides</i> , <i>Andreaea rothii</i> , <i>Brachythecium albicans</i> , <i>Didymodon vinealis</i> , <i>Homalothecium sericeum</i> , <i>Microbryum davallianum</i> , <i>Syntrichia ruralis</i>)
F	4	On well-drained terrestrial substrata (<i>Barbula convoluta</i> , <i>Ceratodon purpureus</i> , <i>Fissidens dubius</i> , <i>Trichostomum crispulum</i>) or on bark or rock with some shelter (<i>Metzgeria furcata</i> , <i>Radula complanata</i> , <i>Orthotrichum affine</i> , <i>Rhynchostegiella tenella</i>)
F	5	On moderately moist soils (<i>Barbilophozia floerkei</i> , <i>Bryum bicolor</i> , <i>Dicranum scoparium</i> , <i>Hypnum jutlandicum</i> , <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>) or on bark or rock in moderately humid places (<i>Frullania tamarisci</i> , <i>Metzgeria fruticulosa</i> , <i>Anomodon viticulosus</i> , <i>Cryphaea heteromalla</i> , <i>Ulota bruchii</i>)
F	6	On moist soils (<i>Diplophyllum albicans</i> , <i>Lophocolea bidentata</i> , <i>Atrichum undulatum</i> , <i>Brachythecium rutabulum</i> , <i>Dicranum majus</i> , <i>Polytrichum formosum</i> , <i>Sphagnum quinquefarium</i>) or rock or bark in humid places (<i>Plagiochila porelloides</i> , <i>Scapania gracilis</i> , <i>Homalia trichomanoides</i> , <i>Isothecium myosuroides</i> , <i>Racomitrium aquaticum</i> , <i>Tetraphis pellucida</i>)
F	7	On constantly moist or damp, but not permanently waterlogged substrata (<i>Calypogeia fissa</i> , <i>Conocephalum conicum</i> , <i>Fossombronina pusilla</i> , <i>Scapania nemorea</i> , <i>Bryum pallens</i> , <i>Fissidens adianthoides</i> , <i>Polytrichum commune</i> , <i>Sphagnum capillifolium</i>)
F	8	Between 7 and 9 (<i>Cephalozia connivens</i> , <i>Hygrobiella laxifolia</i> , <i>Odontoschisma sphagni</i> , <i>Pellia epiphylla</i> , <i>Brachythecium rivulare</i> , <i>Campylopus atrovirens</i> , <i>Pohlia wahlenbergii</i> , <i>Sphagnum palustre</i>)
F	9	In waterlogged sites, either in streams and flushes (<i>Chiloscyphus polyanthos</i> , <i>Trichocolea tomentella</i> , <i>Bryum pseudotriquetrum</i> , <i>Dicranella palustris</i> , <i>Philonotis fontana</i> , <i>Rhynchostegiella teneriffae</i> , <i>Sphagnum teres</i>) or on bogs (<i>Cladopodiella fluitans</i> , <i>Kurzia pauciflora</i> , <i>Mylia anomala</i> , <i>Sphagnum denticulatum</i> , <i>S. fallax</i>)
R	1	Indicator of extreme acidity, never found on weakly acid or basic substrata (<i>Calypogeia neesiana</i> , <i>Gymnocolea inflata</i> , <i>Odontoschisma sphagni</i> , <i>Riccardia latifrons</i> , <i>Campylopus brevipilus</i> , <i>Sphagnum austinii</i> , <i>S. compactum</i> , <i>S. tenellum</i>)
R	2	Between 1 and 3 (<i>Barbilophozia floerkei</i> , <i>Cephalozia bicuspidata</i> , <i>Diplophyllum albicans</i> , <i>Mylia taylorii</i> , <i>Scapania gracilis</i> , <i>Andreaea rothii</i> , <i>Campylopus atrovirens</i> , <i>Grimmia donniana</i> , <i>Polytrichum commune</i> , <i>Racomitrium fasciculare</i> , <i>R. heterostichum</i> , <i>Rhytidiadelphus loreus</i> , <i>Sphagnum fallax</i>)
R	3	On acid substrata, often on base-poor mineral soils or in acid flushes (<i>Calypogeia fissa</i> , <i>Marsupella emarginata</i> , <i>Saccogyna viticulosa</i> , <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Calliergon stramineum</i> , <i>Dicranum majus</i> , <i>D. scoparium</i> , <i>Hedwigia stellata</i> , <i>Orthodontium lineare</i> , <i>Sphagnum palustre</i>)
R	4	Between 3 and 5 (<i>Calypogeia arguta</i> , <i>Frullania tamarisci</i> , <i>Lophocolea bidentata</i> , <i>Pellia epiphylla</i> , <i>Scapania undulata</i> , <i>Calliergon cordifolium</i> , <i>Dicranella palustris</i> , <i>Dicranoweisia cirrata</i> , <i>Isothecium myosuroides</i> , <i>Philonotis fontana</i>)
R	5	On moderately acid soils (<i>Anthoceros</i> spp., <i>Fossombronina pusilla</i> , <i>Trichocolea tomentella</i> , <i>Atrichum undulatum</i> , <i>Fissidens bryoides</i> , <i>Pleuridium</i> spp., <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>) or rock or bark (<i>Lejeunea lamacerina</i> , <i>Metzgeria furcata</i> , <i>Pohlia cruda</i> , <i>Schistidium rivulare</i> , <i>Ulota bruchii</i>)
R	6	On basic soil (<i>Conocephalum conicum</i> , <i>Brachythecium rutabulum</i> , <i>Bryum pseudotriquetrum</i> , <i>Eurhynchium hians</i> , <i>Plagiomnium undulatum</i>) in basic waters (<i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Rhynchostegium riparioides</i>) or on basic rock or bark (<i>Frullania dilatata</i> , <i>Plagiochila porelloides</i> , <i>Radula complanata</i> , <i>Cryphaea heteromalla</i> , <i>Isothecium alopecuroides</i> , <i>Orthotrichum affine</i>)
R	7	On strongly basic substrata, sometimes on siliceous rocks or soil (<i>Pellia endiviifolia</i> , <i>Amblystegium serpens</i> , <i>Barbula convoluta</i> , <i>Bryum bicolor</i> , <i>Calliergonella cuspidata</i> , <i>Ctenidium molluscum</i> , <i>Didymodon fallax</i> , <i>Fissidens taxifolius</i> , <i>Homalothecium sericeum</i> , <i>Microbryum davallianum</i>)
R	8	Between 7 and 9 (<i>Porella platyphylla</i> , <i>Aloina aloides</i> , <i>Anomodon viticulosus</i> , <i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> , <i>Didymodon rigidulus</i> , <i>D. vinealis</i> , <i>Grimmia pulvinata</i> , <i>Palustriella commutata</i> var. <i>commutata</i> , <i>Orthotrichum anomalum</i> , <i>Syntrichia intermedia</i> , <i>Tortula muralis</i>)
R	9	On substrata with free calcium carbonate, mainly chalk and limestone (<i>Cephalozia baumgartneri</i> , <i>Eucladium verticillatum</i> , <i>Pleurochaete squarrosa</i> , <i>Seligeria calcarea</i> , <i>Tortella nitida</i>)

Tabell B6–2. Fordeling av optima for de 514 moseartene i datasett B06 på kombinasjoner av trinn langs F- og R-gradientene (Fuktighet og Reaksjon), angitt som Ellenberg faktortall for britiske moser, etter Hill et al. (2007). Definisjoner av trinnene 1 til 9 for hver gradient er gitt i Tabell B6–1.

		R-tall									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
F-tall	1		4	2	5	1		1	3		16
	2		3	1	2	1		9	3		19
	3		6	2	1	1	2	5	4		21
	4		7	3	6	4	8	15	12	2	57
	5	1	19	26	10	7	11	38	11	4	127
	6	1	27	23	22	12	20	27	2		134
	7	2	10	5	6	11	9	10	1	1	55
	8	3	3	7	5	14	13	4	1		50
	9		3	6	5	7	6	5		3	35
		7	82	75	62	58	69	114	37	10	514

Tabell B6–3. Fordeling av estimerte toleranser for de 514 moseartene i datasett B06 i forhold til F- og R-gradientene (Fuktighet og Reaksjon), basert på ekspertvurderinger. Toleranse er angitt som standardavviket (sd) i en bivariat normalfordelingskurve, tilpasset artenes estimerte relative mengder for hvert trinn langs F- og R-gradientene (Fuktighet og Reaksjon), angitt som Ellenberg faktortall for britiske moser, etter Hill et al. (2007). Artenes toleranse overfor gradientene øker fra sd = 2.0 (svært liten toleranse) til 0,5 (svært vid toleranse), se Fig. B6–1. Definisjoner av trinnene 1 til 9 for hver gradient er gitt i Tabell B6–1.

		Rsd				
		0,5	1,0	1,5	2,0	
Fsd	0.5	1	6	1		8
	1	7	113	79		199
	1.5		117	155	11	283
	2		6	16	2	24
		8	242	251	13	514

Tabell B6–4. Samvariasjon mellom estimert optimum og estimert toleranse for de 514 moseartene i datasett B06 langs F- og R-gradientene (Fuktighet og Reaksjon, angitt som Ellenberg faktortall. Optima er estimater for britiske moser (Hill et al. 2007), mens toleranser er angitt som standardavviket (sd) i en bivariat normalfordelingskurve, tilpasset artenes estimerte relative mengder for hvert trinn langs den aktuelle gradienten. Definisjoner av trinnene 1 til 9 for hver gradient er gitt i Tabell B6–1.

Trinn langs gradient	Fsd				Rsd			
	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
1		10	6			2	5	
2	1	9	9		1	40	41	
3		10	11		1	43	31	
4		31	26		3	35	22	2
5	4	64	55	4	2	39	17	
6	3	51	74	6	1	35	32	1
7		11	41	3		41	72	1
8		12	34	4		6	27	4
9		1	27	7		1	4	5

Tabell B6–5. Fordeling av artsantall (antall arter med mengdeverdi ≥ 1) i hver av de 81 artslistene for kombinasjoner av trinn langs F- og R-gradientene (Fuktighet og Reaksjon), angitt som Ellenberg faktortall for britiske moser, etter Hill et al. (2007). Definisjoner av trinnene 1 til 9 for hver gradient er gitt i Tabell B6–1.

		R-tall								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
F-tall	1	32	66	112	158	178	193	160	110	50
	2	55	116	183	255	309	329	284	199	93
	3	57	121	202	294	354	393	339	235	127
	4	56	120	203	285	347	375	330	244	142
	5	44	117	200	273	332	347	310	234	149
	6	51	112	198	290	336	359	301	231	149
	7	40	118	195	276	318	315	275	209	112
	8	41	97	160	209	237	221	172	110	49
	9	17	42	74	98	112	89	66	38	19

Tabell B6-6. Økologisk avstand (angitt i ØAE) mellom artslister for nabotrinn og endetrinn langs hver av F- og R-gradientene når variasjon langs den andre gradienten holdes konstant. GrA = gradient som blir adressert; GrK = gradient som blir holdt konstant, med angivelse av hvilket trinn variasjonen blir fiksert.

GrA	GrK	Trinn som blir sammenliknet									
		12	23	34	45	56	67	78	89	28	19
R	F = 2 (ml <i>extremely dry</i> og <i>dry</i>)	1.075	1.333	1.244	1.407	1.887	1.103	0.949	1.641	7.205	8.726
R	F = 5 (<i>moderately moist</i>)	1.267	0.996	1.081	1.333	1.377	1.133	1.139	1.912	5.964	8.830
R	F = 8 (ml <i>constantly moist</i> or <i>damp</i> og <i>permanently waterlogged</i>)	1.267	1.219	1.304	1.259	1.170	1.309	1.891	2.809	6.405	10.257
F	R = 2 (ml <i>extremely acid</i> og <i>acid</i>)	1.333	1.565	1.487	1.094	0.978	1.199	1.625	2.000	7.304	10.637
F	R = 5 (<i>moderately acid</i>)	1.570	1.781	1.295	1.170	1.051	1.311	1.591	1.554	7.578	10.701
F	R = 8 (ml <i>strongly basic</i> og <i>substrate with free calcium carbonate</i>)	1.459	1.462	1.357	1.280	1.398	1.624	2.088	2.780	7.948	11.666

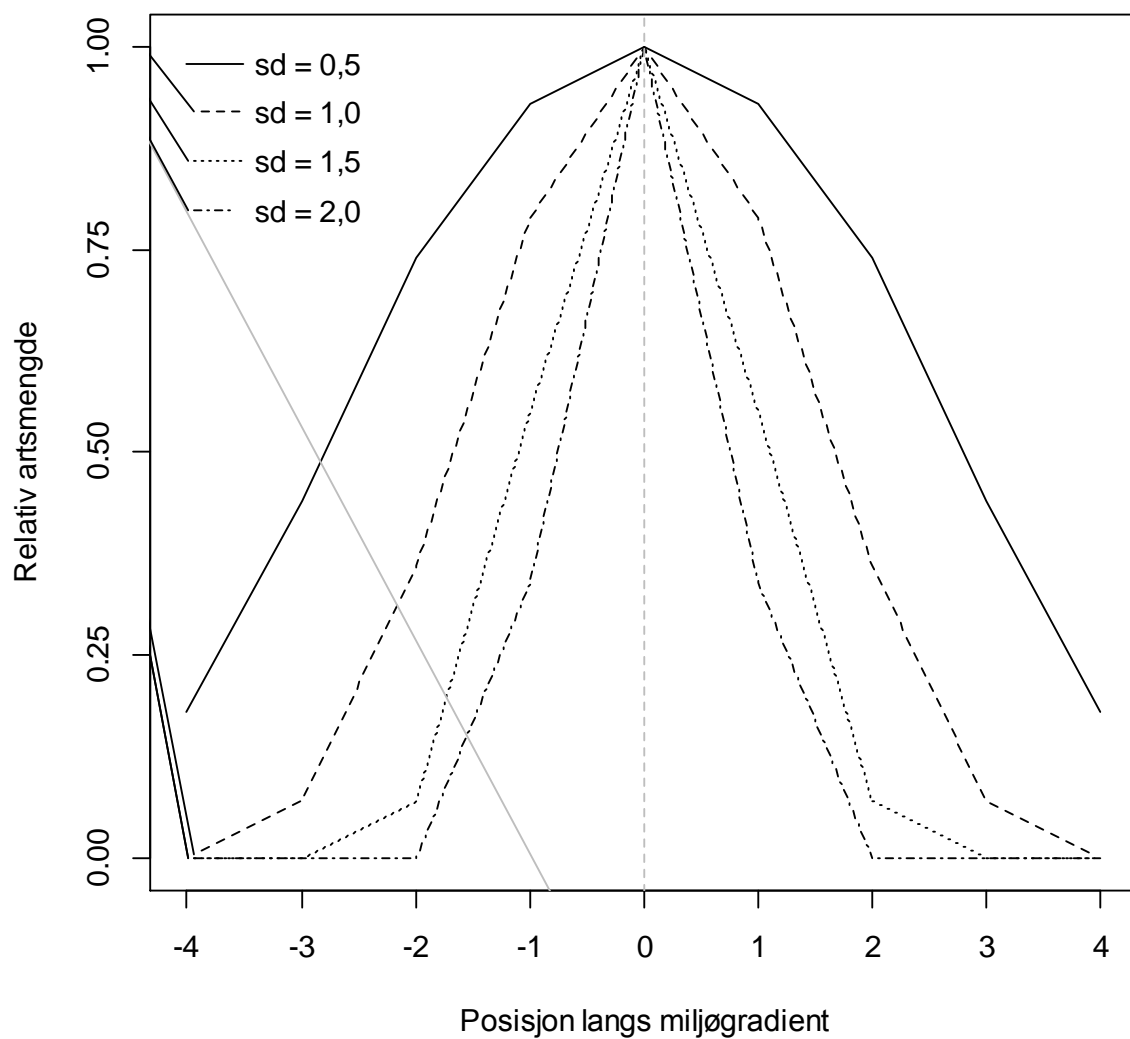


Fig. B6–1. Responskurver for arter med optimum langs en miljøgradient i posisjonen 0 og toleranse angitt som standardavvik = 0,5 (vid), 1,0, 1,5 eller 2,0 (liten) i en normalfordelingskurve med middelerdi 0.

2 UE	(4) svært uttørkingsutsatt (basistrinn gh)	OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)
	(3) middels uttørkingsutsatt (basistrinn ef)	OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)
	(2) lite uttørkingsutsatt (basistrinn cd)	OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)
	(1) ikke uttørkingsutsatt (basistrinn ab)	OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)	OR(3) OR(2) OR(1)
		(1)/#1/ *1 svært kalkfattig (basistrinn a)	(2)/ #2-3/ *2 middels kalkfattig (basistrinn bc)	(3)/ #4-5/ *3 intermediær (basistrinn de)	(4)/ #6-7/ *4 kalkrik (basistrinn fg)	(5)/ #8-9/ *5 svært kalkrik (basistrinn h)
1 KA						

Fig. B6–2. Tentativ konsensusinndeling av hovedtype-kandidat T~1 nakent berg på grunnlag av hLKM kalkinnhold (KA) og uttørkingsutsatthet (UU) som er inndelt i henholdsvis 5 og 4 datasettspesifikke trinn (dtsT) for datasett B06 (trinn angitt (1), (2) etc.). Karakteristiske trinnkombinasjoner med den tredje LKM, også en hLKM, overrisling (OR), som er inndelt i 3 datasettspesifikke trinn i T~1 [(1) ikke overrislet, (2) periodevis overrislet, (3) ofte overrislet] med datasettspesifikke basistrinn [1] = [a] og [2] = [b,c] og [3] = [d]) er indikert i hver enkelt boks. Tilsvarende kandidattrinn i den testete naturtypehypotesen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc.

B7 Datasett B07: Planter og lav i semi-naturlig eng og relaterte natursystem-hovedtyper

Rune Halvorsen og Ann Norderhaug

B7a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B07 inneholder artslister for variasjon innenfor hovedtype-kandidaten T~36 Semi-naturlig eng, samt sammenliknbare naturtypekandidater innenfor naturtyper som grenser opp mot T~36 i det økologiske rommet; T~4 Fastmarksskogsmark; T~45 Oppdyrket varig eng og V~9 Semi-naturlig våteng. Metadata for B07 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B7–1. B07 inneholder 26 artslister med til sammen 728 arter; 557 karplanter (inkludert bartrær, karsporeplanter og dekkfrøete planter), 40 levermoser, 95 bladmoser og 16 lav.

Et helt sentralt element i NiN, både versjon 1 og den nye versjon 2, er den prinsipielle håndteringen av menneskepåvirkning (se NiN[2] Artikkel 2, kapittel B3) med LKM hevdintensitet (HI) som en nøkkel til å definere hovedtyper og til å dele disse videre opp i grunntyper. I NiN[2] Artikkel 2, kapittel B3g (og i Framlegg 3; se NiNnot124e3) er HI delt opp i tre intervaller som definisjonsmessig markerer skillet mellom naturlig mark, semi-naturlig mark og sterkt endret mark. Hvert av disse intervallene skal så deles inn i et antall basistrinn og gjøres gjenstand for hovedtypespesifikk inndeling i standardtrinn på grunnlag av trinninndelingskriteriene som er beskrevet i NiN[2] Artikkel 2, kapitler B2e–h og Vedlegg 5). I Framlegg 3 er HI tentativt inndelt i 8 kandidattrinn, 2 innenfor naturlig mark og 3 innenfor hver av intervallene semi-naturlig mark og sterkt endret mark. Den sentrale naturtypeinndelingshypotesen knyttet til menneskepåvirkning er derfor:

B07–H1 (kat. 2c): (a) Hevdintensitet (HI) kan oppfattes som én kompleks miljøgradient som utspenner hele variasjonsbredden fra naturlig mark via semi-naturlig mark til sterkt endret mark. (b) HI bør deles i to naturtypespesifikke trinn i T~4 Fastmarksskogsmark, tre trinn i T~36 Semi-naturlig eng og tre trinn i T~45 Oppdyrket varig eng.

Denne grunnleggende viktige hypotesen blir testet ved bruk av deldatasett B07A som omfatter hele variasjonen langs HI for naturtypekandidater som er mest mulig sammenliknbare med hensyn til andre viktige LKM. I Framlegg 3 angis fem lokale komplekse miljøvariabler som potensielle hovedkompleksvariabler innenfor hovedtypekandidaten T~36 Semi-naturlig eng: hevdintensitet (HI), kalkinnhold (KA), uttørkingsfare (UF), kildevannspåvirkning (KI) og slåttemarkspreg (SP). Ettersom ikke slåttemarkspreg (SP) varierer helt uavhengig av HI (hevd i naturlig mark, f.eks. fastmarksskogsmark, innebærer beiting, mens intensiv hevd (på sterkt endret mark) oftest innebærer slått), er det hensiktsmessig å sette sammen deldatasett B07A slik at det fanger opp hele spennvidden langs HI og SP for naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til KA (KA#3 middels kalkrik), UF (UF#1 frisk) og KI (KI#1 ingen eller svak kildevannspåvirkning). Deldatasett B07A, som inneholder 11 artslister, åpner også for å teste følgende naturtypeinndelingshypotese (se Fig. B7–1a):

B07–H2 (kat. 2a): Slåttemarkspreg (SP) er en tLKM innenfor T~36 (og T~45) og bør, implisitt, deles i to datasettspesifikke klasser.

I hovedtyper med stor og kompleks variasjon må betydningen av hver enkelt LKM og trinndeling av disse analyseres ved separat analyse av serier av naturtypekandidater der variasjon langs andre LKM holdes konstant (NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2b–d). Sjøl om det er en langsiktig målsetting for arbeidet med NiN at alle grunntyper skal belegges med flere artslistor (fra ulike deler av landet), har det i arbeidet med NiN versjon 2 vært nødvendig å prioritere etablering av flest mulig serier av artslistor for sammenliknbare naturtypekandidater framfor at hvert enkelt artslistedatasett skulle inneholde artslistor for en fullstendig naturtypehypotese. Datasett B07 er et typisk eksempel på dette; datasettet inneholder artslistor som gjør det mulig å definere til sammen seks deldatasett som åpner for å teste ytterligere fire naturtypeinndelingshypoteser:

B07–H3 (kat. 2c): (a) Kalkinnhold (KA) er en hLKM innenfor T~36, som (b) bør deles i 4 datasettspesifikke trinn.

B07–H4 (kat. 2a): Uttørkingsfare (UF) er en tLKM innenfor T~36 og bør, implisitt, deles i to datasettspesifikke trinn.

B07–H5 (kat. 2a): Kildevannspåvirkning (KI) er en tLKM innenfor T~36 og bør, implisitt, deles i to datasettspesifikke trinn.

B07–H6: Våteng (V~9) skiller seg vesentlig fra T~36 Semi-naturlig eng med hensyn til artssammensetning.

Hypotese B07–H6 angår for så vidt ikke typeinndelingen i NiN versjon 2 ettersom grensa mellom hovedtypegruppene fastmarkssystemer og våtmarkssystemer bestemmes av kriteriene for avgrensning mellom hovedtypegrupper (se NiN[2] Artikkel 2, Vedlegg 6A), ikke av kriterier knyttet til enkelte hovedtyper eller til enkelte LKM. Hypotese B07–H6 er likevel inkludert her og testet fordi det knytter seg generell interesse til å vite hvor forskjellige våtengene er fra semi-naturlige enger på fastmark. Vannmetning (VM) er en differensierende LKM for V~9 i forhold til T~36 og, generelt, for våtmarkssystemer i forhold til fastmarkssystemer (V~9 er definert som VM#3 våtmark).

Deldatasett B07B omfatter 4 artslistor fra T~36 der KA varierer mens alle andre LKM holdes konstant (HI#4 ekstensiv hevd, UF#1 frisk, KI#1 ingen eller svak kildevannspåvirkning, SP#A beitemark), og benyttes til å teste hypotese B07–H3. Deldatasett B07C omfatter 6 artslistor fra T~36 med variasjon i HI (fra HI#3svært ekstensiv hevd til HI#5 ekstensiv hevd med svake spor etter intensiv hevd) og UF (UF#1 frisk og UF#2 tørkeutsatt), mens de andre LKM holdes konstant (KA#3 middels kalkrik, UF#1 frisk, SP#1 beitemark). Dette deldatasettet benyttes til å teste hypotese B07–H4 (illustrert i Fig. B7–1b). Deldatasett B07D omfatter 10 artslistor fra T~4 og T~36 med variasjon i HI (fra HI#1 til HI#5) og KI (KI#1 ingen eller svak kildevannspåvirkning og KI#2 svak kildevannspåvirkning), mens de andre LKM holdes konstant [KA#3 middels kalkrik, UF#1 frisk, SP#A beitemark]. Dette deldatasettet benyttes til å teste hypotesen B07–H5 (illustrert i Fig. B7–1c). Deldatasett B07E omfatter 4 artslistor, to fra T~36 som også inngår i B07D (artslistor for kombinasjonene KA#3, UF#1 frisk, KI#1 og KI#2 ingen og svak kildevannspåvirkning, SP#A) og to (for tilsvarende KI-trinn) i hovedtypekandidaten V~9 Våteng. Dette datasettet er tilrettelagt for testing av hypotese B07–H6. I det siste deldatasettet, B07F, som også inneholder fire artslistor, sammenliknes lister for ulike kombinasjoner av KI (KI#1 og KI#2) med ulike kombinasjoner av med sammenliknbare lister for SP (SP#A og SP#B), slik at naturtypehypotese B07–H2 også kan testes på svakt kildevannspåvirket mark.

Fig. B7–1 illustrerer naturtypeinndelingshypotesene som adresseres gjennom utvalgene av artslistor i deldatasettene B07A, B07C og B07D.

B7b Resultater og tolkning: Deldatasett B07A

Den beregnede økologiske avstanden mellom endetrinnsnaturtypekandidatene langs HI (som imidlertid ikke representerer samme SP-trinn, fordi ikke alle SP-trinn er realisert for alle HI-trinn; se Fig. B7-1) var 8,122 ØAE. Dette tilsvarer mer enn to ganger fullstendig artsutskifting. Variasjonen i ØAE mellom nabotrinns langs HI (gitt samme SP; blåfargete celler i Fig. B7-2) var liten; 0,946 ØAE mellom HI#1 (tresatt areal uten synlig hevdpåvirkning) og HI#2 (beiteskog) i T~4; 0,961–1,242 ØAE mellom HI#3, HI#4 og HI#5 (de tre kandidattrinnene som HI var delt inn i innenfor T~36 i Framlegg 3); og 1,328–1,416 ØAE mellom HI#6, HI#7 og HI#8 (de tre kandidattrinnene som HI var delt inn i innenfor T~45). Forskjeller i ØA mellom nabotrinnsnaturtypekandidater langs HI som var plassert i ulike hovedtypekandidater var i samme størrelsesorden som ØA-forskjellene mellom andre nabotrinns; 1,110 ØAE mellom HI#2 og HI#3 og 1,345–1,655 ØAE mellom HI#5 og HI#6 (se Fig. B7-2).

De estimerte økologiske avstandene mellom naturtypekandidater på ulike trinn langs HI som var sammenliknbare med hensyn til SP var additive i hvert av intervallene HI#1–HI#4 og HI#4–HI#8 (verdier for ikke-linearitetsparameteren henholdsvis $u = 0,06$ og $u = 0$), men ikke i intervaller som inkluderte HI#4. Mens den økologiske avstanden mellom HI#3 og HI#5 (SP#A) var 1,631 ØAE, var summen av ØA (HI#3, HI#4) og ØA (HI#4, HI#5) 2,203 ØAE ($u = 0,57$). Siden økologiske avstander mellom naturtypekandidater i datasettet for øvrig var nær perfekt additive, gir disse resultatene grunn til å anta at årsaken ikke er mangel på generalisering.

Den økologiske avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater for de to SP-klassene (SP#A beitemark og SP#B slåttemark) varierte svært lite, fra 0,994 til 1,180 ØAE (oransjefargete celler i Fig. B7-2). Dette svarer til gradientlengder $\mathbf{x}_g = 1,66\text{--}1,97$ ØAE, som ikke gir grunnlag for å legge SP til grunn for inndeling av T~36 i grunntyper. SP omfatter imidlertid to datasettspesifikke basistrinn, som kan brukes til å beskrive utforminger for beite- og slåttemark.

Den todimensjonale GNMDS-ordinasjonen av de 11 artslistene i deldatasett B07A viser en nesten helt jevn fordeling av naturtypekandidater langs akse 1, relatert til kandidattrinns langs HI (Fig. B7-3). GNMDS-akse 2 skilte naturtypekandidater for slåttemark fra naturtypekandidater for beitemark med en avstand på 0,4–0,5 H.C.-enheter langs GNMDS-akse 2. I tillegg viste avstandene mellom naturtypekandidatene '3A', '4A' og '5A' i GNMDS-diagrammet de samme ikke-lineære relasjonene som de økologiske avstandene mellom de tre naturtypekandidatene, beregnet direkte som $4 \times \text{PD}_{\text{geo}}$. GNMDS-ordinasjonsresultatene bekrefter dermed resultatene av ØA-beregningene og gir sterk støtte til en hypotese om at naturtypekandidater for HI#4 har kvalitative egenskaper ved artssammensetningen som skiller dette trinnet fra nabotrinnene langs HI. GNMDS-ordinasjonen indikerer at disse kvalitative egenskapene er koblet sammen med egenskaper som kjennetegner slåttemark.

GNMDS-ordinasjonen ble langt på veg bekreftet av den parallelle DCA-ordinasjonen (Fig. B7-4). Kendall's τ mellom par av akser var 1 ($P < 0,0001$, $n = 11$) for akse 1 (viser at naturtypekandidatene ble ordnet i perfekt samme rekkefølge) og 0,527 for akse 2 ($P = 0,0264$, $n = 11$). Også DCA-akse 2 viste en konsistent forskjell mellom slåttemark og beitemark med en avstand på 0,7–1,1 S.D.-enheter, og også DCA viste at den ekstensivt hevdete slåttemarka (trinnskombinasjon '4B' i Fig. B7-4) var den naturtypekandidaten som hadde den mest utpreget avvikende artssammensetningen i forhold til beitemarkstypene langs HI. DCA-diagrammet 'flater imidlertid ut' den ikke-lineære relasjonen mellom HI#3, HI#4 og HI#5. Det kan forklares av at *detrending*-algoritmen i DCA fjerner all systematisk samvariasjon

mellom aksene, slik at metoden ikke vil vise et bilde av relasjoner mellom '3A', '4A' og '5A' i datasettet lik det som kommer til uttrykk i Fig. B7-3 uansett om slike relasjoner faktisk finnes. Avviket fra GNMDS-ordinasjonsresultatet er derfor ingen indikasjon på at mønsteret i Fig. B7-2 og 3 ikke er en reell egenskap ved datasettet.

Akselengder for aksene 1 og 2, basert på plassering av naturtypekandidater, var henholdsvis 3,50 og 1,11 H.C.-enheter for GNMDS og 4,53 og 1,31 S.D.-enheter for de tilsvarende DCA-aksene. DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0,560 og 0,130. Disse akselengdeestimatene var lavere enn gradientlengdeestimatet for hele HI fra HI#1 til HI#8 basert på ØA mellom endetrinnskandidater, som er $x_g = 8,85$ ØAE (3,50 H.C.-enheter svarer til ca. 7 ØAE, 4,5 S.D.-enheter svarer til ca. 5,8 ØAE). Årsaken til uoverensstemmelsen kan være at variasjonen i den intensivt hevdede delen av HI representerer en artsuttynningssituasjon der ordinasjonsmetodene estimerer den økologiske avstanden til å være noe mindre enn ved direkte beregning ved bruk av PDgeo. En mer plausibel forklaring er at artsuttynningsintervallet fra HI#5-6 til HI#8 oppfattes forskjellig av ordinasjonsmetodene (som separerer artslistene i artsuttynningsintervaller mindre enn PDgeo gjør, se Fig. B7-3,4).

Standardtrinndelingen av HI må tilpasses de fastlagte grensene mellom de tre prinsipielt forskjellige hovedtypene for naturlig mark, semi-naturlig mark og sterkt endret mark (henholdsvis T~4, T~36 og T~45). Akselengder er derfor beregnet separat for HI for den *a priori* inndelingen i tre intervaller ved å bruke nabo-naturtypekandidaten(e) i tilgrensende intervall(er) til å definere grensa mellom intervallene (se NiN[2] Artikkel 2, kap. B2g, punkt 5b i prosedyra for beregning av gradientlengde for detaljer). Estimert gradientlengde for HI var $x_g = 1,59$ ØAE [$u = 0,12$, ØAkorr (HI#1, HI#3) = 1,80] i naturlig mark; $x_g = 3,43$ ØAE i semi-naturlig mark [når vi tar hensyn til de unike egenskapene til HI#4 og benytter $x_e = \text{ØA}(\text{HI}\#2, \text{HI}\#4) + \text{ØA}(\text{HI}\#4, \text{HI}\#6)$ som grunnlag for gradientlengdeberegningene]; og $x_g = 4,04$ ØAE i sterkt endret mark dersom vi ikke tar hensyn til at intervallet langs HI som utspennes av sterkt endret mark er et artsuttynningsintervall. I henhold til NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2g (utfyllende kriterier, punkt 3) skal imidlertid gradientlengden i artsuttynningsintervaller justeres ned. Et gradientlengdeestimat på $x_g = 3,40$ ØAE er derfor lagt til grunn for framlegget til datasettspesifikk trinndeling av HI. Den totale datasettspesifikke gradientlengden for HI blir da $x_g = 8,42$ ØAE som gir grunnlag for å opprettholde en inndeling av HI i 8 datasettspesifikke standardtrinn i henhold til hypotese B07-H1, med 2 trinn (med to basistrinn) i naturlig mark, 3 trinn (med 4 basistrinn) i semi-naturlig mark og 3 (med inntil 5 basistrinn) i sterkt endret mark (se Fig. B7-5a).

B7c Resultater og tolkning: Deldatasett B07B

Beregnete økologiske avstander mellom nabonaturtypekandidater for frisk semi-naturlig beitemark med ekstensivt preg (uten kildevannspåvirkning; HI#4&UF#1&KI#1&SP#A), var vesentlig større mellom KA#1 kalkfattig og KA#2 intermediær enn mellom de øvrige KA-trinnene (Fig. B7-6). Den økologiske avstanden mellom endetrinns-naturtypekandidater var 3,276 ØAE, som svarer til gradientlengden $x_g = 4,05$ ØAE ($u = 0$), som gir grunnlag for inndeling i 4 datasettspesifikke trinn (Fig. B7-5b). For å tilfredsstille kravene om at hvert standardtrinn skal ha en utstrekning på minst 0,75 ØAE, må grensene mellom trinnene forskyves mot det fattige; utstrekningen av KA#4 slik naturtypekandidatene var definert i artslistedatasett B07 var bare 0,60 ØAE, mens utstrekningen av KA#2 var 0,84 ØAE.

B7d Resultater og tolkning: Deldatasett B07C

Økologiske avstander mellom naturtypekandidater i kalkrik beitemark (KA#3&KI#1&SP#A) for de to trinnene som uttørkingsfare (UF) er delt inn i varierte lite, fra 1,387 til 1,678 ØAE (størst for HI#3, lavest for HI#4; se Fig. B7–7). Dette tilsvarer gradientlengder på $\mathbf{x}_g = 2,31\text{--}2,80$ ØAE, som gir grunnlag for inndeling i to datasettspesifikke trinn med inntil 4 basistrinn.

Ikke-lineariteten mellom HI-trinnene 3, 4 og 5 for UF#1 som ble påvist ved analyse av deldatasett B07A (med verdi $u = 0,57$ for ikke-linearitetsparameteren), var nesten like sterk for UF#2 ($u = 0,42$). Dette styrker hypotesen om at ekstensivt hevdete enger (HI#4 i T~36) har unike egenskaper som skiller slike enger både fra mindre og fra sterkere hevdede mark. Variasjonen i artssammensetning langs HI [summen av ØA(HI#3, HI#4) og ØA(HI#4, HI#5)] er mindre for tørkeutsatte semi-naturlige enger ($x_s = 1,83$ ØAE, svarer til $\mathbf{x}_g = 2,74$ ØAE) enn for friske enger [$x_s = 2,20$ ØAE, svarer til $\mathbf{x}_g = 3,30$ ØAE ved beregning fra de tre artslistene i deldatasett B07C (3,43 ØAE når vi benytter artslistene for intervallene (HI#2, HI#3) og (HI#5, HI#6) til å beregne gradientlengden). Dette kan indikere at det ikke er grunnlag for å opprettholde grunntyper for en kombinasjon av 3 HI-trinn i tre datasettspesifikke trinn for UF#2.

B7e Resultater og tolkning: Deldatasett B07D

Økologiske avstander mellom naturtypekandidater i kalkrik beitemark (KA#3&KI#1&SP#A) for de to trinnene som kildevannspåvirkning (KI) er delt inn i varierte også lite, fra 1,568 til 1,734 ØAE (størst for HI#4, lavest for HI#3; se Fig. B7–8). Dette tilsvarer gradientlengder på $\mathbf{x}_g = 2,61\text{--}2,89$ ØAE, som gir grunnlag for inndeling av KI i to datasettspesifikke trinn med inntil 4 basistrinn. Den økologiske avstanden mellom artslistene for KI-trinn #1 og #2, var mindre for naturtypekandidater i T~4 enn i T~36 (Fig. B7–8).

Ikke-lineariteten mellom HI-trinnene 3, 4 og 5 for UF#1&KI#1 som ble påvist ved analyse av deldatasett B07A (med verdi $u = 0,57$ for ikke-linearitetsparameteren) består, men var litt mindre sterk for KI#2 ($u = 0,31$) enn for UF#2 ($u = 0,42$). DCA 2 skilte også konsekvent naturtypekandidater med KI#2 fra kandidater med UF#1&KI#1. Variasjonen i artssammensetning langs HI [summen av ØA(HI#3, HI#4) og ØA(HI#4, HI#5)] er mindre for kildevannspåvirkete semi-naturlige enger ($x_s = 1,95$ ØAE, svarer til $\mathbf{x}_g = 2,93$ ØAE) enn for friske enger [$x_s = 2,20$ ØAE, svarer til $\mathbf{x}_g = 3,30$ ØAE ved beregning fra de tre artslistene i deldatasett B07C (3,43 ØAE når vi benytter artslistene for intervallene (HI#2, HI#3) og (HI#5, HI#6) til å beregne gradientlengden), noe som indikerer at det kanskje ikke er grunnlag for å opprettholde en oppdeling av HI i tre datasettspesifikke trinn for KI#2.

Den større homogeniteten i artssammensetning innenfor kildevannspåvirkete systemer resulterer også i kortere ØA mellom naturtypekandidater for HI#1 og HI#5 for svakt kildevannspåvirket mark ($x_e = 3,160$) enn for mark som ikke er kildevannspåvirket ($x_e = 3,558$).

Den todimensjonale GNMDS-ordinasjonen av de 10 artslistene i deldatasett B07D viste en jevn fordeling av naturtypekandidater langs akse 1, relatert til kandidattrinn langs HI (Fig. B7–9). GNMDS-akse 2 skilte naturtypekandidater for tydelig kildevannspåvirket mark (KI#2) fra naturtypekandidater uten kildevannspåvirkning (KI#1) med økende avstand fra lågurtskog uten hevdpåvirkning (0,41 og 0,47 H.C.-enheter for HI#1 og HI#2, dvs. i T~4) til semi-naturlige enger (0,75 H.C.-enheter for HI#3 og 0,77 H.C.-enheter for HI#4 og HI#5). Denne ordinasjonen viste ikke tegn på at naturtypekandidater for HI#4 har kvalitative egenskaper ved artssammensetningen som skiller dette trinnet fra nabotrinne.

DCA-ordinasjonen av deldatasett B07D (med egenverdier for aksene 1 og 2 henholdsvis 0,3935 og 0,1407) viste i grove trekk samme mønster som GNMDS-ordinasjonen, men med en forskyvning av naturtypekandidatene HI#4&KI#1 og HI#5&KI#1 relativt til de samsvarende naturtypekandidatene langs DCA 1 (se Fig. B7–10). DCA-akse 1 bekreftet likevel GNMDS-akse 1 (Kendall's $\tau = 0,8667$, $P = 0,0001$, $n = 10$). DCA-akse 2 skilte, i likhet med GNMDS-akse 2, naturtypekandidater med KI#2 fra kandidater med KI#1, men avstandene mellom sammenliknbare naturtypekandidater var omvendt av mønsteret langs GNMDS-akse 2; avstandene langs DCA-akse 2 avtok med økende HI-trinn (Fig. B7–10). Dette mønsteret gjenspeiler ikke relasjonene i den økologiske avstandsmatrissa, og er sannsynligvis (i likhet med den relative forskyvningen av naturtypekandidater langs DCA-akse 1) et resultat av *detrending*-prosedyren uten rot i struktur i datasettet. DCA-akse 2 var likevel korrelert med GNMDS-akse 2, men ikke signifikant (Kendall's $\tau = 0,4222$, $P = 0,1083$, $n = 10$).

Ordinasjonsaksenes akselengder, henholdsvis 1,39 H.C.-enheter og 2,39 S.D.-enheter langs akse 1, var lavere, men ikke mye lavere, enn de direkteberegnete økologiske avstandene i Fig. B7–8 skulle tilsi.

B7f Resultater og tolkning: Deldatasett B07E

Analysene av deldatasett B07E viste at det er vesentlig forskjell (> 2 ØAE) mellom sammenliknbare naturtypekandidater på semi-naturlig eng på fastmark og på våtmark (Fig. B7–11). Forskjellen var størst på mark uten tydelig kildevannspåvirkning, men den beregnede ØA-verdien er svært usikker og sannsynligvis sterkt 'oppblåst' på grunn av at datasettet inneholder få observasjonseenheter med svake innbyrdes relasjoner. Den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater i T~36 og V~9 som skiller seg bare med hensyn til kildevannspåvirkning (KI), var i samme størrelsesorden i V~9 som i T~36. ØA-verdien på 1,436 for V~9, som svarer til $\mathbf{x_g} = 2,39$ ØAE, indikerer at KI bør deles inn i 2 datasettspesifikke trinn i V~9 liksom i T~36.

B7g Resultater og tolkning: Deldatasett B07F

Analysene av deldatasett B07F (for T~36 med KI#2) bekreftet resultatene av analyse av deldatasett B07A for ikke kildevannspåvirket semi-naturlig eng (KI#1), som viste at forskjellen i artssammensetning mellom sammenliknbare naturtypekandidater for beitemark (SP#A) og slåttemark (SP#B) ikke er betydelig (dvs. at *tyngdepunktene* for sammenliknbare naturtypekandidater $> 1,0$ ØAE). De beregnede økologiske avstandene på 0,964 og 1,082 for typiske utforminger (Fig. B7–12) svarer til gradientlengder $\mathbf{x_g} = 1,61\text{--}1,80$ ØAE, som ikke er tilstrekkelig for oppdeling av SP i to datasettspesifikke trinn.

B7h Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Bare to av de åtte naturtype-delhypotesene som blir adressert i de seks deldatasettene som datasett B07 er splittet opp i for separate analyser, blir ikke støttet av analyseresultatene, mens de resterende seks støttes. Konsekvensene av hypotesene som støttes av analysene av B07, er:

1. At framlegget til trinndeling av den svært viktige lokale komplekse miljøvariabelen hevdintensitet (HI) i 8 trinn, hvorav 2 i naturlig mark, 3 i semi-naturlig mark og 3 i

- sterke endret mark (hypotese B07–H1b), bør legges til grunn for typeinndeling i NiN versjon 2.
2. Forskjellen i artssammensetning mellom semi-naturlige enger på fastmark (hovedtypekandidat T~36 semi-naturlig eng) og i våtmark (V~9 våteng) tilfredsstiller definisjonen av vesentlig forskjell i artssammensetning (> 2 ØAE forskjell mellom naturtypekandidater som sammenliknes), som hypotese B07–H6 foreskriver. Dette indikerer at våtengene skulle vært skilt ut som egen hovedtype uavhengig av om inndelingen i hovedtypegrupper krevde det.
 3. Det er grunnlag for datasettspesifikk inndeling av kalkinnhold (KA) i fire datasettspesifikke trinn innenfor typiske semi-naturlige enger, men med svært liten margin. Mens de kalkfattige og intermediære trinnene (KA#1 og KA#2) omfatter mye variasjon, er det mindre variasjon innenfor hvert av de kalkrike trinnene. Det bør undersøkes nærmere hvorvidt det egentlig er grunnlag for å opprettholde to kalkrike trinn. Dersom det viser seg å være grunnlag for så sterk oppdeling, bør trinn grensene mellom alle tre par av trinn langs KA forskyves noe mot det fattige (Fig. B7–5b). Dersom det ikke viser seg å være grunnlag for å skille KA#3 og KA#4, slås disse sammen til ett trinn med to basistrinn.
 4. Uttørkingsfare (UF) og kildevannspåvirkning (KI) representerer to ulike kategorier av avvikende fuktighetsforhold som ikke kombineres, men som hver og en gir opphav til betydelig variasjon i artssammensetning i forhold til det friske og veldrenerte referansepunktet (UF#1&KI#1) innenfor hvert av de tre trinnene som hevdintensitet (HI) deles inn i. At kombinasjonen av UF#2 og KI#2 ikke er realisert, innebærer at hver kombinasjon av HI og KA deles videre i inntil 3 grunntyper, en for ‘normalmark’ (UF#1&KI#1), en for ‘kildevannspåvirket eng’ (UF#1&KI#2) og en for tørkeutsatt mark (UF#2 & KI#1). Siden datasett B07 først og fremst er representert med artslistor for KA#3, gir ikke datasettet holdepunkter for datasettspecifikk trinndeling av andre kombinasjoner av hLKMg-trinn enn kombinasjonene av HI#3–HI#5 og KA#3. Hvilke kombinasjoner av HI- og KA-trinn på den ene siden og UF- og KI-trinn på den andre siden som faktisk er realisert i en sånn grad at de skal defineres som grunntyper (se NiN[2] Artikkel 2, kapittel B4c ofg Fig. B4–2), må vurderes i lys av resultatene av analyser av andre datasett, f.eks. skogsmarksdatasettene.

En av hypotesene som ikke fullt ut støttes av analysene av B07, er H1a som sier at HI skal oppfattes som *én* kompleks miljøgradient over hele variasjonsbredden i hevdintensitet. Denne hypotesen motsies av at summen av økologiske avstander mellom naturtypekandidater på ekstensivt hevdet mark (HI#4) og sammenliknbare naturtyper på svært ekstensivt hevdet mark (HI#3) på den ene siden og ekstensivt hevdet mark med svake spor etter intensiv hevd, typisk svakt gjødsle enger (HI#5), på den andre siden er mye større enn de økologiske avstandene mellom sammenliknbare naturtypekandidater for HI#3 og HI#5. Dette kunne i teorien skyldes manglende generalisering i datamaterialet, men analysene viser at så ikke er tilfellet. Også GNMDS-ordinasjonen av deldatasett B07A viser at de typiske semi-naturlige engene (HI#4) har unike egenskaper. Analysene av deldatasett B07C og B07D viser at dette også er tilfellet for kildevannspåvirkete semi-naturlige enger på HI-trinn HI#4 og for tørkeutsatte HI#4-enger, sjøl om disse HI#4-naturtypekandidatene ikke har så distinkt forskjellig artssammensetning i forhold til HI#3- og HI#5-enger som de ‘normale’, friske engene. Grundigere analyser er påkrevd for å identifisere hva dette annerledespreget egentlig består i, men analysene indikerer at det er tale om et ‘forsterket slåttemarkspreg’. En nærliggende forklaring er at det er usedvanlig mange arter (‘typiske semi-naturlige engarter’, med optimum i slåttemark) som har sitt optimum ved det hevdregimet som karakteriserer HI#4(&SP#2). En sterk konsentrasjon av arters optima i et kort intervall langs en

miljøgradient gradient gjør at mange arters mengder avtar både mot svakere og sterkere hevdintensitet, noe som i sin tur gjør at artssammensetningen i HI#3 og HI#5 blir mer lik enn det som vil være tilfellet når artenes optima er jevnt eller tilfeldig fordelt langs en gradient. Forskjellene mellom GNMDS-ordinasjonen som tar utgangspunkt i ei matrise av artssammensetningsulikheter, og DCA-ordinasjonen, som tar utgangspunkt i estimater for arters optima, av datasett B07A, kan altså (i tillegg til forskjeller som skyldes ordinasjonsalgoritmene) også skyldes *måten* artssammensetningen i HI#4 er forskjellig fra artssammensetningen i HI#3 og HI#5. Dette bør undersøkes nærmere.

De spesielle egenskapene til HI#4 er ikke på langt nær sterke nok til å gi grunnlag for å skille HI#4 fra øvrige hevdintensitetsstrinn som en egen LKM, ikke engang en uLKM. De forklarer likevel utfordringene man noen sjeldne ganger kan stå overfor i felt med å avgjøre om en naturtypefigur skal typifiseres som HI#3 eller HI#5 (R. Halvorsen og S. Aune, pers. obs.). Dessuten identifiserer de viktige, kvalitative særtrekk ved det ekstensive hevdregimet.

At hypotese B07–H1b om inndeling av HI i åtte datasettspesifikke trinn støttes av analyseresultatene, betyr ikke automatisk at analysene støtter en hypotese (ikke formulert) om at HI er en tLKM i T~4 Fastmarksskogsmark. Årsaken til dette er at variasjonen langs HI innenfor T~4, fra gradeienendepunktet til grensa mellom naturlig og sterkt endret mark, er stor nok (estimert til 1,59 ØAE) til å gi grunnlag for inndeling i to trinn langs en lang LKM uten å være stor nok til å tilfredsstille kravet til en tLKM i en enkelt hovedtype (> 2 ØAE). Situasjoner som dette løses ved at de to standardtrinnene langs HI utgjør hovedtypespesifikke basistrinn for T~4 som, ved behov, kan legges til grunn for å beskrive beiteskogsutforminger (HI#2).

Analysene av B07 støtter ikke hypotese B07–H2 om at slåttemarkspreg (forskjell mellom beitemark og slåttemark) er en tLKM i semi-naturlig eng; alle de fem gradientlengdeestimatene (tre for sammenliknbar beite- og slåttemark på frisk, ikke kildevannspåvirket mark for HI#4, HI#5 og HI#6, og to for sammenliknbar kildevannspåvirket beite- og slåttemark for HI#4 og HI#5) er < 2 ØAE. SP deles derfor i to datasettspesifikke basistrinn som kan legges til grunn for å beskrive beite- og slåttemarksutforminger av grunntypene både i T~36 og i T~45.

Det er behov for å utvide det generaliserte artslistedatasettet for semi-naturlig eng med lister for andre kombinasjoner av LKM enn de som er inkludert i B07, blant annet for å komme til bunns i hvilke blant de 36 teoretisk mulige kombinasjonene av de fire erkjente LKM som inngår i naturtypens kompleksvariabelgruppe (to hLKM, KA med 4 trinn og HI med 3 trinn, og 3 realiserte kombinasjoner av 2 tLKM, UF og KI). Resultatene av analyser av B07 indikerer at variasjonen i artssammensetning langs HI er mindre i systemer preget av spesielle fuktighetsforhold (UF#2 eller KI#2) enn når fuktighetsforholdene er 'normale' (UF#1&KI#1). Dette er i overensstemmelse med den generelle økologiske 'loven' som sier at når bakgrunnsstress og/eller -forstyrrelse øker, så reduseres artsutskiftningen også langs andre komplekse miljøvariabler; det vil si at artssammensetningen homogeniseres i mer ekstreme miljøer ved at en viktig miljøstress- eller forstyrrelsesgradient overstyrer variasjon langs andre LKM. Konsekvensen av dette for naturtypeinndeling etter NiN-prinsipper, når analysebasert kunnskap mangler, at det utvises forsiktighet ved grunntypeinndelingen slik at overdreven findeling i grunntyper unngås. Fig. B7–13 viser en konsensus-inndeling av T~36 Semi-naturlig eng som støttes av analysene av datasett B07.

B7i Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B07 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinninndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

A1 Opprettholdelse av V~9 Våteng som egen hovedtype forskjellig fra T~36 Semi-naturlig eng støttes ikke bare av kriteriene for hovedtypegruppeinndeling, men også av vesentlige forskjeller i artssammensetning mellom semi-naturlige enger på våtmark og på fastmark.

B Datasettspesifikk trinn- og klassesedeling av LKM i T~4 Fastmarksskogsmark, T~36 Semi-naturlig eng, T~45 Oppdyrket varig eng og V~9 Våteng:

B1 Hevdintensitet (HI) deles i 8 dtsT i spennet fra ingen hevdpåvirkning til svært intensiv hevd med til sammen 11 dtsbT, 2 (2) trinn i naturlig mark, 3 (4) trinn i semi-naturlig eng (T~36) og 3 (5) trinn i sterkt endret eng (T~45); se Fig. B7–5a.

B2 Kalkinnhold (KA) deles inn i 4 dtsT med til sammen 6 dtsbT i T~36 (se Fig. B7–5b).

B3 Uttørkingsfare (UF) deles inn i 2 dtsT med til sammen inntil 4 dtsbT i T~36.

B4 Kildevannspåvirkning (KI) deles inn i 2 dtsT med til sammen inntil 4 dtsbT både i T~36 og V~9.

B5 Slåttemarkspreg (SP) omfatter 1 dtsT i T~36, men deles i 2 dtsbT.

Konsekvenser for grunntypeinndeling

C1 T~4 deles ikke inn i grunntyper på basis av variasjon langs HI, som omfatter 2 dtsbT i denne hovedtypen.

C2 T~36 deles i grunntyper på grunnlag av hLKM KA med 4 trinn, hLKM HI med 3 trinn og 3 realiserte kombinasjoner av tLKM UF og KI. Variasjonen langs hLKM reduseres når fuktighetsforholdene avviker fra det 'normale', noe som tas hensyn til når det endelige grunntypeskjemaet for T~36 settes opp.

C3 T~45 deles i tre grunntyper på grunnlag av hLKM HI.

C4 V~9 deles i to grunntyper på grunnlag av KI.

C5 Det er ikke grunnlag, verken i T~36 eller T~45, til å foreta inndeling i grunntyper basert på SP. Skillet mellom beite- og slåttemark beskrives som utforminger ved hjelp av SP, som er en uLKM i disse hovedtypene.

Tabell B7–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B07.

Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	T~4 Fastmarksskogsmark; T~36 Semi-naturlig eng; T~45 Oppdyrket varig eng; V~9 Semi-naturlig våteng
1B	LKM som ikke blir adressert	–
1C	LKM som blir adressert	<p>Hevdintensitet (HI): #1/ *1 ikke hevdpåvirket; #2/ *2 beiteskog; #3/ *3 svært ekstensiv hevd (hagemark, lauveng, slåttemarksskog, inkludert 'kanter'); #4/ *4 ekstensiv hevd; #5/ *5 ekstensiv hevd med svake spor etter intensiv hevd (typisk svakt gjødsle enger); #6/ *6 moderat intensiv hevd; #7/ *7 middels intensiv hevd; #8/ *8 svært intensiv hevd</p> <p>Kalkinnhold (KA): #1/ *2 middels kalkfattig; #2/ *3 intermediær; #3/ *4 middels kalkrik; #4/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik')</p> <p>Uttørkingsfare (UF): #1/ *1–2A frisk (inkl. relativt frisk); #2/ *2B–3 tørkeutsatt</p> <p>Kildevannspåvirkning (KI): #1/ *1 ingen eller svært svak; #2/ *2 svak, men tydelig (<i>flush</i>-effekt)</p> <p>Vannmetning (VM): #1/ *1–2 fastmark (veldrenert mark + fultmark); #2/ *3 våtmark</p> <p>Slåttemarkspreget (SP): #A/ *1 beitemark; #B/ *2 slåttemark</p>
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	MB (fra ca. 350 til ca. 700 m)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	O1 og OC
2C	Geografisk område	Høyereleggende åstrakter fra Midt-Telemark (Kviteseid og Seljord), via Numedal og Hallingdal til og med Valdres
2D	Tilstandsvariasjon	Bruksintensitet (BI) *1 i (normal) bruk, det vil si at BI = HI. Dette innebærer bl.a. at påvirkningen fra sprøyting i T~45 skal være som forventet for denne HI-kategorien og at beitemark skal ha et beitetrykk som er forventet ved normal bruk.
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3 er lagt til grunn (se 1C)
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B7–1.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnskala Angivelsene av mengde baserer seg på regnearket T23.xlsx for NiN versjon 1, sammenstilt av RH og AN i 2008/09. I dette brukes en 4-delt mengdeskala basert på uendelig mange 100-m ² ruter; som er konvertert til 6-trinnskalaen på en standardisert måte (jf. drøfting i NiNnot121)
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(a) Ruter á 100 m ²
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer, (a2) moser og lav
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetsindeksen A	A = 0,85 (karplanter 0,9, moser og lav 0,75) Artslista omfatter 728 arter (557 karplanter, 40 levermoser, 95 bladmoser og 16 lav)
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		

	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	4 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker); 4+ for karplanter, 3 for moser og lav
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Ekstam & Forshed (1992), Fremstad (1997), Hill et al. (2007), Jordal & Gaarder (1995), Kielland-Lund (1981)*, Lid & Lid (2005), Losvik (1993, 2007), Moen et al. (1993), Norderhaug (1998), Odland (1981), Olsson et al. (1998), *brukt til korrigering av artslister for skogsmark
B	Artsliste sammenstilt av:	Rune Halvorsen og Ann Norderhaug, med kommentarer fra Harald Bratli og Geir Gaarder

SP	#B/ *2 slåttemark	01 [1311×]	ikke repr. i materialet	ikke repr. i materialet	12 [4311B]	17 [5311B]	22 [6×××B]	23 [7×××B]	24 [8×××B]
	#A/ *1 beitemark		03 [2311A]	05 [3311A]	10 [4311A]	16 [5311A]	21 [6×××A]	ikke repr. i materialet	ikke repr. i materialet
(a)		#1/ *1 ikke hevd- påvirket	#2/ *2 beiteskog	#3/ *3 svært eks- tensiv hvd	#4/ *4 ekstensiv hevd	#5/ *5 ekstensiv hvd m sv. int.preg	#6/ *6 moderat intensiv hevd	#7/ *7 middels intensiv hevd	#8/ *8 svært intensiv hevd
		HI							

t1 UF	#2/ *2 tørkeutsatt	07 [3321A]	15 [4321A]	20 [5321A]
	#1/ *1 frisk	05 [3311A]	10 [4311A]	16 [5311A]
(b)		#3/ *3 svært ekstensiv hevd	#4/ *4 ekstensiv hevd	#5/ *5 ekstensiv hevd m svakt preg av intensiv hevd
		2 HI		

KI	#2/ *2 svak, men tydelig	02 [1312×]	04 [2312A]	06 [3312A]	13 [4312A]	18 [5312A]
	#1/ *1 ingen eller sv. svak	01 [1311×]	03 [2311A]	05 [3311A]	10 [4311A]	16 [5311A]
(c)		#1/ *1 ikke hevd-påvirket	#2/ *2 beiteskog	#3/ *3 svært ekstensiv hevd	#4/ *4 ekstensiv hevd	#5/ *5 ekstensiv hevd m sv. int. preg
		HI				

Fig. B7–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene som implisitt blir adressert ved analyse av (a) B07A (hypotesene B07–H1 og B07–H2; KA#3, UF#1, KI#1), (b) B07C (hypotese B07–H4; KA#3, KI#1, SP#A) og (c) B07D (hypotese B07–H5; KA#3, UF#1, SP#A). Hver celle i digrammet representerer en naturtypekandidat, representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer fra 1 til 26 i det totale artslistematerialet (separat nummerering av artslistes i hvert deldatasett er uhensiktsmessig da noen artslistes inngår i flere deldatasett) og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske klasse- og trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen HI, KA, UF, KI, SP, VM og angitt i hakeparenteser). LKM som ikke er relevant for inndeling av en gitt hovedtype er angitt med ×. Grønne celler angir naturlig mark (T~4), gule celler angir semi-naturlig eng (T~36) og røde celler angir sterkt endret mark (T~45).

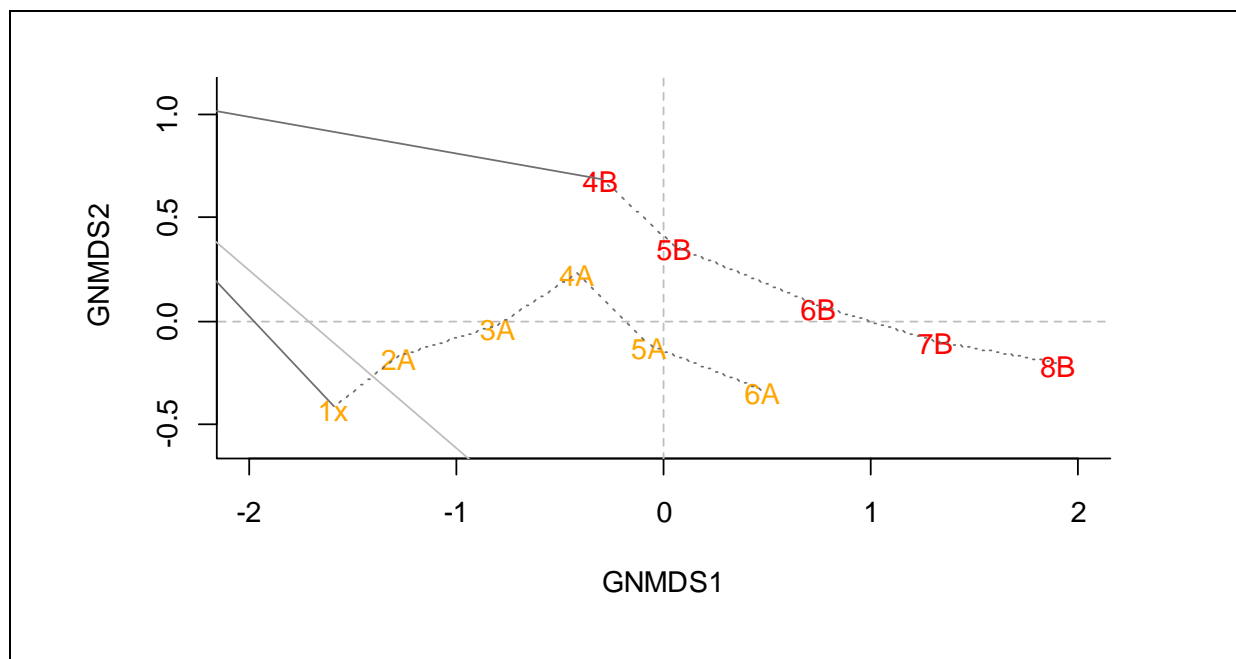


Fig. B7–3. GNMDS-ordinasjonsdiagram av deldatasett B07A. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon langs de to LKM som varierer innenfor deldatasettet, ordnet i rekkefølgen HI, SP; se Fig. B7–1). Oransje og rød tekstfarge angir klasser innenfor slåttemarkspreg (SP); SP#A beitemark og SP#B slåttemark. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper for samme SP-klasse gjennom naturtyper for trinn langs HI. Øvrige LKM er holdt konstant (KA#3&UF#1&KI#1). Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE.

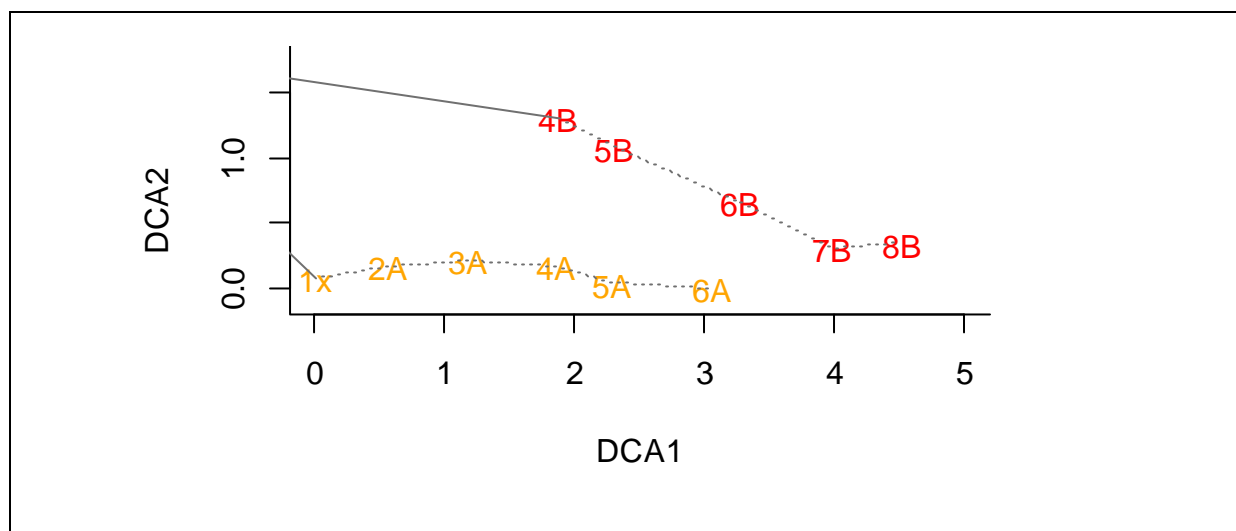
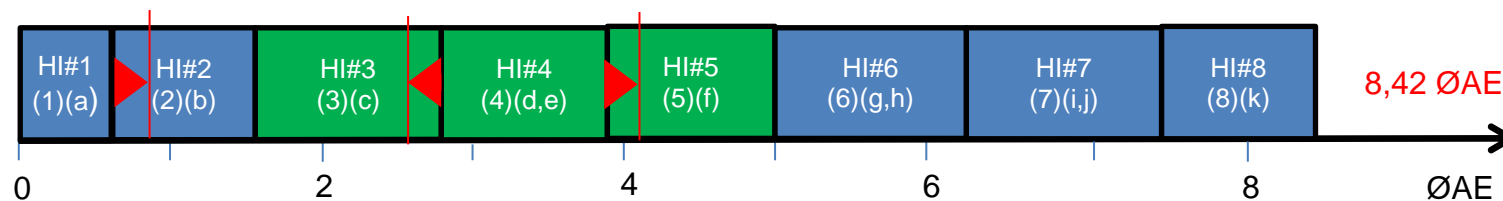
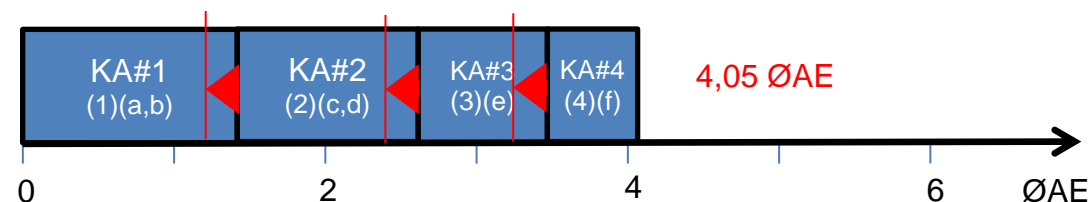


Fig. B7–4. DCA-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B07A. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon langs de to LKM som varierer innenfor deldatasettet, ordnet i rekkefølgen HI, SP; se Fig. B7–1). Oransje og rød tekstfarge angir klasser innenfor slåttemarkspreg (SP); SP#A beitemark og SP#B slåttemark. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper for samme SP-klasse gjennom naturtyper for trinn langs HI. Øvrige LKM er holdt konstant (KA#3&UF#1&KI#1). Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.



(a) HI: datasettspesifikk trinndeling, KA#3&UF#1&KI#1&SP#A holdt konstant



(b) KA: datasettspesifikk trinndeling i T~36, HI#4&UF#1&KI#1&SP#A holdt konstant

Fig. B7–5. Datasettspesifikk trinndeling av viktige LKM basert på analyse av datasett B07: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer: (a) Hevdintensitet (HI) over hele spekteret av sammenliknbar variasjon gjennom naturlig mark (representert ved T~4 Fastmarksskogsmark). T~36 Semi-naturlig eng (grønnfargete bokser) og sterkt endret mark (representert ved T~45 Oppdyrket varig eng). (b) Kalkinnhold (KA) i T~36. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesen) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinndeling (a), (b) etc. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), estimert på grunnlag av en samlet vurdering av estimer fra direkte beregning av PDgeo, GNMDS- og DCA-ordinasjon, korrigert for sannsynlige avvik fra ideelle krav til generaliserte artslistedatasett. Røde piler og vertikale linjer illustrerer forslag til justering av trinnrensere.

4111A			
1.594	4211A		
2.555	0.961	4311A	
3.276	1.682	0.721	4411A

Fig. B7–6. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistene som inngår i deldatasett B07B, og som skiller seg med hensyn til plassering langs kalkinnhold (KA) innenfor T~36 Semi-naturlig eng.

Variasjon langs andre relevante LKM – hevdintensitet (HI), uttørkingsfare (UF), kildevannspåvirkning (KI) og slåttemarkspreg (SP) er holdt konstant (HI#4&UF#1&KI#1&SP#A).

Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen HI, KA, UF, KI, SP; se Fig. B7–1). Forklaring til fargete celler:

Lyseblå celler inneholder ØA for sammenliknbare naturtypekandidater langs KA. Den mellomblå cella inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for endetrinn langs KA.

3311A					
1.678	3321A				
1.242	1.639	4311A			
1.925	0.837	1.387	4321A		
1.631	1.952	0.961	1.805	5311A	
2.847	1.407	1.605	0.992	1.453	5321A

Fig. B7–7. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister som inngår i deldatasett B07C, og som skiller seg med hensyn til plassering langs hevdintensitet (HI) og uttørkingsfare (UF) innenfor T~36 Semi-naturlig eng, mens variasjon langs andre relevante LKM – kalkinnhold (KA), kildevannspåvirkning (KI) og slåttemarkspreg (SP) er holdt konstant (KA#3&KI#1&SP#A). Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen HI, KA, UF, KI, SP; se Fig. B7–1). Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler angir ØA for sammenliknbare naturtypekandidater langs UF, mens de oransje cellene angir ØA for endetrinnsnaturtypene langs HI (HI#3 og HI#5) for samme UF-trinn.

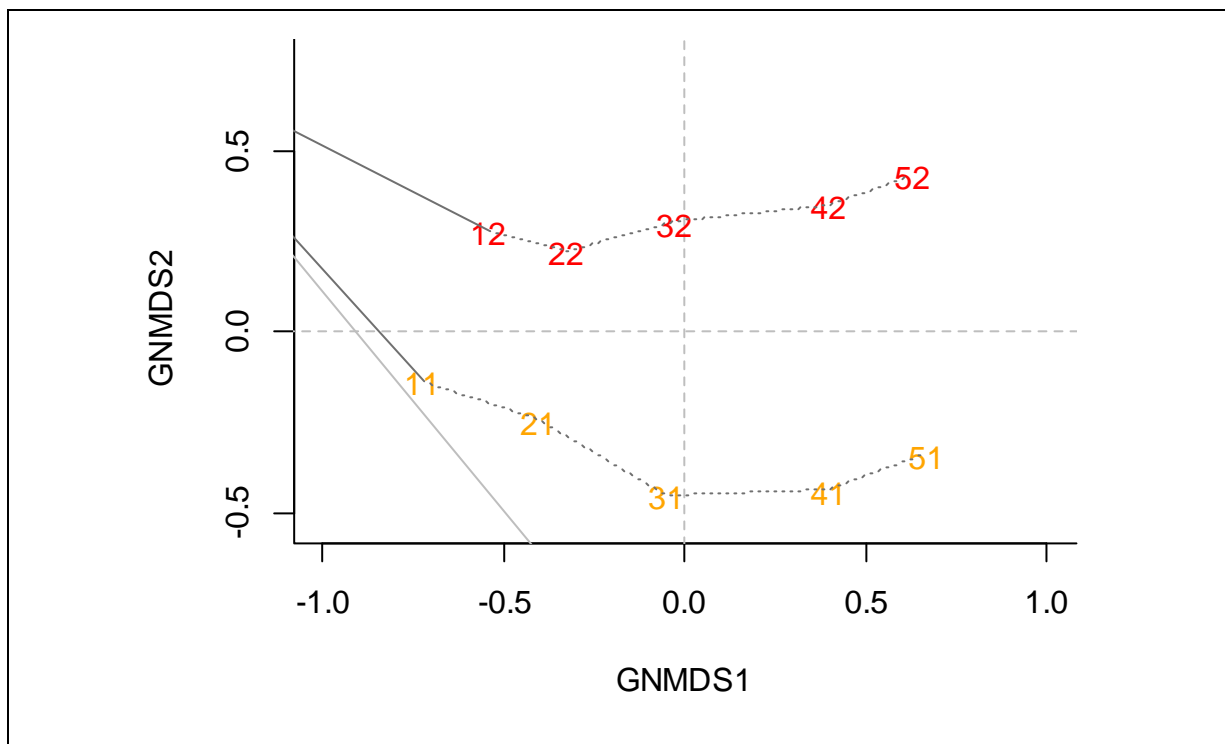
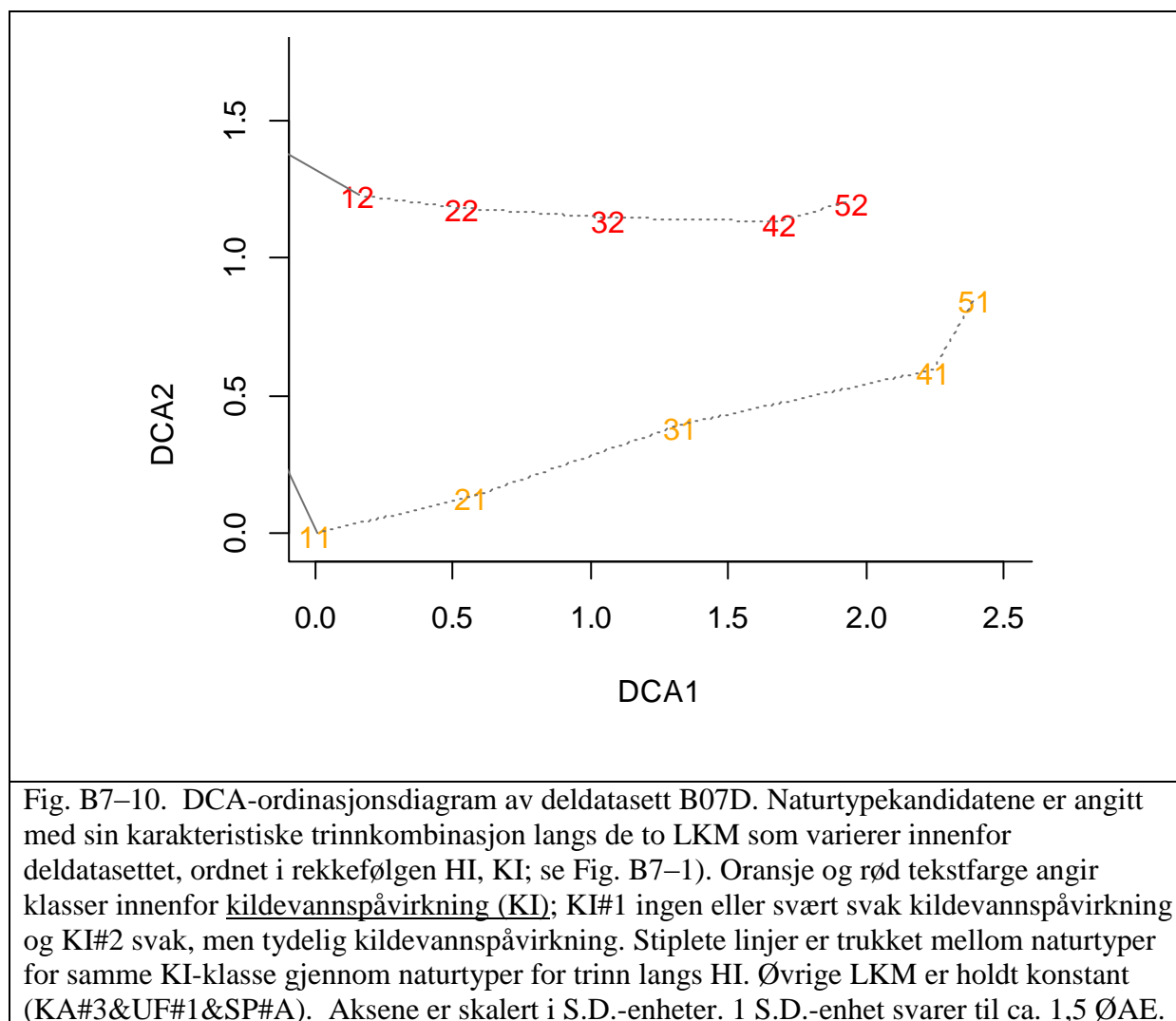


Fig. B7–9. GNMDS-ordinasjonsdiagram av deldatasett B07D. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon langs de to LKM som varierer innenfor deldatasettet, ordnet i rekkefølgen HI, KI; se Fig. B7–1). Oransje og rød tekstfarge angir klasser innenfor kildevannspåvirkning (KI); KI#1 ingen eller svært svak kildevannspåvirkning og KI#2 svak, men tydelig kildevannspåvirkning. Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper for samme KI-klasse gjennom naturtyper for trinn langs HI. Øvrige LKM er holdt konstant (KA#3&UF#1&SP#A). Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE.



4311A			
1.734	4312A		
(5.654)	(3.921)	43x1x	
(4.193)	2.459	1.461	43x2x

Fig. B7–11. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistene som inngår i deldatasett B07E, og som skiller seg med hensyn til plassering langs vannmetning (VM) og kildevannspåvirkning (KI) innenfor V~9 Våteng og T~36 Semi-naturlig eng. Variasjon langs andre relevante LKM – hevdintensitet (HI) og kalkinnhold (KA) – er holdt konstant (HI#4&KA#3). Naturtype-kandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen HI, KA, UF/VM, KI, SP; se Fig. B7–1). Uttørkingsfare (UF) anses ikke relevant for V~9 og er angitt med × i den karakteristiske trinnkombinasjonen for typer fra V~, som skiller seg fra T~36 ved å være våtmark (VM#3 til forskjell fra T~36 som er fastmark. Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler inneholder ØA for sammenliknbare naturtypekandidater mellom T~36 og V~9, mens oransje celler inneholder ØA for sammenliknbare naturtypekandidater langs KI. På grunn av at datasettet inneholder få observasjonssenheter og har svake relasjoner, blir de økologiske avstandsverdiene som beregnes ved geodetisk avstand (angitt i parentes) svært usikre.

4312A			
1.082	4312B		
0.859	1.532	5312A	
1.486	1.013	0.964	5312B

Fig. B7–12. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistene som inngår i deldatasett B07E, og som skiller seg med hensyn til plassering langs kildevannspåvirkning (KI) og slåttemarkspreg (SP) innenfor T~36 Semi-naturlig eng. Variasjon langs andre relevante LKM – hevdintensitet (HI), kalkinnhold (KA) og uttørkingsfare (UF), er holdt konstant (HI#4&KA#3&UF#1). Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen HI, KA, UF, KI, SP; se Fig. B7–1). Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler inneholder ØA for sammenliknbare naturtypekandidater langs KI og oransje celler inneholder ØA for sammenliknbare naturtypekandidater langs SP.


2 HI	(3)/ #5/ *5 ekstensiv hevd med svake spor etter intensiv hevd basistrinn (d)					KI1&UF1 KI1&UF2 KI2&UF1	
	(2)/ #4/ *4 ekstensiv hevd basistrinn (b,c)					KI1&UF1 KI1&UF2 KI2&UF1	
						KI1&UF1 KI1&UF2 KI2&UF1	
	(1)/ #3/ *3 svært ekstensiv hevd basistrinn (a)					KI1&UF1 KI1&UF2 KI2&UF1	
		(1)/ #1/ *2 middels kalkfattig (basistrinn a,b)	(2)/ #2/ *3 internediær (basistrinn c,d)	(3)/ #3/ *4 kalkrik (basistrinn e)	(3)/ #3/ *5 svært kalkrik (basistrinn f)	1 KA	

Fig. B7–13. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidat T~36 Semi-naturlig eng på grunnlag av hLKM kalkinnhold (KA) inndelt i 4 og hevdintensitet (HI) i 3 datasettspesifikke trinn (dtsT). Den datasettspesifikke trinninndelingen av KA og HI er indikert ved koder (trinn angitt (1), (2) etc.). Kandidattrinn i naturtypehypotesene B07–H1–H6 og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Karakteristiske trinnkombinasjoner med to tLKM, kildevannspåvirkning (KI) og uttørkingsfare (UF), begge inndelt i 2 datasettspesifikke trinn for datasett B07 [KI: (1)/ #1/ *1 ingen eller svært svak kildevannspåvirkning og (2)/ #2/ *2 svak, men tydelig kildevannspåvirkning med datasettspesifikke basistrinn (1) = (a,b) og (2) = (c,d); UF: #1/ *1–2A frisk (inkl. relativt frisk); #2/ *2B–3 tørkeutsatt] er indikert i hver enkelt boks der datasett B07 gir grunnlag for å trekke konklusjoner om hvilke trinnkombinasjoner som faktisk er realisert.

B8 Datasett B08: Planter i strandeng og på kystnær grus- og steinmark

Rune Halvorsen, Harald Bratli, Marianne Evju og Odd Stabbetorp

B8a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Kjernen i datasett B08 er artslister for naturtypekandidater (grunntypekandidater) innenfor hovedtypekandidaten T~13 Strandeng, men artslistedatasettet inkluderer også artslister for de to naturtypekandidatene på finmaterialrikt substrat innenfor T~12 Saltanrikingsmark og de tre fjærebeltetilknyttete naturtypekandidatene innenfor T~32 Kystnær grus- og steinmark, utskilt på grunnlag av strategiegenskaper som kommer til uttrykk i dominerende kornstørrelse og substrattypen.

Metadata for B08 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B8–1. B08 inneholder 10 artslister med til sammen 177 karplantearter. Artslistene faller naturlig i tre grupper; en gruppe for hver av de tre hovedtypekandidatene. Hovedtypekandidaten T~12 kjennetegnes først og fremst ved å inneholde én- eller få- artssamfunn. Artslistene som representerer fra T~12 inneholder henholdsvis 9 og 4 arter for den geolitorale og den hydrolitorale grunntypekandidaten (se Tabell B8–1). Disse listene er ikke gjort gjenstand for videre analyse fordi få-artssamfunn må typeinndeles pragmatisk (NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2h).

De fem listene for T~13 inkluderer alle de 5 kombinasjonene av 3 trinn langs tørleggingsvarighet (TV) og 2 trinn langs marin salinitet (SA) som utgjør den fullstendige naturtypeinndelingshypotesen for T~13 (se Tabell B8–1):

B08–H1 (kat. 1,2a–c): (a) TV og SA inngår i kompleksvariabelgruppa for T~13 Strandeng. (b) TV er en hovedkompleksgradient i T~13 og bør deles i 3 datasettspesifikke trinn. (c) SA en tilleggskompleksgradient i T~13 og bør derfor deles i 2 datasettspesifikke trinn.

Kombinasjonen brakt vann og nedre geolitoralbelte anses ikke realisert.

De tre listene for T~32 inkluderer de 3 klassene innenfor sorterte sedimenter (S3) i fjærebeltet (SA *2 og høyere) på naken mark og i koloniseringsfasen [langsom suksessjon (S3) trinn *1–2] som legges til grunn for grunntypeinndeling i Framlegg 3 (NiNnot124). Det er hevet over enhver tvil at grus- og steinmark har en artssammensetning som er vesentlig forskjellig fra artssammensetningen på strandenger (og på sandmark); testing av hvorvidt artslistene for T~32 er vesentlig forskjellig fra artslistene for T~13 er derfor trivielt. Beregning av ØA mellom naturtypekandidater der én er plassert i T~13 og én er plassert i T~32 er inkludert bare fordi materialet åpner for dette og fordi det kan ha en viss generell interesse. Større interesse knytter det seg til å teste hvorvidt forskjeller i artssammensetningen gir grunnlag for å skille mellom tre grunntyper i fjærebeltet innenfor kystnær grus- og steinmark. Dette innebærer testing av følgende naturtypehypotese:

B08–H2 (kat. 2a): S3 er en tLKM innenfor T~32 og bør deles i tre datasettspesifikke klasser.

B8b Resultater og tolkning

Den beregnede økologiske avstanden mellom endetrinnsnaturtypekandidatene langs TV (for SA#2, salt), var hele 3,776 ØAE, fordelt på 1,993 ØAE mellom TV#1 supralitoral og TV#2 øvre-midtre geolitoral og 1,783 mellom midtre og TV#3 nedre geolitoral (Fig. B8–1).

Relasjonene mellom de tre naturtypekandidatene '12×', '22×' og 32×' var lineære ($u = 0$).

Den økologiske avstanden mellom endetrinnsnaturtypekandidatene svarer til en gradientlengde $x_g = 5,03$ ØAE, men dette gradientlengdeestimatet er usikkert fordi antallet naturtypekandidater er mye mindre enn gradientlengden. Det er derfor, inntil det foreligger mer materiale som eventuelt skulle peke i en annen retning, ikke grunnlag for å dele TV inn i flere enn 4 datasettspesifikke trinn innenfor strandengene.

Den økologiske avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til SA, var 1,024 ØAE for TV#1 (supralitoralbeltet) og 0,727 ØAE for TV#2 (midtre-øvre geolitoralbelte). Dette viser at effekten av variasjon i salinitet på variasjonen i artssammensetning avtar nedover i fjærebeltet, som naturtypehypotesen legger til grunn. Estimert gradientlengde for SA var $x_g = 1,21$ – $1,71$ ØAE, som ikke gir grunnlag for inndeling av T~13 i grunntyper på basis av denne LK, som følgelig er en uLKM for T~13.

Fig. B8–1 viser et interessant samvariasjonsmønster mellom TV og SA, nemlig at det er en lineær variasjon i artssammensetning langs en sekvens av naturtypekandidater fra '11×' via '12×' til '21×', det vil si at forskjellen i artssammensetning mellom brakk supralitoral strandeng og brakk (øvre-midtre) geolitoral strandeng er like stor som forskjellen mellom hver av disse og supralitoral strandeng til sammen. Et tilsvarende samvariasjonsmønster finnes ikke i de geolitorale strandengene. Dette kan ha flere årsaker. Én mulighet er at naturtypekandidatene for brakkeng er tolket forskjellig i supra- og geolitoralbeltet, med større vekt på arter som indikerer ferskvannstilsig som kjennetegnende for brakkenger i supralitoralbeltet. Medvirkende årsaker til mønsteret er sannsynligvis også at noen strandarter kjennetegnes ved å være halofytter med optimum i salte strandenger (SA#2), samtidig som de også har optimum i supralitoralbeltet (TV#1). Eksempler på slike arter er strandkvann (*Angelica archangelica* ssp. *litoralis*), strandvindel (*Calystegia sepium*), strandvortemelk (*Euphorbia palustris*). Samme mønster, men uten preferanse for SA#1 eller SA#2, eller svak preferanse for SA#1, finner vi hos svært mange ugrasarter. Til sammen gjør dette at brakkengene i supralitoralbeltet artssammensetningsmessig framstår som en forlengelse av TV-gradienten innover land.

Artssammensetningsulikheter (PD) mellom par av naturtypekandidater, én i T~13 og én i T~32, var uten unntak større enn 0,5, som svarer til > 2 ØAE (vesentlig forskjell mellom naturtypekandidater). Fordi artslistene for T~13 og T~32 til sammen utgjør et fragmentert datasett, er ikke disse artssammensetningsulikhetene 'oversatt' til ØAE.

De tre naturtypekandidatene innenfor T~32 som representerer klasser innenfor sorterte sediment (S3) hadde en innbyrdes økologisk avstand som varierte mellom 1,46 ØAE (mellom S3#A steinstrand og S3#2 grusstrand) og 1,69 ØAE (mellom S3#A steinstrand og S3#C skjellsand-strand). Mellom S3#B grusstrand og S#C skjellsand-strand var den økologiske avstanden 1,52 ØAE. De tre naturtypekandidatene spenner dermed ut et todimensjonalt geometrisk rom, slik klassene i en faktortype-variabel ideelt sett skal gjøre. Hver av de tre økologiske avstandene svarer til en økologisk avstand > 2 ØAE mellom yttergrensene for par av klasser (= gradientlengde) på $x_g = 2,43$ – $2,82$ ØAE. Dette viser at de tre naturtypekandidatene innenfor T~32 har betydelig forskjellig artssammensetning og bekrefter naturtypehypotese B08–H2.

B8c Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Naturtypeinndelingshypotese B08–H1 blir ikke bekreftet av analysene, av to grunner. LKM TV (den vertikale variasjonen i fjærebeltet) gir opphav til mer variasjon i artssammensetning enn inndelingen i Framlegg 3 legger til grunn (hypotese B08–H1b). Tretrinnsinndelingen av TV i naturtypehypotesen, som ga opphav til at 3 artslister representerte variasjonen langs TV i B08, gir ikke klare indikasjoner på hvor det fjerde trinnet langs TV bør plasseres. Det faktum at to trinn langs forløperen til TV i NiN versjon 1, oversvømmingsvarighet: oversvømming av bunn og mark (OV–A) (og to trinn langs TV i Framlegg 3) ble slått sammen til midttrinnet TV#2 i Framlegg 3, taler for at det er grunnlag for å skille mellom datasettspesifikke trinn for saltenger i midtre og øvre geolitoralbelte, og å erkjenne disse trinnene som grunntyper av T~13. Disse grunntypene bør sannsynligvis karakteriseres ved hjelp av lister av skillearter, ikke ved dominansforhold alene. Som påpekt av Fremstad (1997), finnes normalt ikke noe konsistent skille mellom enger dominert av rødsvingel (*Festuca rubra*) og av saltsiv (*Juncus gerardi*) i den vertikale strandengsoneringen. Omfanget av variasjon i artssammensetning, og det faktum at det finnes stor variasjon innen den supralitorale strandengene bl.a. relatert til grad av ferskvannspåvirkning (innenfra), indikerer at supralitoralen bør deles opp i to basistrinn (Fig. B8–2). Det anses ikke grunnlag for videre oppdeling av TV#3 nedre geolitoralbelte.

Analysene gir grunnlag for oppdeling av SA i to basistrinn innenfor T~13, men ikke for å dele SA i dstT eller legge SA til grunn for grunntypeinndeling (Hypotese B08–2b,c).

Analysene støtter framlegg 3 til inndeling av naturtyper på stein-, grus- og skjellsandssubstrat i fjærebeltet på grunnlag av substratstruktur (Hypotese B08–H2).

B8d Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B08 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

A1 Ingen; T~12 saltanrikingsmark, T~13 strandeng og T~32 Kystnær grus- og steinmark, opprettholdes som hovedtyper.

B Datasettspesifikk trinn- og klassesedeling av LKM:

B1 Tørreleggingsvarighet (TV) deles i 4 dtsT i spennet fra nedre geolitoralbelte til supralitoralbelte innenfor T~13, med 5 dtsbT.

B2 Marin salinitet (SA) deles ikke opp i dtsT i T~13, men det er grunnlag for oppdeling i to dtsbT.

B3 Sorterte sedimenter (S3) gir grunnlag for inndeling i tre dtsK i T~32.

Konsekvenser for grunntypeinndeling

C1 T~13 deles tentativt (inntil mer materiale foreligger) i 4 grunntyper på basis av variasjon langs TV, som omfatter 5 dtsbT i denne hovedtypen, mens SA ikke blir lagt til grunn for inndeling i grunntyper i T~13.

Tabell B8–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B08.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	<u>T~12 Saltanrikingsmark</u> ; <u>T~13 Strandeng</u> ; <u>T~32 Kystnær grus- og steinmark</u>
1B	LKM som ikke blir adressert	–
1C	LKM som blir adressert	<u>Tørrleggingsvarighet (TV): #1/ *7–8 supralitoralbeltet; #2/ *5–6 midtre og øvre geolitoralbelte; #3/ *4 nedre geolitoralbelte; #4/ *3 øvre hydrolitoralbelte</u> <u>Marin salinitet (SA): #1/ *2–3 brakk (< 18 ppt); #2/ *4 salt (> 18 ppt)</u> <u>Sorterte sedimenter (S3): #A/ *1 steindominert; #B/ *2 grusdominert; #C/ *3 skjellsanddominert</u>
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Ikke direkte relevant
2C	Geografisk område	Ytre Oslofjord øst til grensa til Sverige, vest til og med Telemark (Kragerø kommune)
2D	Tilstandsvariasjon	Bruksintensitet (BI) *1 i (normal) bruk, det vil si at BI = HI. Dette innebærer bl.a. at påvirkningen fra sprøyting i T~45 skal være som forventet for denne HI-kategorien og at beitemark skal ha et beitetrykk som er forventet ved normal bruk.
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3 er lagt til grunn (se 1C)
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	LKM-kodene er angitt i rekkefølgen TV–SA–S3 <u>T~12 Saltanrikingsmark</u> 01 geolitorale saltpanner (2××) 02 hydrolitorale akkumulasjonsstrender (4××) <u>T~13 Strandeng</u> 03 supralitoral brakk strandeng (11×) 04 supralitoral salt strandeng (12×) 05 øvre-midtre geolitoral brakk strandeng (21×) 06 øvre-midtre geolitoral salt strandeng (22×) 07 nedre geolitoral salt strandeng (32×) <u>T~32 Kystnær grus- og steinmark</u> 08 steindominert (××1) 09 grusdominert (××2) 10 skjellsanddominert (××3)
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(a) Ruter á 100 m ²
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetsindeksen A	A = 0,8 Artslista omfatter 177 karplantearter.
B	Toleranserepresentativtetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	4 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Feltobservasjoner HB, ME og OS gjort i forbindelse med AR-KO-prosjektet; andre feltobservasjoner

B	Artsliste sammenstilt av:	Forfatterne
---	---------------------------	-------------

11×				
1.024	12×			
2.898	1.875	21×		
3.017	1.993	0.727	22×	
4.799	3.776	2.510	1.783	32×

Fig. B8–1. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistene fra T~13 Strandeng som inngår i datasett B08. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen TV, SA, S3; se Tabell B8–1). Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for ulike TV-trinn, men samme SA-trinn. Mellomblå celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for endetrinn langs TV for SA#2 (salt vann). Oransje celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for ulike SA-trinn for hver kombinasjon av TV-trinn.

u1 SA	(1)/ #2/ *4 salt (basistrinn cb)				
	(1)/ #1/ *2–3 brakk (basistrinn a)				
		(1)/ #1/ *7–8 supralitoralbeltet (basistrinn a,b; øvre og nedre supralitoralbelte)	(2)/ #2/ *6 øvre geolitoralbelte (basistrinn c)	(3)/ #2/ *5 midtre geolitoralbelte (basistrinn d)	(4)/ #3/ *4 nedre geolitoralbelte (basistrinn e)
1 KA					

Fig. B8–2. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidat T~13 strandeng på grunnlag av hLKM tørleggingsvarighet (TV) inndelt i 4 datasettspesifikke trinn (dtsT). Inndelingen i to basistrinn på grunnlag av uLKM marin salinitet (SA) er også vist. Den datasettspesifikke trinninndelingen av TV er indikert ved koder (trinn angitt (1), (2) etc.). Tilsvarende kandidattrinn i naturtypehypotesen B08-H1 og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc.

B9 Datasett B09: Planter og lav i skogsmark på fastmark

Rune Halvorsen og Egil Bendiksen

B9a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B09 inneholder artslister for variasjon innenfor hovedtype-kandidatene T~4 Fastmarksskogsmark og T~33 Flomskogsmark. Metadata for B09 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B9–1. B09 inneholder 57 artslister med til sammen 635 arter; 404 karplanter (inkludert bartrær, karsporeplanter og dekkfrøete planter), 183 moser og 48 lav.

B09 inneholder artslister for de fleste av de karakteristiske trinnkombinasjonene for 9 av de 11 LKM som i Framlegg 3 (NiNnot124e3) er ansett som potensielle sLKM i T~4, samt for de 5 LKM som har en tilsvarende posisjon i T~33. Artslistedatasettet blir delt opp i sju deldatasett, et 'kjernedatasett' B09A, som inneholder alle kombinasjoner av de to foreslåtte hLKM i T~4; kalkinnhold (KA) med 5 kandidattrinn og uttørkingsfare (UF) med 4 kandidattrinn. I tillegg er sLKM-kandidaten kildevannspåvirkning (KI), som i henhold til hypotesen er aktuell for oppdeling av 6 av de $5 \times 4 = 20$ karakteristiske trinnkombinasjonene for KA og UF inkludert i deldatasett B09A. B09A gir dermed grunnlag for å teste naturtypehypotesene:

B09–H1 (kat. 1,2c): (a) Kalkinnhold (KA) og uttørkingsfare (UF) er hLKM i T~4. (b) KA bør deles i 5 datasettspesifikke trinn i T~4. (c) UF bør deles i 4 datasettspesifikke trinn i T~4.

B09–H2 (kat. 2a): Kildevannspåvirkning (KI) er en tLKM for T~4, og bør derfor deles i to trinn.

Naturtypehypotesene H09–H1 og H09–H2 og sammensetningen av deldatasett H09A med 26 artslister er vist i Fig. B9–1a.

Deldatasett B09B adresserer variasjon langs to kandidater til sLKM, rasutsatthet (RU) og markustabilitet (MU), som gir opphav til henholdsvis rasmarksskoger og skredmarksskoger. Begge disse 'skogtypene' kan finnes både på kalkfattig og kalkrik berggrunn. Fordi stor kalkrikhet trolig er koblet til mindre uttørkingsfare – større kalkinnhold på friskere mark – er det utarbeidet artslister for to serier av rasmarksskoger og en serie av skredmarksskoger. Kombinasjonene KA#4&UF#1 og KA#2&UF#2 er valgt framfor ytterpunktene langs KA fordi massetransportprosessen medfører tilførsler av næringsstoffer i et omfang som gjør at KA#1 ikke realiseres. De 14 artslistene som datasettet inneholder åpner for å teste betydningen av RU og MU, samt hvorvidt RU#2 og MU#2 homogeniserer variasjonen i artssammensetning langs øvrige LKM (KA og UF, til dels også KI, samt S3). Én artsliste er også inkludert for å relatere sandskredmark (MU#2) til sandfuruskog (SS#2). Følgende naturtypehypoteser testes ved bruk av B09B (se også Fig. B09–1b):

B09–H3 (kat. 2a): (a) Rasutsatthet (RU) er en tLKM for T~4, og bør derfor deles i to trinn. (b) Skredutsatthet (SU) er en tLKM for T~4, og bør derfor deles i to trinn. (c) Det er betydelige forskjeller i artssammensetningen i rasutsatt skogsmark (RU#2) og/eller skredutsatt skogsmark (MU#2) mellom substrater med ulik kornstørrelse; og sorterte substrater (S3) er derfor også en tLKM for T~4. (d) Innenfor rasskogsmark er det betydelig forskjell i artssammensetning mellom steder med og uten

kildevannspåvirkning. (e) Det er betydelig forskjell i artssammensetning mellom sandskredmark (MU#2&S3#D) og sandfuruskog (SS#2&S3#D).

Deldatasett B09C inneholder 6 artslister (se Fig. B9–1c) som åpner for å kvantifisere forskjeller i artssammensetning mellom normal fastmarksskogsmark og skogsmark på ikke helt stabilisert sand (S3#D og SS#2); det vil si teste naturtypehypotesen:

B09–H4 (kat. 2a): (a) Sandstabilisering (SS) er en tLKM for T~4, og bør derfor deles i to trinn innenfor hovedtypen. (b) Det er betydelige forskjeller i artssammensetningen innen sandfuruskog relatert til kalkinnhold.

Deldatasett B09D inneholder også 6 artslister (se Fig. B9–1a) som åpner for å tallfeste forskjeller i artssammensetning mellom beiteskog (HI#2) og skogsmark (nesten) uten hevdpåvirkning (HI#1), det vil si teste hypotesen:

B09–H5 (kat. 2a): Hevdintensitet (HI) er en tLKM for T~4, og bør derfor deles i to trinn innenfor hovedtypen.

Deldatasett B09E inneholder de 8 artslistene 50–57 (se Fig. B9–1a) som er lagd ved å splitte listene for de ulike UF-trinnene (KA#1) i separate lister for vannmetning (VM) trinn VM#1 veldrenert mark og trinn VM#2 fuktmark. Dermed kan følgende naturtypeinndelingshypotese testes:

B09–H6 (kat. 2a): Vannmetning (VM) er en tLKM for T~4, og bør derfor deles i to trinn innenfor hovedtypen.

Det siste deldatasettet, B09F, adresserer variasjon innenfor T~33 flomskogsmark og flomskogsmarkenes relasjoner til fastmarksskogsmark. Flomskogsmarkene inneholder kompleks variasjon med vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF) og sorterte sedimenter (SS) som antatt viktige LKM, der også tre andre LKM er antatt å gi opphav til betydelig variasjon i artssammensetning; KI, VM og ER. Deldatasettet inneholder 7 artslisters fra T~33 og fire artslisters fra T~4 som tjener som sammenlikningsgrunnlag (se Fig. B9–1). Følgende naturtypehypotese(r) testes ved analyse av deldatasett B09F:

B09–H7 (kat. 2a,b): (a) Vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF) er en sLKM for T~33. (b) VM bør deles i to trinn innenfor T~33. (c) SS, KI, VM og ER er tLKM i T~33 og bør derfor deles i to klasser/trinn innenfor hovedtypen.

Tabell B9–2 gir en mer detaljert forklaring av naturtypekandidatene i flomskogsmark (T~33), som er representert med artslisters i deldatasett B09F.

B9b Resultater og tolkning: Deldatasett B09A

De beregnede økologiske avstandene mellom endetrinn langs KA, gitt samme trinn langs UF (og alle andre LKM), varierte lite; fra 2,912 ØAE for UF#4 til 3,159 ØAE for UF#1. Gjennomsnittlig ØAE mellom nabonaturtypekandidater langs KA økte med økende KA-trinn, fra bare 0,355 ØAE mellom KA#1 og KA#2, via 0,861–0,864 ØAE mellom KA#2 og KA#3 og mellom KA#3 og KA#4, til 1.088 ØAE mellom KA#4 og KA#5 (Fig. B9–2). Økologiske avstander mellom nabonaturtypekandidater langs KA var nesten perfekt additive (ikke-linearitetsparameter $u = 0,03–0,06$). Estimerte gradientlengder for KA var $x_g = 3,43–3,55$

ØAE, med en viss forskyvning av estimerte intervallgrenser mellom KA-trinn som funksjon av variasjon i UF-trinn. For kalkfattige naturtypekandidater (KA#1–2) var intervallet breiest i frisk skogsmark (UF#1), mens intervallet for kalkrike naturtypekandidater (KA#4–5) var breiest i tørkeutsatt skogsmark (UF#4); se Tabell B9–3. For KA gir resultatene et positivt svar på naturtypehypotese B09–H1a; KA er en hLKM i T~4. Analysene gir imidlertid et entydig negativt svar på hypotese B09–H1b; resultatene viser at det bare er grunnlag for å inndele KA i tre trinn i T~4. Resultatene i Tabell B9–3 viser at det er grunnlag for å dele KA i 5–6 datasettspesifikke basistrinn. Dette kan f.eks. gjøres ved å beholde de 5 kandidattrinnene i Framlegg 3 (KA#1–5), justere grensa mellom KA#2 (middels kalkfattig) og KA#3 (intermediær) i retning av KA#3, dele KA#4 i to basistrinn ved å justere grensene litt i hver retning og trekke grensa mellom de datasettspesifikke trinnene KA(2) og KA(3) mellom de to basistrinnene innenfor KA#4 (Fig. B9–3). Resultatene av analyse av deldatasett B9A indikerer dermed at det bare er på frisk skogsmark at det er grunnlag for å skille mellom datasettspesifikke utforminger for KA#1 og KA#2.

De beregnede økologiske avstandene mellom endetrinn langs UF, gitt samme trinn langs KA, varierte også lite, fra 3,215 ØAE for KA#1 til 3,841 for KA#4. Gjennomsnittlig ØAE mellom nabonaturtypekandidater langs UF økte var bemerkelsesverdig konstant (1,142–1,235 ØAE). Økologiske avstander mellom nabonaturtypekandidater langs UF var perfekt additive (ikke-linearitetsparameter $u < 0,01$) og estimerte gradientlengder for UF var $\mathbf{x}_g = 3,91\text{--}4,65$ ØAE; minst for KA#1, gradvis økende til KA#4 og litt lavere igjen for KA#5 (Tabell B9–4). Resultatene bekrefter naturtypehypotesene B09–H1a og c for UF sin del; datasettet gir grunnlag for å opprettholde framlegget til inndeling i 4 datasettspesifikke trinn med til sammen 8 basistrinn (hvert trinn deles i to basistrinn), med minimale justeringer av trinn grenser (se Fig. B9–3).

Økologiske avstander mellom de 6 parene av sammenliknbare naturtypekandidater for KI#1 og KI#2 (det vil si par med samme kombinasjon av KA og UF) varierte fra 1,013 til 1,486 ØAE (Fig. B9–2). Dette svarer til gradientlengder (avstander mellom endepunktene langs gradienten) $\mathbf{x}_g = 1,69\text{--}2,48$ ØAE; minst for storbregne- og høgstaudeskogene (KA#3–4&UF#1), høyere (og alltid $\mathbf{x}_g > 2$ ØAE) for de fire øvrige kombinasjonene av KA og UF. Dette bekrefter delvis hypotese B09–H2. Opprettholdelse av egne naturtyper for storbregne- og høgstaudeskoger forutsetter at disse defineres slik at klarere kildevannspåvirkete steder enn det som er lagt til grunn for artslistene i B09 kreves for aksept som KI#2. Små forskjeller (< 20 %) i økologiske avstander mellom sammenliknbare par av naturtypekandidater for KI#1 og KI#2 (dvs. for samme kombinasjon av KA og UF) ble observert. Det indikerer at kildevannspåvirkning ikke medfører noen systematisk homogenisering av variasjonen langs KA (eller UF) i fastmarksskogsmark.

Den todimensjonale GNMDS-ordinasjonen av de 26 artslistene i deldatasett B09A gjenga det fullstendige rektangelet i det økologiske rommet som utgjøres av de 20 naturtypekandidatene for KI#1 (se Fig. B9–1) som en nesten perfekt rektangulær struktur (Fig. B9–4). Uttørkingsfaren økte fra UF#1 i nedre venstre hjørne i diagrammet til UF#4 i øvre høyre hjørne, og kalkinnholdet økte fra KA#1 i nedre høyre hjørne til KA#4 i øvre venstre hjørne. Avstandene mellom naturtypekandidater for KA#1 og KA#2 var svært liten for alle UF-trinn. Avstandene mellom endetrinns-naturtypekandidater langs UF (for samme KA-trinn, dvs. på tvers av de stiplete linjene i Fig. B9–4), var gjennomgående større enn avstandene mellom endetrinnsnaturtypekandidatene langs KA (for samme UF-trinn, dvs. langs de stiplete linjene). Artslister for kildevannspåvirkete naturtypekandidater plasserte seg svært nær og litt til venstre for de sammenliknbare naturtypekandidatene uten kildevannspåvirkning (dvs. naturtypekandidater med samme 1. og 2. siffer i gradientkoden i Fig. B9–4). Dette indikerer betydelig grad av likhet mellom naturtypekandidater som utgjør par med og uten svak kildevannspåvirkning, og at kildevannspåvirkningen gir seg utslag i

artssammensetningen i form av et systematisk større innslag av friskmarksarter og av arter som kjennetegner steder med høyere kalkinnhold.

GNMDS-ordinasjonen ble bekreftet av den parallelle DCA-ordinasjonen (Fig. B9–5). Kendall's τ mellom par av akser var 0,951 for akse 1 ($P < 0,0001$, $n = 26$) og 0,922 for akse 2 ($P < 0,0001$, $n = 26$). Ingen antydninger til artifakter ble observert i noen av ordinasjonsdiagrammene. Naturtypekandidater for KA#1 og KA#2 (med samme UF) hadde nesten sammenfallende skårer langs begge akser, mens avstanden mellom KA#4 og KA#5 gjennomgående var større enn mellom andre KA-naboer (med samme UF). Avstandene mellom de ytterst plasserte naturtypekandidatene langs ordinasjonsaksene (akselengder), var henholdsvis 2,34 og 1,72 H.C.-enheter for GNMDS-aksene og 3,65 og 2,70 S.D.-enheter for de tilsvarende DCA-aksene. DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0,503 og 0,306. Disse akselengdene stemmer godt overens med gradientlengdeestimatene for UF og KI basert på ØA mellom endetrinnskandidater, når det tas hensyn til at variasjonen langs KI og UF spenner ut diagonalene i ordinasjonsdiagrammene. Ordinasjonsanalysen styrker og bekrefter derfor tolkningen av de direkteberegnete økologiske avstandene i Fig. B9–2.

B9c Resultater og tolkning: Deldatasett B09B

Økologiske avstander beregnet mellom naturtypekandidater for normaltrinnet langs alle LKM, eventuelt bortsett fra KI, med hensyn til hovedkompleksmiljøvariablene (dvs. KA#2&UF#2 og KA#4&UF#1), og sammenliknbare rasutsatte naturtypekandidater (RU#2), var små. For kombinasjonen KA#2&UF#2 ble ØA-verdier i intervallet 0,441–0,655 funnet, mens ØA-verdiene for KA#4&UF#1 var 0,263–0,762 (Fig. B9–6). Dette svarer til gradientlengder på henholdsvis $\mathbf{x_g = 0,74–1,09 \text{ ØAE}}$ og $\mathbf{x_g = 0,44–1,27 \text{ ØAE}}$. Innbyrdes ØA mellom sammenliknbare rasutsatte naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til substrategenskaper (S3) var gjennomgående mindre; for KA#2&UF#2 0,210–0,477 ØAE og for KA#4&UF#1 0,410–0,794 ØAE, svarende til gradientlengder opp til $\mathbf{x_{g,max} = 1,32 \text{ ØAE}}$. Bare én av de parvise økologiske avstandene mellom ulike S3-klasser for naturtyper som er sammenliknbare med hensyn på øvrige LKM har estimerte gradientlengder $> 1 \text{ ØAE}$; mellom blokkdominert og grusdominert rasutsatt skogsmark. Disse resultatene gir grunnlag for å forkaste naturtypehypotesen B09–H3a om at RU er en tLKM for T~4; RU kan i høyden deles i to datasettspesifikke basistrinn og gi grunnlag for å beskrive datasettspesifikke utforminger. Resultatene indikerer at variasjonen i artssammensetning heller ikke gir grunnlag for å skille mellom datasettspesifikke basistrinn innenfor rasutsatt skogsmark på grunnlag av ulike substrategenskaper (S3), ikke engang på utformingsnivå. Resultatene for deldatasett B09B støtter dermed heller ikke hypotese B09–H3c.

Resultatene for sammenliknbare skredutsatte naturtypekandidater (MU#2) stemte godt overens med resultatene for rasutsatte naturtypekandidater (RU#2; se Fig. B9–6). For kombinasjonen KA#2&UF#2 ble ØA-verdier på 0,654 og 0,847 funnet, mens ØA-verdien for KA#4&UF#1 var 0,392 (Fig. B9–6). Dette svarer til gradientlengder på henholdsvis $\mathbf{x_g = 1,09–1,41 \text{ ØAE}}$ og $\mathbf{x_g = 0,65 \text{ ØAE}}$. Innbyrdes ØA mellom sammenliknbare rasutsatte naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til substrategenskaper (S3#C og S3#D; grus- og sandskredskogsmark) for KA#2&UF#2 var bare 0,291 ØAE, som svarer til en gradientlengde på $\mathbf{x_{g,max} = 0,49 \text{ ØAE}}$. Resultatene indikerer derfor at MU ikke er en tLKM i T~4 (hypotesene B09–H3b og 3d forkastes), men at det er grunnlag for å dele MU i to basistrinn og beskrive grus- og sandskred-skogsmark som utforminger.

Resultatene viser at sandfurskoger, preget av åpen sand og karakterisert som SS#2, skiller seg betydelig (1,588 ØAE mellom typiske utforminger) med hensyn til artssammensetning fra sandskredmark (hypotese B09–H3e tentativt akseptert, men forskjellen kan skyldes manglende sammenliknbarhet med hensyn til UF). Statusen til SS som eventuell tLKM for T~4 blir adressert i kapittel B9d.

B9d Resultater og tolkning: Deldatasett B09C

De parvise økologiske avstandene mellom sammenliknbare naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til sandstabilisering (SS) var svært små, 0,324–0,465 ØAE, som svarer til gradientlengder i intervallet $\mathbf{x_g = 0,54–0,78 \text{ ØAE}}$. Artssammensetningen av karplanter, moser og lav gir derfor verken grunnlag for å betrakte sandfurskoger som betydelig eller observerbart forskjellige fra annen skogsmark med tilsvarende kalkinnhold og uttørkingsfare (Fig. B9–7). Hypotese B09–H4a forkastes dermed. Den endelige vurderingen av hvorvidt SS er så viktig i T~4 at den betinger oppdeling i grunntyper eller åpner for å beskrive utforminger, vil dermed stå og falle med forskjeller i soppartssammensetningen mellom naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til sandstabilisering (se kapittel B10).

Naturtypekandidatene for SS#2 hadde nær nøyaktig samme mønster relatert til KA og UF som naturtypekandidatene for SS#1, hvilket ikke er overraskende når parallelle naturtypekandidater for SS#1 og SS#2 har så lik artssammensetning. Naturtypehypotese B09–H4b aksepteres dermed.

B9e Resultater og tolkning: Deldatasett B09D

De parvise økologiske avstandene mellom sammenliknbare naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til hevintensitet (HI) var middels store, 0,772–1,014 ØAE, som svarer til gradientlengder i intervallet $\mathbf{x_g = 1,29–1,69 \text{ ØAE}}$. Artssammensetningen av karplanter, moser og lav gir dermed ikke grunnlag for å betrakte beiteskoger som betydelig forskjellige fra annen skogsmark med tilsvarende kalkinnhold og uttørkingsfare (Fig. B9–8). Hypotese B09–H5 forkastes dermed. Forskjellene i artssammensetning gjør HI til en uLKM i T~4, og gir grunnlag for å definere to basistrinn og beskrive datasettspesifikke beiteskogsutforminger av 'normale' grunntyper.

B9f Resultater og tolkning: Deldatasett B09E

De parvise økologiske avstandene mellom sammenliknbare naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til vannmetning (VM) var middels store, 0,708–0,856 ØAE, som svarer til gradientlengder i intervallet $\mathbf{x_g = 1,18–1,43 \text{ ØAE}}$. Artssammensetningen av karplanter, moser og lav gir dermed ikke grunnlag for å betrakte fuktskoger som betydelig forskjellige fra veldrenert skogsmark med tilsvarende (kalkinnhold og) uttørkingsfare (Fig. B9–9). Hypotese B09–H6 forkastes dermed. Resultatene gjør VM til en uLKM i T~4 og gir grunnlag for å definere to basistrinn og beskrive veldrenert skogsmark og fuktskog som datasettspesifikke utforminger.

B9g Resultater og tolkning: Deldatasett B09F

Økologiske avstander mellom naturtypekandidater i flomskogsmark (T~33) som skiller seg med hensyn til plassering langs vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF) var omtrent like store på grovt substrat (S3#A stein- og grusdominert) som på finere substrat (S3#B sand-, silt- og leirdominert), henholdsvis 1,685 ØAE og 1,728 ØAE (Fig. B9–10). Fordi artslistedatasettet ikke inneholder artslister fra T~4 med en artssammensetning mer lik den som er registrert for naturtypekandidatene i T~33 for VF#2 enn 2 ØAE, er gradientlengder for VF i T~33 beregnet som om VF#2 og VF#3 var endetrinnsnaturtypekandidater. Da svarer de beregnede økologiske avstandene til $x_g = 2,81\text{--}2,88$ ØAE, som understøtter en oppdeling av VF i to trinn innenfor T~33 i tråd med naturtypehypotesene B09–H7a og b. Den grove naturtypeinndelingshypotesen som er testet, gradientlengdeestimerer nær øvre grensa for tottrinnsoppdeling og uklarheter med hensyn til hvordan variasjonen i artssammensetning i aller øverste del av flommarka egentlig er og hvor grensa mellom T~33 og T~4 mest hensiktsmessig bør trekkes, gjør at det er stort behov for mer kunnskap før det kan konkluderes hvorvidt VF bør deles i flere enn 2 trinn innenfor T~33.

Beregnete økologiske avstander mellom naturtypekandidater i T~33 på grove (S3#A) og finere substrater (S3#B) varierer fra 1,063 ØAE i øvre del av flomsonen (VF#2) til 1,883 ØAE i nedre del av flomsonen (VF#3). Dette svarer til henholdsvis $x_g = 1,77$ og $3,14$ ØAE og indikerer datasettspesifikk inndeling av S3 i to basisklasser innenfor en og samme klasse i VF#2 og inndeling i tre basisklasser i VF#3. Den begrensede kunnskapen om variasjon i artssammensetning i flomskogsmark tilsier imidlertid en konservativ tilnærming til datasettspesifikk inndeling av LKM innenfor T~33 og en oppdeling av S3 i maksimalt to klasser. Fig. B9–11, som visualiserer variasjonen i artssammensetning innenfor T~33, indikerer at variasjonen fra grovere til finere substrater er gradvis, og at det derfor kan være mer hensiktsmessig å beskrive denne som variasjon relatert til én gradient, finmaterialinnhold (FI), som er en av tre ‘dimensjoner’ innenfor den mangedimensjonale LKM S3, enn som klasser innenfor en kompleks faktor-type variabel. Naturtypehypotese B09–H7c bekreftes delvis for S3, men analysene indikerer at substratforskjeller kanskje bare gir opphav til betydelige forskjeller i artssammensetning i nedre deler av flommarka (Fig. B09–10,11). En økologisk forklaring på dette kan være at den vannforårsakete forstyrrelsesintensiteten i øvre del av flommarka ikke er sterk nok til å hindre jordsmonnsutvikling og akkumulering av finmateriale, slik at substrategenskapenes betydning viskes ut mot øvre grense for flompåvirkning.

Alle de tre naturtypekandidatene som var definert på grunnlag av ‘spesielle forhold’ knyttet til kildevannspåvirkning (i øvre del av flomsonen), vannmetning og erosjonsutsatthet (i nedre del av flomsonen), hadde en artssammensetning som var betydelig forskjellig fra artssammensetningen i noen annen naturtypekandidat (ØAE henholdsvis 1,223, 1,658 og 1,675 ØAE, som svarer til gradientlengder $x_g = 2,04\text{--}2,79$ ØAE). Naturtypehypotese B09–H7c bekreftes derfor for alle disse tre LKM (Fig. B9–11).

Artssammensetningen i de to naturtypekandidatene for VF#2 (i T~33) var vesentlig forskjellig (> 2 ØAE) fra enhver naturtypekandidat i T~4 (resultater ikke vist; se også Fig. B9–11). Dette avslører et kunnskapsgap om variasjonen i artssammensetning (og miljøforhold) i overgangen mellom flomskogsmark og fastmarksskogsmark. Disse analysene bekrefter også resultatene i Fig. B9–10 som viste at flomskogsmark på veldrenert, ikke kildevannspåvirket mark (KI#1 og VM#1) har mye større likhet i artssammensetning med kildevannspåvirket fastmarksskogsmark enn med fastmarksskogsmark uten kildevannspåvirkning. Den økologiske årsaken kan være at forstyrrelseeffekten av flom i noen grad fremmer samme arter som *flusheffekten* av kildevannspåvirkning. Fig. B9–10 viser imidlertid at den betydelige forskjellen mellom kildevannspåvirkete og ikke

kildevannspåvirkete naturtypekandidater med hensyn til artssammensetning, som ble observert i T~4, likevel består i øvre del av flomsonen.

B9h Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene for fastmarksskogsmark

Analysene av datasett B09 indikerer behov for en radikal endring (forenkling) av framlegget til grunntypeinndeling av T~4 Fastmarksskogsmark. Av de seks naturtypehypotesene med til sammen 13 delhypoteser som er testet ved hjelp av datasett B09, er bare tre delhypoteser akseptert. De 13 hypotesene adresserer 9 av de 11 LKM som ble foreslått som hLKM eller tLKM for hovedtypen [marin salinitet (SA) og berggrunn med avvikende kjemisk sammensetning (BK) unntatt]. Analysene viser at de to foreslåtte hLKM, KA og UF, tilfredsstiller kravet til hLKM om gradientlengde > 3 ØAE mellom endepunktene innenfor hovedtypen, mens bare én av de 7 foreslåtte tLKM som ble testet, kildevannspåvirkning (KI), tilfredsstiller kravet til en tLKM om gradientlengde > 2 ØAE. For to av de foreslåtte tLKM, sandstabilisering (SS) og sorterte sedimenter (S3), ble så liten variasjon i artssammensetning funnet at ikke engang kravet til observerbar forskjell i artssammensetning (gradientlengde > 1 ØAE) ble tilfredsstilt. De øvrige fire LKM (RU, MU, HI og VM) forklarer nok variasjon i karplante-, mose- og lavartssammensetning innenfor T~4 til å være underordnede LKM (uLKM) i hovedtypen, og kan dermed legges til grunn for å beskrive utforminger.

Datasett B09 gir ingen direkte holdepunkter for å avgjøre hvilken status de to siste LKM som er foreslått som tLKM i Framlegg 3 (NiNnot124) bør ha. Helt siden avvikende berggrunn ble lansert som basis for å skille ut grunntyper for olivinskog i NiN versjon 1 har det imidlertid knyttet seg sterkt tvil til hvorvidt forskjellen i artssammensetning fra 'normal skogsmark' var stor nok til å kunne forsvare serien av olivinskogsgrunntyper. I lys av at alle andre kandidater til tLKM ble underkjent så nær som KI, og den uttalte intensjonen i NiN versjon 2 om en restriktiv klasse- og trinninndeling, gjør resultatene det vanskelig å forsvare BK som tLKM i T~4 før det eventuelt foreligger empiriske data som gir støtte til dette.

Den vesentlige forskjellen som påvises mellom flomskogsmark og fastmarksskogsmark styrker T~33 som egen hovedtype med vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF) som differensierende LKM (dLKM). Samtidig har dette resultatet relevans for håndteringen av 'fjæresone-skogsmark' (på fastmark). Sjøl med en konservativ tilnærming til naturtypeinndeling, gjør den distinkte artssammensetningen i flomskogsmark det uunngåelig at 'fjæresone-skogsmarka' (som var egen hovedtype i NiN versjon 1) plasseres i en annen hovedtype enn T~4 (ikke flom- eller saltvannspåvirket skogsmark). Grundig vurdering av hvorvidt saltpåvirkningen gir tilstrekkelig grunnlag for å anta at skogsmark på fastmark i fjærebeltet skiller seg vesentlig fra skogsmark på fastmark i øvre del av flomsonen langs vann og vassdrag er påkrevd.

Analysene viser entydig at uttørkingsfare (UF) og kalkinnhold (KA) gir opphav til artssammensetningsgradienter i fastmarksskogsmark som, dersom datamaterialet utspenner hele variasjonsbredden langs begge de komplekse miljøgradientene, er tilnærmet uavhengig av hverandre (se ordinasjonsdiagrammene; Fig. B9–4,5). Dette er et viktig resultat fordi ordinasjonsanalyser av empiriske datasett som omfatter hele spekteret av variasjon i barskogens undervegetasjon innenfor et avgrenset undersøkelsesområde typisk identifiserer én hovedgradient i artssammensetning fra svært tørkeutsatte (lav)furuskoger via middels tørkeutsatte (lyng)furuskoger og kalkfattige (blåbær)granskoger til kalkrike (lågurt)granskoger (Lahti & Väisänen 1987, R. Økland & Eilertsen 1993). Denne oppfatningen av én hovedgradient i artssammensetningen i fastmarksskogsmark som gjenspeiler 'produktivitet' har blitt lagt til grunn i en rekke typeinndelingssystemer, bl.a. det finske skogtypeskjemaet [f.eks. Kalela (1954), se også Kuusipalo (1985)], og er også

framhevet i mange seinere undersøkelser (f.eks. Gjerde et al. 2005). Resultatene av analysene av datasett B09A viser at forestillingen om én produktivitetsgradient skyldes at kombinasjonen av kalkrike og tørkeutsatte skogsmarker så sjelden er realisert (eller regionalt, i områder uten kalkrik berggrunn, kan mangle helt) at den mer eller mindre mangler i empiriske datasett, særlig når disse er samlet inn ved en datainnsamlingsmetode som representerer ulike naturtyper mer eller mindre proporsjonalt med deres arealdekning i undersøkelsesområdet. Da reduseres to-gradientsystemet i Fig. B9–12 til én artssammensetningsgradient.

Analyseresultatene stokker om på rangeringen av KA og UF på grunnlag av omfanget av variasjon i artssammensetningen i forhold til grunntypeinndelingen i NiN versjon 1 og Framlegg 3 til inndeling i NiN 2. I stedet for 5 KA-trinn og 3 UF-trinn, gir resultatene grunnlag for å dele UF i 4 og KA i 3 datasettspesifikke trinn. Resultatene (se Tabell B9–3,4) viser at gradientlengdene for de fire seriene av naturtypekandidater der KA varierer fra #1 til #5 mens UF-trinnet holdes konstant, er tilnærmet like, mens variasjonen i artssammensetning i de fem seriene av naturtypekandidater der UF varierer fra #1 til #4 mens KA-trinnet holdes konstant, endrer seg litt mer og er minst på svært kalkfattig mark og størst på kalkrik mark. Forskjellene er likevel ikke større enn at det er grunnlag for en datasettspesifikk inndeling av UF i 4 trinn og KA i 3 trinn, og der alle kombinasjoner er realisert. Dette resulterer i en datasettspesifikk konsensusinndeling av de delene av T~4 som omfattes av datasett B09 i 12 grunntyper for kombinasjoner av UF og KA, med et tillegg på 5 grunntyper på svakt kildevannspåvirket mark (Fig. B9–12).

Analysene indikerer at variasjonen i artssammensetning innenfor hvert intervall langs KA som er representert med artslistor for en naturtypekandidat, ikke er den samme innenfor hvert UF-trinn (Tabell B9–4): Naturtypekandidatene nær den kalkfattige enden av KA-gradienten utspenner større variasjon på frisk mark enn på tørkeutsatt mark, mens naturtypekandidatene nær den kalkrike enden av KA-gradienten utspenner større variasjon på tørkeutsatt mark enn på frisk mark. Dette er et interessant resultat, som kan ha minst to forklaringer; (1) at naturtypekandidatene er definert (oppfattes) på en måte som ikke gjenspeiler reell variasjon langs en kompleks kalkinnholdsgradient; og/eller (2) at utskiftingen av arter langs en kompleks kalkinnholdsgradient faktisk er større pr. enhet endring i kalkinnhold nær den kalkfattige enden av gradienten på frisk mark og nær den kalkrike enden av gradienten på kalkrik mark. Et økologisk resonnement til støtte for forklaring (2) er at et stort antall skogsarter er knyttet til middels kalkrike voksesteder på frisk grunn, mens svært få arter har sine optima på middels kalkrike, tørkeutsatte voksesteder. Dermed endrer artssammensetningen seg mye mer på frisk mark når kalkinnholdet øker litt fra det svært kalkfattige, enn på tørkeutsatt mark. På kalkrik mark er det omvendt, kanskje først og fremst fordi sterkt tørkeutsatt kalkrik mark får et sterkt innslag av arter fra den artsrike floraen på åpen, grunnlendt kalkmark. Det er mulig at dette mønsteret forsterkes av at frisk, kalkrik mark ofte har en kraftig humusoppbygging som hindrer direkte kontakt mellom karplantenes røtter og den kalkrike mineraljorda. Forekomsten av arter som indikerer svært kalkrik grunn kan dermed bli svært sporadisk eller mangle helt også på steder med kalkrike bergarter. Typisk for slike steder er stor vertikal variasjon i reelt kalkinnhold gjennom jordprofilen; der et surere humuslag på toppen isolerer artene fra den kalkrike mineraljorda. Når vertikalvariasjonen i kalkinnhold i jordprofilen er stor, er det et definisjonsspørsmål hvordan arealet skal typifiseres. I NiN skal den samlede artssammensetningen, inkludert sopp som en viktig komponent, legges til grunn for typifisering (artssammensetningen som karakteriserende kilde til variasjon på natursystem-nivået; se NiN[2] Artikkel 2, kap. B1).

Det endelige framlegget til hovedtypespesifikk inndeling av fastmarksskogsmark må også ta hensyn til variasjonen i soppartssammensetning (se kapittel B10).

B9i Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene for flomskogsmark

Analysene av deldatasett B09F bekrefter i stor grad Framlegg 3 til inndeling av T~33 flomskogsmark (jf. NiNnot124). Dette er overraskende, ettersom flomskogsmark er lite undersøkt i Norge og det er knyttet stor usikkerhet til hvorvidt den forståelsen av samvariasjonen mellom artssammensetning og viktige underliggende komplekse miljøvariabler som er lagt til grunn for framlegget, virkelig er holdbar. Med unntak for at analyseresultatene indikerer at den øvre delen av flomsonen likner fastmarksskogsmarka i den henseende at substratets beskaffenhet ikke har stor nok betydning for artssammensetningen til å gi grunnlag for datasettspesifikke standardtrinn, blir framlegget til inndeling i 7 grunntyper på grunnlag av hele 5 tLKM (naturtypeinndelingshypotese B09–H7) bekreftet.

Analyseresultatene bekrefter også naturtypeinndelingshypotesens kjerneelement, at hovedinndelingen av T~33 bør gjøres på basis av vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF) og sorterte substrater (S3), sistnevnte uttrykt som en LKMg, finmaterialinnhold (FI) (se Fig. B9–1d,11).

Betydningen av samsvaret mellom naturtypeinndelingshypotese og analyseresultater for flomskogsmark bør imidlertid ikke overvurderes. Antallet artslistedatasett fra flomskogsmark er lite, og ingen LKM er representert i datasettet med mer enn to kandidattrinn. Det gjør gradientlengdeestimatene usikre. Særlig stor usikkerhet knytter det seg til omfanget av variasjonen i artssammensetning langs vannforstyrrelsesgradienten opp gjennom flomsonen fra ferskvannssystem til ikke flompåvirket fastmarkssystem, ettersom det er vesentlig forskjell i artssammensetningen mellom naturtypekandidater fra det som oppfattes som øvre del av flommarka i deldatasett B09F (VF#2) og alle naturtypekandidater som representerer T~4 (og VF#1) i datasettet. Dersom variasjonen fra flommark til tilgrensede fastmarksskogsmark er gradvis, kan det være grunnlag for å definere ytterligere (ett eller flere) trinn langs VF, slik at VF blir en hLKM for flomfastmark. Også når det gjelder omfanget av variasjon langs andre LKM i flomskogsmark, hersker betydelig usikkerhet. Det er stort behov for grundige vegetasjonsøkologiske undersøkelser av flomskogsmark i Norge.

B9j Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B09 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

A1 T~33 Flomskogsmark opprettholdes som egen hovedtype forskjellig fra T~4 Fastmarksskogsmark

A2 Det bør vurderes hvorvidt skogsmark på fastmark i fjærebeltet er vesentlig forskjellig fra flomskogsmark eller bør inkluderes i en hovedtype for flomskogsmark.

B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM i T~4 Fastmarksskogsmark:

B1 Uttørkingsfare (UF) deles inn i 4 dtsT med til sammen 8 dtsbT (se Fig. B9–3b,12).

B2 Kalkinnhold (KA) deles inn i 3 dtsT med til sammen 6 dtsbT (se Fig. B9–3a,12).

B3 Kildevannspåvirkning (KI) deles inn i 2 dtsT med til sammen inntil 4 dtsbT.

B4 Rasutsatthet (RU) er en uLKM i T~4, og deles inn i 2 dtsbT.

B5 Skredutsatthet (SU) er en uLKM i T~4, og deles inn i 2 dtsbT.

B6 Sandstabilisering (SS) gir ikke grunnlag for inndeling i basistrinn i T~4 på grunnlag av artssammensetningen av karplanter, moser og lav.

B7 Hevdintensitet (HI) er en uLKM i T~4, og deles inn i 2 dtsbT.

B8 Sorterte sedimenter (S3) kan være en uLKMf i T~4, og deles inn i 2 dtsbK.

B9 Vannmetning (VM) er en uLKM i T~4, og deles inn i 2 dtsbT.

I T~33 Flomskogsmark:

B10 Vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF) er en dLKM for T~33, og deles inn i minst 2 dtsT.

B11 Finmaterialinnhold (FI), som komponent i sorterte sedimenter (S3), er en tLKM i T~33, og deles inn i 2 dtsT med inntil 4 dtsbT.

B12 Kildevannspåvirkning (KI), vannmetning (VM) og erosjonsutsatthet (ER) er tLKM i T~33 og deles hver inn i 2 dtsT.

Konsekvenser for grunntypeinndeling

C1 Datasett B09 indikerer at T~4 bør deles i 17 grunntyper på basis av variasjon langs KA, UF og KI

C2 Datasett B09 indikerer at T~33 deles i 3 grunntyper på basis av kombinasjoner av tLKM VF og FI, og at det i tillegg bør utskilles 3 grunntyper på basis av KI, VM og ER.

Tabell B9–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B09.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	T~4 Fastmarksskogsmark; T~33 Flomskogsmark
1B	LKM som ikke blir adressert	–
1C	LKM som blir adressert	<p>I T~4:</p> <p><u>Kalkinnhold (KA)</u>: #1/ *1 svært kalkfattig ('ekstremfattig'); #2/ *2 middels kalkfattig; #3/ *3 intermediær; #4/ *4 middels kalkrik; #5/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik')</p> <p><u>Uttørkingsfare (UF)</u>: #1/ *1 frisk ('blåbærskog'); #2/ *2 moderat tørkeutsatt ('frisk lyngskog'); #3/ *3 tørkeutsatt ('tørkeutsatt lyngskog'); #4/ *4 svært tørkeutsatt ('lavskog')</p> <p><u>Kildevannspåvirkning (KI)</u>: #1/ *1 ingen eller svært svak; #2/ *2 svak, men tydelig (<i>flush</i>-effekt; kildeskogsmark)</p> <p><u>Rasutsatthet (RU)</u>: #1/ *1 ikke rasutsatt; #2/ *2 svakt, men tydelig rasutsatt (rasskogsmark)</p> <p><u>Skredutsatthet (SU)</u>: #1/ *1 stabil mark; #2/ *2 ustabil mark (skredskogsmark)</p> <p><u>Sandstabilisering (SS)</u>: #1/ *9 stabil skogsmark; #2/ *8 sandskogsmark</p> <p><u>Hevdintensitet (HI)</u>: #1/ *1 ikke hevdpåvirket; #2/ *2 beiteskog</p> <p><u>Sorterte sedimenter (S3)</u>: #A/ *1 blokkdominert; #B/ *2 steindominert; #C/ *3 grusdominert; #D/ *4 sanddominert; #E/ *5 silt- og leirdominert</p> <p><u>Vannmetning (VM)</u>: #1/ *1 veldrenert mark; #2/ *2 fuktmark</p> <p>I T~33:</p> <p><u>Vannforårsaket forstyrrelsesintensitet (VF)</u>: #1/ *1–2 ingen–meget svak (ikke flomutsatt); #2/ *3–4 svak–middels (flytter materiale med kornstørrelse opp til og med grov grus); #3/ *5 sterk</p> <p><u>Sorterte sedimenter (S3)</u>: Kategoriene #A/ *1 stein- og grusdominert (inkluderer T~4 #B og #C); og #B/ *2 sand-, silt- og leirdominert (som inkluderer T~4 #D og #E)</p> <p><u>Kildevannspåvirkning (KI)</u>: Trinnene #1 og #2 som over</p> <p><u>Vannmetning (VM)</u>: Trinnene #1 og #2 som over</p> <p><u>Erosjonsutsatthet (ER)</u>: #1/ *1–2 balansert masseutveksling – svak negativ massebalanse M #2/ *3 sterkt erosjonsutsatt</p>
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN-SB (øvre del av BN fra ca. 100 m o.h. i Oslo-området; dvs. øvre høgdelag under marin grense); og hele SB opp tom. ca. 400 m)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	O1 og OC
2C	Geografisk område	Åstraktene på Sør-Østlandet (Nedre Buskerud, Akershus, Oslo, Sør-Oppland, Sør-Hedmark, Indre og nordre deler av Østfold)
2D	Tilstandsvariasjon	<p><u>Bruksintensitet (BI)</u> *1 i (normal) bruk, det vil si at BI = HI (unntak: artslistene for beiteskog (HI#2) som er for BI#2 i bruk.</p> <p><u>Tresjiktssuksjonstilstand (TS)</u> *4 gammel skog (og verdier for andre tilstandsvariabler som er typisk for gammel skog)</p>
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslistene for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3 er lagt til grunn (se 1C)
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B9–1 og Tabell B9–2.

6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala Angivelsene av mengde baserer seg på regnearket T04.xlsx for NiN versjon 1, sammenstilt av RH og Egil Bendiksen i 2008/09. I dette brukes en 4-delt mengdeskala basert på uendelig mange 100-m ² ruter; som er konvertert til 6-trinnsskalaen på en standardisert måte (jf drøfting i NiNnot121)
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(a) Ruter á 100 m ²
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer, (a2) moser og lav
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetsindeksen A	$A = 0,9$. Artslista omfatter 635 arter (404 karplanter, 183 moser og 48 lav)
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	$R = 1,0$
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	4 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Bendiksen et al. (2008), Fremstad (1981, 1997), Hallingbäck et al. (2006, 2008), Kielland-Lund (1981), Klokke (1980), Lid & Lid (2005), Lundqvist (1968), Nyholm (1954–69), R. Økland & Eilertsen (1993), T. Økland (1996)
B	Artsliste sammenstilt av:	Rune Halvorsen og Egil Bendiksen, med innspill og kommentarer fra Geir Gaarder, Jørn-Frode Nordbakken og Tonje Økland.

Tabell B9–2. Beskrivelse av naturtypekandidatene i T~33 Flomskogsmark som er adressert i hypotese B09–H7 og representert i deldatasett B09F med artslistene 42–49. Gradientkoder angir tilhørighet til antatt viktige LKM i T~33 i rekkefølgen VF, S3, KI, VM, ER.

Arts- liste	Gradient- kode	Beskrivelse	Tilsvarende type(r) i			Kommentarer
			Kielland-Lund 1981	Fremstad 1981*, 1997	Klokk 1980	
43	2A111	Blandingskratt/skog av gråor og bjørk på grove sedimenter		* Alno-Prunetum pp.? Q3 Elveørkratt: Q3c Gråor-bjørk-vier-utforming (pp; mindre eksponert del), Q3d Vierkratt (pp.; angitt for hele spekteret fra rullestein til sand og med ulik grad av eksponering)	Alno-Prunetum ribesetosum ('... river plains where the soil consists of gravel and pebbles	Fremstad (1981) beskriver Alno- Prunetum som tilknyttet 'flate sandører'. I Fig. 19 indikeres at vegetasjonen på grus og rullestein utvikles til 'heiskogsamfunn m. <i>Betula</i> , <i>Picea</i> , <i>Pinus</i> ' og 'urterike blandingskratt' og etter hvert mot 'Eu- Piceetum'
44	2B111	Etablert flommarksskog, typisk dominert av gråor, hegg og vierarter (typisk gråor- heggeskog på veldrenert flommark)	Alno-Prunetum dryopteridetosum (og kanskje også typicum pp.)	* Alno-Prunetum pp. Q3g: hvitpil × skjørpil-utforming (trolig pp.; mindre eksponert del hører hit)		Analysen i Fremstad (1981) inneholder også tørrere steder og bestander dominert av strutseving (<i>Matteuccia struthiopteris</i>)
46	3A111	klåved-lauvtre-kratt		* Stabiliserte rullesteinsører Q3 Elveørkratt Q3a Klåved-utforming (variant med 'klåved og lauvtrær noe høyere opp på ørene'); Q3c Gråor- bjørk-vier-utforming (pp; eksponert del; suksessjons-stadium etter stabiliserte klåvedkratt); Q3d Vierkratt pp. (angitt for hele spekteret fra rullestein til sand og med ulik grad av eksponering)	'Mixed Racomitrio ericoides- Myricarietum/Alno- Prunetum ribetosum	
47	3B111	mandelpil-kratt	Salicetum triandrae	* Salicetum triandrae calamagrostio- phalaridetosum (grasrikt, på sandbanker) Q3 Elveørkratt Q3f Elveørkratt, mandelpil-utforming, Q3g: hvitpil x skjørpil-utforming (trolig pp.; eksponert del hører hit);		tåler mye sedimentasjon
45	2B211	typisk gråor- heggeskog med høgstaudepreg (og	Alno-Prunetum typicum (kanskje pp.)	* Alno-Prunetum pp. C3 Gråor-heggeskog C3a Gråor-heggeskog, høystaude-strutseving-		

		strutseving-dominans) på dårlig drenert flommark, evt. med svake kildehorisonter	utforming pp., flommarks-skogsvarianten, ikke li-varianten)		
48	3B121	fuktkratt	* Myosoto-Salicetum triandrae	Scirpo sylvatici- Salicetum triandrae	
49	3B112	doggpil-kratt	* Salicetum triandrae tussilagetosum Q3 Elveørkratt, Q3e doggpil-utforming		først og fremst på erosjonsutsatte steder Fremstad (1981: 36): '... på steder som er sterkt påvirket av flom med erosjon, slitasje og påleiring av sand'

Tabell B9–3. T~4 Fastmarksskogsmark: Plassering av estimerte grenser mellom nabonaturtypekandidater langs KA, for ulike UF-trinn. Hver av de fire seriene av artslister for ulike KA-trinn er reskalert i ØAE, fra et 0-punkt i den kalkfattige enden av gradienten til gradientlengden x_g .

	UF#1	UF#2	UF#3	UF#4
KA#1–2	0,45	0,32	0,18	0,18
KA#2–3	1,15	0,95	0,74	0,65
KA#3–4	2,08	1,79	1,53	1,42
KA#4–5	2,96	2,67	2,48	2,45
x_g	3,55	3,46	3,45	3,43

Tabell B9–4. T~4 Fastmarksskogsmark: Plassering av estimerte grenser mellom nabonaturtypekandidater langs UF, for ulike KA-trinn. Hver av de fem seriene av artslister for ulike UF-trinn er reskalert i ØAE, fra et 0-punkt i den friske enden av gradienten til gradientlengden x_g .

	KA#1	KA#2	KA#3	KA#4	KA#5
UF#1–2	0,83	0,91	0,94	0,98	1,10
UF#2–3	1,90	2,08	2,12	2,28	2,33
UF#3–4	3,00	3,25	3,39	3,62	3,45
x_g	3,91	4,19	4,50	4,65	4,37

2 UF	#4/ *4 svært tørkeutsatt	04§ [1411111××]	08 [2411111××]	12 [3411111××]	16 [4411111××]	20 [5411111××]
	#3/ *3 tørkeutsatt	03§ [1311111××]	07 [2311111××]	11 [3311111××]	15 [4311111××]	19 [5311111××] 26 [5321111××]
	#2/ *2 moderat tørkeutsatt	02§ [1211111××]	06 [2211111××]	10 [3211111××]	14 [4211111××] 23 [4221111××]	18 [5211111××] 25 [5221111××]
	#1/ *1 frisk	01§ [1111111××]	05 [2111111××]	09* [3111111××] 21 [3121111××]	13* [4111111××] 22* [4121111××]	17 [5111111××] 24 [5121111××]
(a)		#1/ *1 svært kalkfattig	#2/ *2 middels kalkfattig	#3 / *3 intermediær	#4/ *4 middels kalkrik	#5/ *5 svært kalkrik
1 KA						

1 KA& 2 UF	KA #4/ *4 middels kalkrik & UF *1/ *1 frisk	13 [4111111××] 22 [4121111××]	27 [4112111A×]	28 [4112111B×]	29 [4112111C×] 30 [4122111C×]	ikke realisert	34 [4121211E×]
	KA #2/ *2 middels kalkfattig & UF *2/ *2 mo- derat tørkeutsatt	06 [2211111××]	31 [2212111A×]	32 [2212111B×]	33 [2212111C×] 35 [2211211C×]	36 [2211211D×] 37 [3211121D×]	ikke realisert
(b)		#× / *0 usortert ref.	#A/ *1 blokkdom.	#B/ *2 steindom.	#C/ *3 grusdom.	#D/ *4 sanddom.	#E/ *5 silt/leirdom.
t6 S3							

t4 SS	#2/ *8 sandskogsmark	37 [2311211D×]	38 [3311211D×]	39 [4311211D×]
	#1/ *9 stabil skogsmark	07 [2311111××]	11 [3311111××]	15 [4311111××]
(c)		#2/ *2 middels kalkfattig	#3 / *3 intermediær	#4/ *4 middels kalkrik
1 KA				

t2 S3	#B/ *2 sand-, silt- og leirdominert	34 [4121211E×]	44 [2B111] 45 [2B211]	47 [3B111] 48 [3B121] 49 [3B112]
	#A/ *1 grus- og steindom.	29 [4112111C×]	43 [2A111]	46 [3A111]
	#× / *0 usortert referanse	13 [4111111××] 22 [4121111××]	ikke realisert	ikke realisert
(d)		#1/ *1–2 ikke flomutsatt	#2/ *3 svakt til middels flomutsatt	#3/ *4 sterkt flomutsatt
t1 VF				

Fig. B9–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene som er testet ved analyse av deldatasett fra B09. (a) B09A (T~4), som åpner for testing av hypoteser B09–H1 og B09–H2 (alle sLKM bortsett fra KI for artslister markert med rød skrift har trinnverdi #1), B09D (T~4), som åpner for testing av hypotese B09–H5 (rød * indikerer kombinasjoner av KA og KI inkludert i dette datasettet; B09D inneholder artslistene 40–42 for naturtypekandidater som er sammenliknbare med naturtypekandidatene 7, 11 og 15 men som har HI#2), og B09E (T~4), som åpner for testing av hypotese B09–H6 (rød § indikerer naturtypekandidater som i B09E er splittet på to lister, ei liste for hvert av trinnene VM#1 og VM#2). (b) B07B (hypoteser B09–H3, som inneholder referanseartslistene for to kombinasjoner av KA og UF (KA2&UF21 og KA4&UF1) som utgangspunkt for å teste hvorvidt MU#2 (lister angitt med blå skrift), RU#2 (lister angitt med brun skrift), og kombinasjonen RU#2&KI#2 for ulike S3-klasser har betydelig forskjellig artssammensetning, samt om det er betydelig forskjell i artssammensetning mellom sandskredmark (MU#2&S3#D) og sandfuruskog (SS#2&S3#D). (c) B09C (T~4), som åpner for testing av hypotese B09–H4 (variasjon langs KA og SS, alle andre LKM holdt konstant; UF#3, alle andre sLKM enn SS og S3#D trinn #1). (d) B09F (T~33), som åpner for testing av hypotese B09–H7. Hver celle i digrammet representerer en (eller i noen tilfelle flere) naturtypekandidat(er), representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer fra 1 til 57 det totale artslistematerialet (separat nummerering av artslistene i hvert deldatasett er u hensiktsmessig da noen artslistene inngår i flere deldatasett) og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske klasse- og trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet for T~4 Fastmarksskogsmark som 9 tegn i rekkefølgen KA, UF, KI, RU, MU, SS, HI, S3 og VM; for T~33 Flomskogsmark fem tegn i rekkefølgen VF, S3, KI, VM og ER; angitt i hakeparenteser). LKM som ikke er relevant for inndeling av en gitt hovedtype er angitt med ×. Grønne celler angir T~4, gule celler angir T~33. Celler der naturtypekoden er angitt med annen farge enn svart angir naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til plassering langs en eller flere andre LKM enn de som definerer aksene i gradientdiagrammet (listenes karakteristiske trinnkombinasjon langs de aktuelle hKM er angitt).

[illegible]

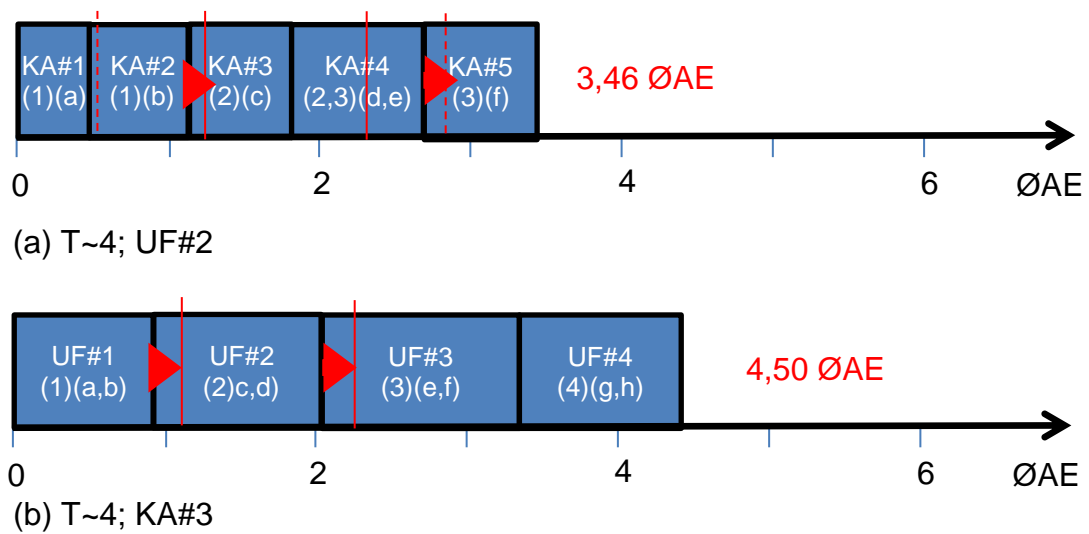
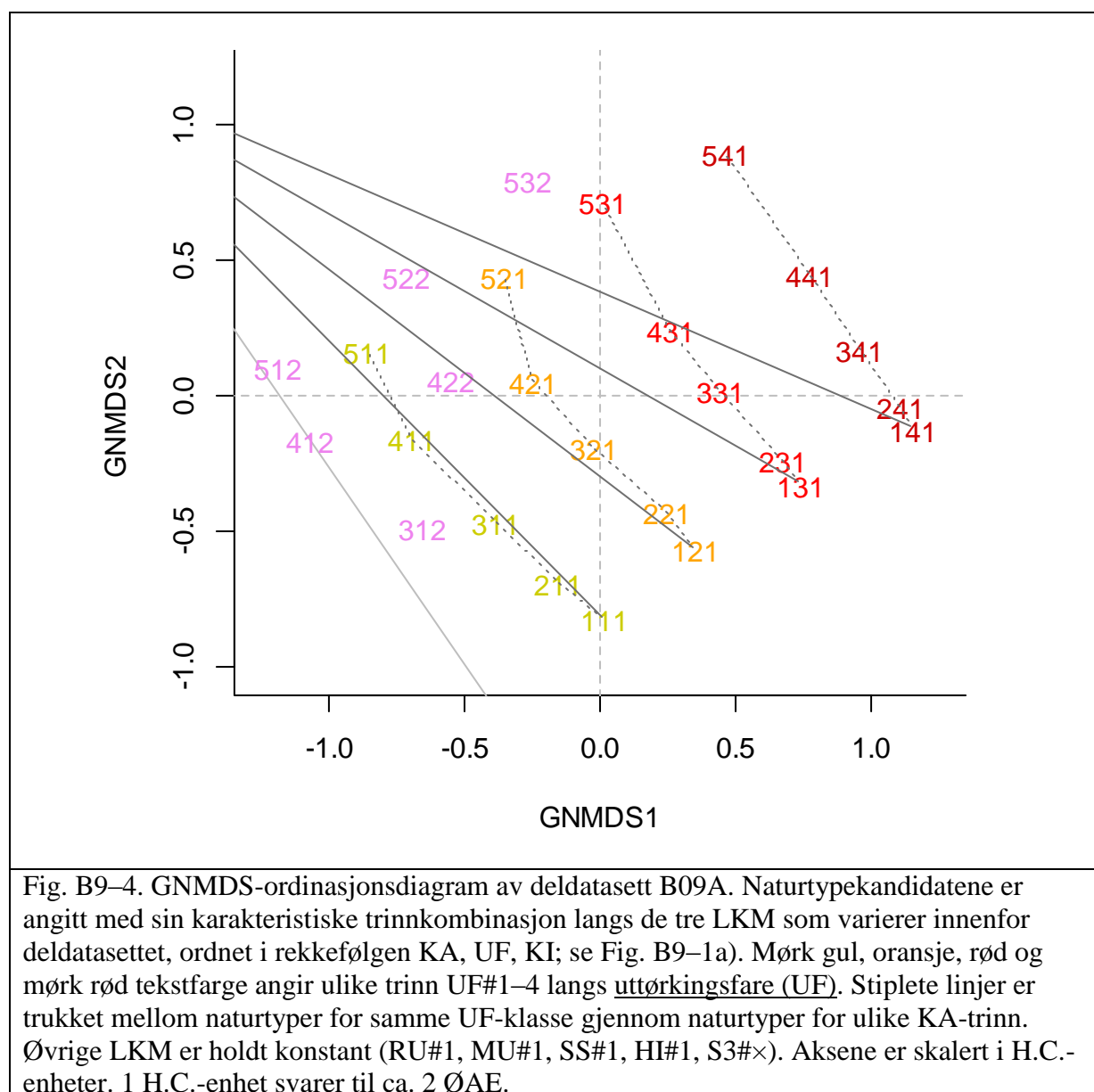


Fig. B9–3. Datasett B09A: Fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for viktige LKM i T~4 Fastmarksskogsmark; (a) Kalkinnhold (KA) (b) uttørkingsfare (UF). Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Røde piler og røde loddrette linjer antyder behov for justering av trinngrenser (stiplede linjer markerer grenser mellom basistrinn). Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE).



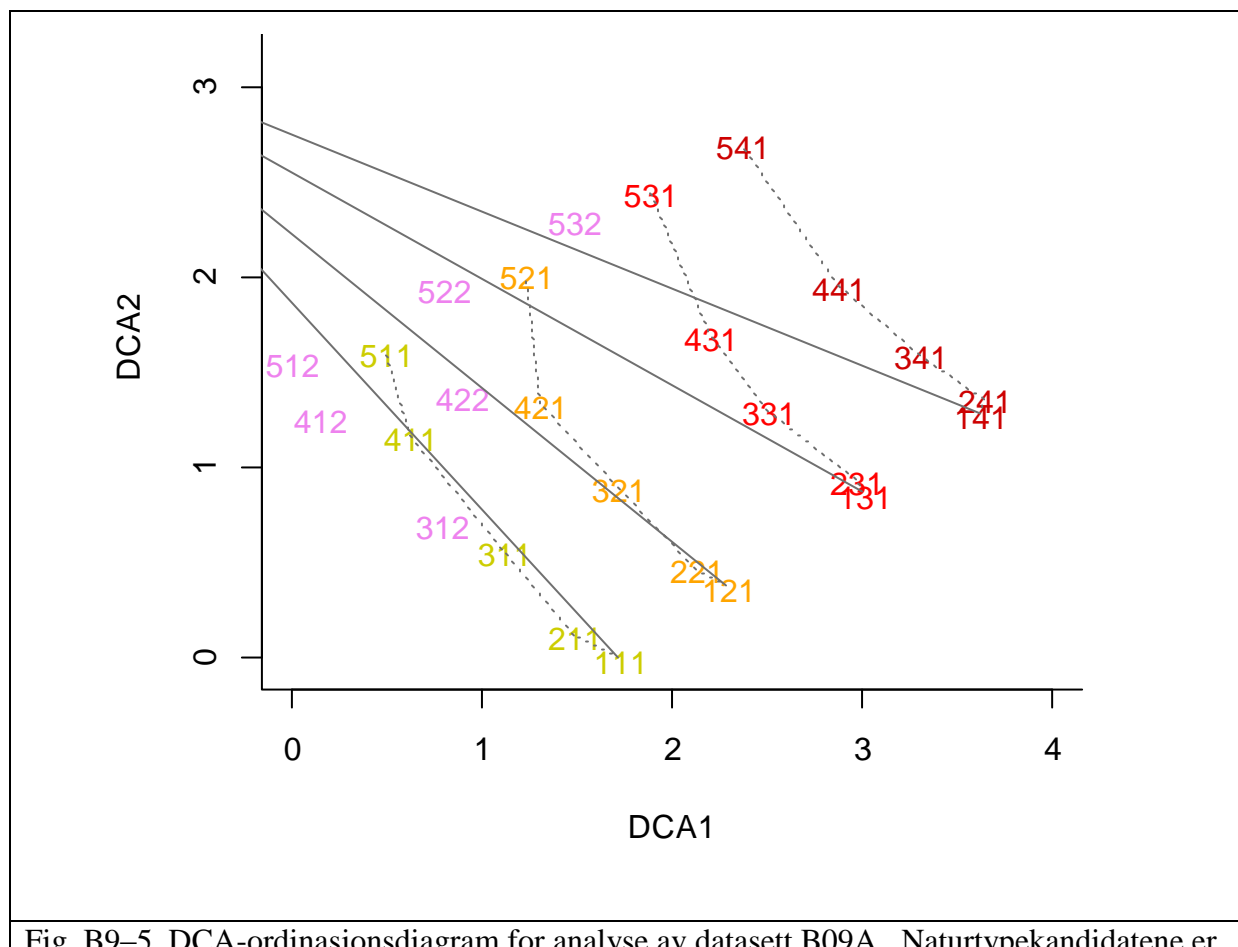


Fig. B9–5. DCA-ordinasjonsdiagram for analyse av datasett B09A. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon langs de tre LKM som varierer innenfor deldatasettet, ordnet i rekkefølgen KA, UF, KI; se Fig. B9–1a). Mørk gul, oransje, rød og mørk rød tekstfarge angir ulike trinn UF#1–4 langs uttørkingsfare (UF). Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper for samme UF-klasse gjennom naturtyper for ulike KA-trinn. Øvrige LKM er holdt konstant (RU#1, MU#1, SS#1, HI#1, S3#×). Aksene er skalert i S.D.-enheter. 1 S.D.-enhet svarer til ca. 1,5 ØAE.

221111x									
0.441	221211A								
0.599	0.277	221211B							
0.655	0.477	0.210	221211C						
0.654	0.652	0.642	0.590	221121C					
0.847	0.840	0.812	0.764	0.291	221121D				
1.529	1.551	1.526	1.494	1.438	1.588	231112D			
2.297	2.651	2.711	2.921	2.952	3.144	3.827	411111x		
3.480	3.473	3.533	3.743	4.125	4.313	5.009	1.183	412111x	
2.683	2.242	2.302	2.512	2.894	3.082	3.793	0.409	1.231	411211A
3.059	2.652	2.712	2.922	3.304	3.492	4.204	0.762	1.316	0.410 4112111B
3.272	3.036	3.096	3.306	3.688	3.876	4.588	0.974	1.510	0.794 0.486 411211C
3.548	3.435	3.495	3.705	4.087	4.275	4.987	1.251	0.263	1.193 1.295 1.430 412211C
3.679	3.621	3.681	3.891	4.273	4.461	5.172	1.382	0.392	1.379 1.436 1.553 0.329 412121E

Fig. B9–6. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistor som inngår i datasett B09B. Naturtypekandidatene er angitt med en karakteristiske trinnkombinasjon for aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, UF, KI, RU, MU, SS, S3 (se Fig. B9–1b). Forklaring til fargete celler: Øvre venstre hjørne i figuren viser ØA for naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til hovedkompleksmiljøvariablene (KA#2&UF#2), men som skiller seg med hensyn til variasjon langs tLKM RU, MU og S3 i T~4. Nedre høyre hjørne viser ØA for naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til hovedkompleksmiljøvariablene (KA#4&UF#1), men som skiller seg med hensyn til kandidater for nevnte tLKM . Par av naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til variasjon langs RU er indikert med blåfargete celler (mørkere blåfarge for sammenlikninger mot referanseartslista for normaltrinnet langs alle LKM eventuelt bortsett fra KI). Tilsvarende er par av naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til variasjon langs MU indikert med oransjefargete celler (mørkere oransje farge for sammenlikning mot referanseartslista for normaltrinnet langs alle LKM eventuelt bortsett fra KI). Grå celler angir sammenlikning på tvers av gruppene av sammenliknbare naturtypekandidater; lysere grå celler angir ØA mellom sandfuruskog (SS#2) og naturtypekandidater med KA#2&UF#2. Alle økologiske avstander er angitt i ØAE.

231×						
0.928	331×					
1.569	0.706	431×				
0.324	1.129	1.670	232D			
0.996	0.389	0.956	0.876	332D		
1.529	0.907	0.465	1.486	0.657	432D	

Fig. B9–7. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister som inngår i datasett B09C og adresserer forskjellen mellom sandskogsmark (SS#2 og S2#D) og ‘normal’ skogsmark (SS#1). Naturtypekandidatene er angitt med en karakteristiske trinnkombinasjon for aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, UF, SS, S3 (se Fig. B9–1c). Blåfargete celler viser ØA for naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til alle andre LKM enn SS&S3.

231×						
1.060	331×					
1.776	1.183	431×				
0.968	1.279	1.738	232D			
1.821	1.014	1.435	0.961	332D		
2.498	1.569	0.772	1.530	0.975	432D	

Fig. B9–8. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister som inngår i datasett B09D og adresserer forskjellen mellom beiteskog (HI#2) og skogsmark med ubetydelig hevdpåvirkning (HI#1). Naturtypekandidatene er angitt med en karakteristiske trinnkombinasjon for aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen KA, UF, KI, HI (se Fig. B9–1a). Blåfargete celler viser ØA for naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til alle andre LKM enn HI.

11								
0.708	12							
0.954	1.421	21						
1.153	0.917	0.743	22					
1.966	2.487	1.086	1.569	31				
2.187	2.036	1.233	1.118	0.856	32			
3.010	3.530	2.129	2.613	1.043	1.533	41		
3.253	3.173	2.371	2.256	1.287	1.138	0.779	42	

Fig. B9–9. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistene som inngår i datasett B09E og adresserer forskjellen mellom veldrenert skogsmark (VM#1) og fuktskog (VM#2) for ulike grader av uttørkingsfare (UF) i svært kalkfattig skogsmark (KA#1) og ‘normaltrinn’ for alle andre LKM som er relevante for inndeling av T~4. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon for UF og VM (se Fig. B9–1a). Blåfargete celler viser ØA for naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til UF, men som skiller seg langs VM.

111×									
1.183	211×								
0.974	1.510	121A							
1.382	0.392	1.553	112B						
4.348	3.165	4.676	3.557	2A111					
3.285	2.102	3.612	2.494	1.063	2B111				
4.508	3.325	4.836	3.717	1.929	1.223	2B211			
6.033	4.850	6.360	5.242	1.685	2.748	3.613	3A111		
5.013	3.830	5.340	4.221	1.958	1.728	1.831	1.883	3B111	
6.671	5.488	6.998	5.879	3.616	3.386	3.489	3.541	1.658	3B121
6.687	5.504	7.015	5.896	3.632	3.402	3.505	3.558	1.675	1.917
									3B112

Fig. B9–10. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistene fra artslistene som inngår i datasett B09F og adresserer forskjellen mellom fastmarksskogsmark (T~4) og flomskogsmark (T~33) samt framlegg til inndeling av T~33 (se Fig. B9–1d) på grunnlag av to tLKM VF og SS, samt tre mulige andre tLKM (KI, VM, ER; angitt med rød skrift). Naturtypekandidater for T~4 er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon for KI, RU, SU og S3 (S3#A og S3#B er angitt som for T~33; S3#A = grus- og steindominert og S3#B = sand-, silt og leirdominert) i grå skrift (andre LKM holdt konstant; KA#4&UF#1); naturtypekandidater for T~33 med sin karakteristiske trinnkombinasjon for VF, S3, KI, VM og ER. Blåfargete celler viser ØA mellom naturtypekandidater i T~33 som er sammenliknbare med hensyn til VF, men som skiller seg langs S3 og oransjefargete celler viser ØA mellom naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til S3, men som skiller seg langs VF. Mest mulig sammenliknbare referanse-naturtypekandidater i T~4 for VF#1 (ikke flomutsatt) og S3#× (usorterte substrater) er angitt med mørkere farger. Lillafargete celler angir ØA mellom naturtypekandidater for KI#2, VM#2 og ER#2 og naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til alle andre relevante LKM.

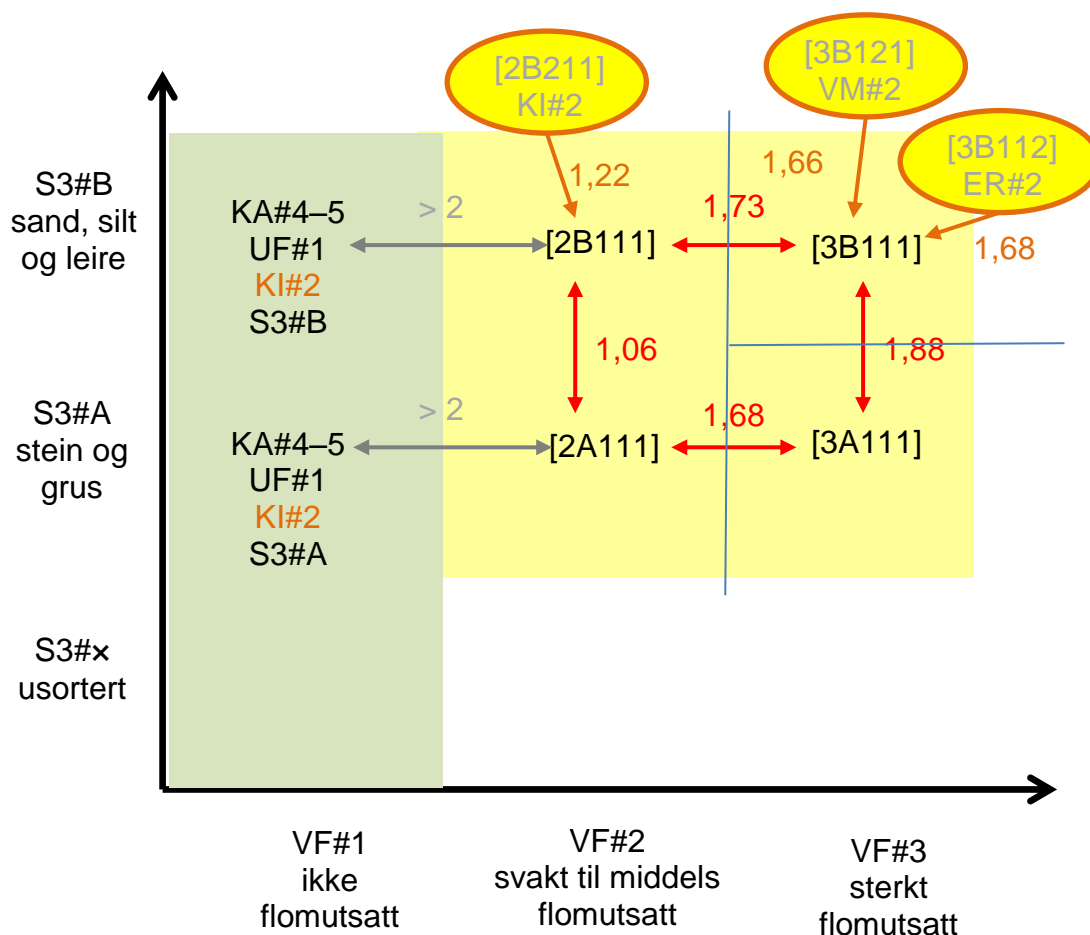


Fig. B9–11. Visualisering avdirekte beregnede økologiske avstander mellom naturtypekandidater i T~33 flomskogsmark (Fig. B9–10). Den horisontale aksene viser variasjon langs LKM vannrelatert forstyrrelsesintensitet (VF), som er en sLKM for T~33 og som også er en dLKM som skiller flomskogsmarka fra fastmarksskogsmark på hovedtypenivå. Den vertikale aksene viser S3 som i naturtypehypotesen for T~33 er oppfattet som en LKMf, men som heller bør oppfattes som en LKMg, finmaterialinnhold (FI) (FI er en av dimensjonene i kompleksvariabelen S3). Økologiske avstander mellom de fire naturtypekandidatene for kombinasjoner av VF og S3 i ØAE er angitt med rød skrift. Økologiske avstander til de naturtypekandidatene i T~4 Fastmarksskogsmark som har størst likhet i artssammensetning med naturtypekandidater i T~33 for VF#2 er indikert til venstre i figuren (på grønn grunn). Relasjoner mellom 'normaltyper' og 'spesialtyper' for kildevannspåvirket (KI#2), vannmettet (VM#2) og erosjonsutsatt (ER#2) flommark på finmaterialrike substrater er angitt i bobler med piler som peker mot de 'normaltypene'. 'spesialtypene' har størst likhet med. Naturtypekandidater er angitt med sine karakteristiske klasse- og trinnkombinasjoner (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet som fem tegn i rekkefølgen VF, S3, KI, VM og ER; angitt i hakeparenteser). Framlegg til datasettspesifikk inndeling av T~33 i grunntyper er vist med tynne, blå linjer.

2 KA	(3) #*4(B)–5 kalkrik	#* 5 svært kalkrik (basistrinn f)	KI#2	KI#2	KI#2		
		#*4(B) kalkrik pp. (basistrinn e)					
	(2) #*3–4(A) intermediær	#*4(A) kalkrik pp (basistrinn d)	KI#2	KI#2			
		#*3 intermediær (basistrinn c)					
	(1)/ #*1–2 kalkfattig	#*2 midd. kalkf. (basistrinn b)					
		#*1 svært kalkfattig (basistrinn a)					
			(1) #*1 frisk (basistrinn a,b)	(2) #*2 moderat tørkeutsatt (basistrinn c,d)	(3) #*3 tørkeutsatt (basistrinn e,f)	(4) #*4 svært tørkeutsatt (basistrinn g,h)	
			1 UF				

Fig. B9–12. Datasettspesifikk inndeling av hovedtype-kandidat T~4 Fastmarksskogsmark på grunnlag av plante- og lavartssammensetningen. Til grunn for inndelingen ligger hLKM uttørkingsfare (UF) inndelt i 4 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 8 datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) og kalkinnhold (KA) inndelt i 3 dtsT med 6 dtsbT. Den datasettspesifikke trinninndelingen av UF og KA er indikert ved koder (trinn angitt (1), (2) etc.). Kandidattrinn i naturtypehypotesene B09–H1-H6 og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Karakteristiske trinnkombinasjoner med tLKM kildevannspåvirkning (KI) som er inndelt i 2 datasettspesifikke trinn [KI: (1)/ #1/ *1 ingen eller svært svak kildevannspåvirkning og (2)/ #2/ *2 svak, men tydelig kildevannspåvirkning med datasettspesifikke basistrinn (1) = (a,b) og (2) = (c,d)] er indikert i hver enkelt boks der datasett B09 gir grunnlag for å skille ut datasettspesifikke grunntyper basert på KI. Mindre vanlig forekommende kombinasjoner av KA og UF er indikert med lysere grønn bakgrunnsfarge.

B10 Datasett B10: Sopp i fastmarksskogsmark

Rune Halvorsen, Egil Bendiksen og Tor Erik Brandrud

B10a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B10 er et 'søsterdatasett' til B09 (se kapittel B9) som inneholder 22 artslister med til sammen 1001 registrerte sopparter innenfor hovedtypekandidaten T~4 Fastmarksskogsmark. Datasettets metadata er oppsummert i Tabell B10–1. B10 inneholder 20 artslister som er direkte paralleller til artslistene 1–20 i datasett B09 og som utgjør et 'kjernedatasett' B10A. Dette inneholder alle kombinasjoner av de to foreslåtte hLKM i T~4; kalkinnhold (KA) med 5 kandidattrinn og uttørkingsfare (UF) med 4 kandidattrinn. På grunn av manglende kunnskap er ikke artslistene for naturtypekandidater for kildevannspåvirkning (KI), som er den tredje viktige LKM i T~4 (jf. kapittel B9), inkludert i datasett B10. B10A gir grunnlag for å teste følgende naturtypehypotese (se Fig. B10–1):

B10–H1 (kat. 1,2c): (a) Kalkinnhold (KA) og uttørkingsfare (UF) er hLKM i T~4. (b) KA bør deles i 5 datasettspesifikke trinn i T~4. (c) UF bør deles i 4 datasettspesifikke trinn i T~4.

Deldatasett B10B inneholder 8 artslister, for to naturtypekandidater i sandfuruskog (karakterisert ved sandstabilisering (SS) trinn 2), og et utvalg naturtypekandidater for SS#1 som skal bidra til å plassere sandfuruskogens artssammensetning i forhold til KA og UF (se Fig. B10–1). Dette datasettet åpner for å teste naturtypehypotesen:

B10–H2 (kat. 2a): (a) Sandstabilisering (SS) er en tLKM for T~4, og bør derfor deles i to trinn innenfor hovedtypen. (b) Det er betydelige forskjeller i artssammensetningen innen sandfuruskog relatert til kalkinnhold.

B10b Resultater og tolkning: Deldatasett B10A

De beregnede økologiske avstandene mellom endetrinn langs KA, gitt samme trinn langs UF, varierte relativt lite; fra 3,793 ØAE for UF#4 til 4,682 ØAE for UF#3. Gjennomsnittlig ØAE mellom nabonaturtypekandidater langs KA økte med økende KA-trinn, fra bare 0,504 ØAE mellom KA#1 og KA#2, via 1,071 ØAE mellom KA#2 og KA#3 til 1,359 ØAE mellom KA#3 og KA#4 og 1,342 ØAE mellom KA#4 og KA#5 (Fig. B9–2). Økologiske avstander mellom nabonaturtypekandidater langs KA var nesten perfekt additive (ikke-linearitetsparameter $u = 0,01–0,04$). Estimerte gradientlengder for KA var $\mathbf{x_g = 4,33–5,39}$ ØAE. Intervallenes relative bredde var nær konstant (det vil si at intervallbreddene som andel av gradientlengden var den samme for hvert intervall på tvers av UF-trinn), med unntak for UF#3 der større bredde på intervallene for KA#4 og KA#5 resulterte i større gradientlengde. For KA ga resultatene et positivt svar på naturtypehypotese B09–H1a (KA er en hLKM i T~4), til dels også på hypotese B09–H1b dersom variasjonen i KA innenfor serien av sammenliknbare naturtypekandidater med størst variasjon langs KA (dvs. UF#3) blir lagt til grunn slik reglene tilsier. Resultatene viser imidlertid at en inndeling i 5 datasettspesifikke trinn må justeres i forhold til naturtypehypotesen i Fig. B10–1; det er ikke grunnlag for å opprettholde to trinn for KA#1 og KA#2. Disse kandidattrinnene slås derfor sammen til ett

datasettspesifikt trinn med to basistrinn. Det intermediære og det svært kalkrike trinnet opprettholdes med litt endrete grenser mot det middels kalkrike trinnet, slik at trinnet for KA#4 utvides og deretter deles i to datasettspesifikke trinn som vist i Fig. B10–3. Antallet datasettspesifikke basistrinn blir da 9.

De beregnede økologiske avstandene mellom endetrinns-naturtypekandidater langs UF, gitt samme trinn langs KA, varierte sterkt, fra 3,312 ØAE for KA#1 og 3,483 ØAE for KA#2 via 5,097 ØAE for KA#3 og 7,629 ØAE for KA#4 til hele 9,901 ØAE for KA#5! For KA#3 og KA#4 ble også registrert en sterk ikke-linearitet ($u = 0,46\text{--}0,98$). De største bidragene til de store økologiske avstandene mellom endetrinnsnaturtypekandidatene langs UF kom fra forskjeller på > 3 ØAE mellom UF#2 og UF#3 (for KA#3 og KA#4) og mellom UF#3 og UF#4 (for KA#4 og, i særdeleshet, KA#5; se Fig B10–2). Disse eksepsjonelt høye verdiene for ØA kan forklares ved at artssammensetningsulikheter er en resultant av variasjon i arters forekomst og mengde, og at store forskjeller i artsantall gir svært sterke utslag på beregnede ulikhetsverdier. De fire tilfellene av ØA mellom nabonaturtypekandidater > 3 ØAE svarte da også til de største forskjellene i artsrikdom mellom nabotrinns, uttrykt som relativt antall arter (RelAntArt) i par av artslister (dvs. antall arter i lista med færrest arter uttrykt som andel av antall arter i lista med flest arter). I en lineær regresjonsanalyse av økologisk avstand som funksjon av relativt antall arter for nabonaturtypekandidater langs UF på samme KA-trinn (se Fig. B10–4), ble 92,74 % av variasjonen forklart (lineær regresjon: $\text{ØA} = 1,306 \cdot \text{RelAntArt} - 0,7582$, $r^2 = 0,9274$, $P < 0,0001$, $n = 15$). Den kraftige reduksjonen i artsrikdom med økende uttørkingsfare gjør at variasjonen i soppartssammensetning fra UF#2 via UF#3 til UF#4 framstår som et artsuttynningsintervall, som krever pragmatiske tilnærminger til estimering av gradientlengde og standardisert trinndeling av LKM (se NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2d punkt 5 og kapittel B2h punkter 6–7).

Estimerte gradientlengder for UF gitt konstant KA (KA#1 og KA#2) var henholdsvis $x_g = 3,90$ og $4,07$ ØAE (Fig. B10–3b). Legger vi til grunn at gradientlengden for UF fortsetter å øke, men moderat, med økende KA, synes gradientlengder mellom 4 og 5 ØAE langs UF-gradienten på kalkrikt substrat (KA#3 og høyere) å være et rimelig estimat. For KA#1 og KA#2 var den gjennomsnittlige utstrekningen av de fire intervallene som utspennes av hver av naturtypekandidatene langs UF 0,45 ØAE for UF#1, 1,09 ØAE for UF#2, 1,43 ØAE for UF#3 og 1,02 ØAE for UF#4). Dette gir grunnlag for inndeling av UF i fire trinn med 7 basistrinn; ett for UF#1 (med grense forskjøvet mot UF#3) og to for hver av de andre naturtypekandidatene langs UF.

Den todimensjonale GNMDS-ordinasjonen av de 20 artslistene i deldatasett B10A (Fig. B10–5) viste et forvrengt bilde av det fullstendige rektangelet som de 20 naturtypekandidatene utgjør i det økologiske rommet (se Fig. B10–1). Mens de tre seriene av fem naturtypekandidater for UF#1, UF#2 og UF#3 (markert med stiplete linjer mellom merkelapper for naturtypekandidater med samme farge i Fig. B10–5) i store trekk fulgte et regelmessig mønster med økende kalkinnhold fra nedre høyre til øvre venstre hjørne i ordinasjonsdiagrammet, ble serien av naturtyper for UF#4 ‘brettet ut’ slik at de artsfattige naturtypekandidatene KA#4UF#4 og KA#5&UF#4 definerte enden av GNMDS 1. GNMDS 1 er derfor en kombinasjon av en artssammensetningsgradient og en rein artsrikdomsgradient. Ytterligere to mønstre i GNMDS-diagrammet, som stemmer godt overens med og understreker resultatene av den direkte beregningen av økologiske avstander, er verd å merke seg: (1) De to seriene av naturtypekandidater for UF#1 og UF#2 faller nesten helt sammen, hvilket understreker at forskjellene i artssammensetning mellom UF#1 og UF#2 er liten; og (2) de to seriene av naturtypekandidater for KA#1 og KA#2 faller også nesten helt sammen, noe som viser at forskjellene i artssammensetning mellom UF#1 og UF#2 også er små.

GNMDS-ordinasjonen ble delvis bekreftet av den parallelle DCA-ordinasjonen (Fig. B10–6). Kendall’s τ mellom par av akser var 0,600 for akse 1 ($P = 0,0001$, $n = 20$) og 0,579

for akse 2 ($P = 0,0002$, $n = 20$). DCA-akse 2 var også korrelert med GNMDS-akse 1 (Kendall's $\tau = 0,4824$, $P = 0,0024$, $n = 20$), noe som viser at relasjonene mellom de to ordinasjonsdiagrammene er komplekse.

I motsetning til GNMDS-ordinasjonsdiagrammet gjenga DCA-diagrammet (egenverdier for akse 1 og 2 henholdsvis 0,544 og 0,304; akselengder 3,35 og 3,22 S.D.-enheter) det økologiske rommet i Fig. B10–1 på en gjenkjennelig måte, med variasjon langs KA langs DCA-akse 1 og variasjon først og fremst langs UF langs akse 2 (Fig. B10–6). Serien av naturtypekandidater langs KA for UF#4 fikk imidlertid høyere DCA1-skårer enn de andre seriene, slik at rektangelstrukturen i det økologiske rommet ble forvrengt. Liksom i GNMDS-diagrammet, og som også beregningene av økologiske avstander indikerte, plasserte sammenliknbare naturtypekandidater for KA#1 og KA#2, og for UF#1 og UF#2, seg nær hverandre (Fig. B10–6).

Avstandene mellom de ytterst plasserte naturtypekandidatene (KA#1 og KA#5) langs seriene av naturtypekandidater med samme UF varierte mellom 1,4 og 1,6 H.C.-enheter i GNMDS-ordinasjonsdiagrammet og mellom 2,4 og 3,1 S.D.-enheter i DCA-ordinasjonsdiagrammet. Tilsvarende avstander mellom de ytterst plasserte naturtypekandidatene (UF#1 og UF#4) langs seriene av naturtypekandidater med samme UF var henholdsvis 1,3–3,8 H.C.-enheter i GNMDS og 1,8–3,3 S.D.-enheter i DCA. Avstander mellom endetrinnsnaturtypekandidater i DCA-diagrammet stemmer godt overens med estimer for gradientlengde basert på økologiske avstander; på henholdsvis $x_g = 3,97$ – $4,67$ ØAE for KA og $2,81$ – $5,26$ ØAE for UF. DCA-ordinasjonsanalysen styrker derfor tolkningen av de direkteberegnete økologiske avstandene i Fig. B9–2 til støtte for datasettspesifikk inndeling av KA i (4–)5 trinn og av UF i 4 trinn.

B10c Resultater og tolkning: Deldatasett B10B

Den økologiske avstanden mellom de to naturtypekandidatene for 'sandfurskog' (SS#2) med ulik plassering langs KA (jf. Fig. B10–1) var 0,689 ØAE (Fig. B10–7), som svarer til en gradientlengde (beregnet som om de to naturtypekandidatene var endetrinn i en serie) $x_g = 1,16$ ØAE. Dette indikerer at det ikke er grunnlag for å skille mellom flere enn (eventuelt) en grunntype for sandfurskoger innenfor $T \sim 4$.

De økologiske avstandene mellom de to 'sandfurskogs' naturtypekandidatene og de angivelig sammenliknbare naturtypekandidatene på stabil mark (SS#1) var henholdsvis 2,154 ØAE for paret med KA#3&UF#3 og hele 3,642 ØAE for paret med KA#4&UF#3. Fig. B10–7 viser imidlertid at artssammensetningen i begge 'sandfurskogs' naturtypekandidatene er langt mer lik artssammensetningen i naturtypekandidaten for KA#2&UF#3, med en minste ØA på 1,602 ØAE, som svarer til en gradientlengde på $x_g = 2,67$ ØAE. De tilsvarende verdiene for den mer kalkrike SS#2-naturtypekandidaten er 1,818 ØAE og $x_g = 3,03$ ØAE. Soppartssammensetningen gir dermed grunnlag for å betrakte SS som en tLKM innenfor $T \sim 4$, og for å dele denne LKM videre opp i 3–4 basistrinn. Resultatene viser dessuten at sjøl om det er en viss variasjon relatert til KA innenfor SS#2, gir analysene ikke grunnlag for å dele opp 'sandfurskogene' i flere grunntyper.

B10d Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Med et lite forbehold om at den kraftige artsuttynningen mot den svært tørkeutsatte enden av uttørkingsfare-gradienten gjør gradientlengdeestimatene usikre, bekrefter analysene av B10 alle hypotesene. Soppartssammensetningen gir grunnlag for å dele kalkinnhold (KA) inn i 5

datasettspesifikke trinn (med 9 basistrinn), uttørkingsfare (UF) i 4 datasettspesifikke trinn (med 7 basistrinn), og sandstabilisering (SS) i 2 datasettspesifikke trinn, kanskje med 3 basistrinn, i T~4 Fastmarksskogsmark. SS blir da en tLKM for T~4. Analysene viser også at det er mindre variasjon i den kalkfattige og i den friske delen av fastmarksskogsmarka enn naturtypehypotesen ga uttrykk for, og at det derfor kan være grunnlag for å justere trinn grensene noe. Fig. B10–8 oppsummerer framlegget til datasettspesifikk trinninndeling av LKM og grunntypeinndeling av T~4 på grunnlag av analyse av soppdatasettet B10.

B10e Sammenfattende diskusjon av trinninndeling av viktige LKM i, og grunntypeinndeling av, fastmarksskogsmark på grunnlag av plante- og sopparts sammensetningen

Ved hovedtypespesifikk klasse- og trinninndeling av LKM i fastmarksskogsmark skal primærprodusenter gis vekten 0,6, storsopp 0,3 og substrattilknyttet fauna 0,1 (NiN[2] Artikkel 2, kapittel B1, Tabell B1–2). Videre skal seriene av sammenliknbare naturtypekandidater der variasjonen i artssammensetning er størst legges til grunn for inndelingen. En sammenfatning av resultatene av analyser av datasett B09 og B10 viser at serien av naturtypekandidater langs kalkinnhold (KA) samlet sett har størst variasjon i artssammensetning for UF#3, mens serien av naturtypekandidater langs uttørkingsfare (UF) sannsynligvis har størst samlet variasjon i artssammensetning for KA#5 (med forbehold om usikkerhet på grunn av artsuttyning for sopp). For KA finner vi en veiet middelerverdi på $\mathbf{x_g} = 4,1 \text{ } \varnothing\text{AE}$ (3,5 i B09 og 5,4 i B10), for UF $\mathbf{x_g} = 4,4 \text{ } \varnothing\text{AE}$ (4,4 i B09 og ca. 4,5 $\varnothing\text{AE}$ i B10), og for SS finner vi middelerverdien $\mathbf{x_g} = 1,5 \text{ } \varnothing\text{AE}$ (0,8 i B09 og 3,0 i B10). Dette tilsier at UF er viktigste hLKM i T~4 (med litt større gradientlengde enn KA), men at både UF og KA skal deles i 4 hovedtypespesifikke trinn med anslagsvis 8 og 7 basistrinn. Sandstabilisering (SS) oppnår ikke status som tLKM, men soppartsutskiftingen gjør SS til en uLKM i T~4, som skal deles i to basistrinn og som dermed kan gjøres gjenstand for å beskrive sandskog som utforminger. Sjøl om sandfuruskogene er kjent for en artsrik insektfauna med mange spesialist-arter (Ødegaard et al. 2011), er det lite trolig at faunaen er nok forskjellig fra faunaen i fastmarksskogsmark uten naken sand til at det kompenserer for gapet på 0,5 $\varnothing\text{AE}$ som er påkrevd for at SS skal bli en tLKM i hovedtypen. Dette bør imidlertid undersøkes ved sammenlikning mellom generaliserte artslistor for substrattilknyttete invertebrater i relevante naturtypekandidater. Ved oppdeling av KA-trinnene KA#3–5 i tre trinn (istedet for 2, som plante- og lavartssammensetningen indikerer), bør det lages én serie for kalkrike kildevannspåvirkete fastmarksskoger (middels og svært kalkrike trinn slått sammen); Fig. B9–2 viser at middels kalkrik (KA#4) og svært kalkrik (KA#5) kildevannspåvirket fastmarksskogsmark ikke har tilstrekkelig stor forskjell i artssammensetning til at det er grunnlag for å opprettholde to parallelle grunntypeserier. Framlegget til hovedtypespesifikk trinninndeling av LKM og grunntypeinndeling av T~4 er vist i Fig. B10–9.

B10f Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B10 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og datasettspesifikk klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling
Ingen
B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM
B1 <u>Kalkinnhold (KA)</u> deles inn i 5 dtsT med til sammen 9 dtsbT (se Fig. B10–3a,12).
B2 <u>Uttørkingsfare (UF)</u> deles inn i 4 dtsT med til sammen 7 dtsbT i T~4 (se Fig. B10–3b,8).
B3 <u>Sandstabilisering (SS)</u> deles inn i 2 dtsT med til sammen 3 dtsbT i T~4 på grunnlag av soppartssammensetningen.
Konsekvenser for grunntypeinndeling
C1 Datasett B10 indikerer at T~4 bør deles i 20 grunntyper på basis av variasjon langs KA og UF, samt at det bør utskilles én grunntype for sandskogsmark basert på SS.

Sammenfatning av resultatene av analyser av datasettene B09 og B10 har følgende konsekvenser for hovedtypespesifikt typeinndelingssystem og hovedtypespesifikk klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling
Ingen
B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM
B1 <u>Uttørkingsfare (UF)</u> deles inn i 4 dtsT med til sammen 8 dtsbT i T~4 (se Fig. B10–9).
B2 <u>Kalkinnhold (KA)</u> deles inn i 4 dtsT med til sammen 8 dtsbT (se Fig. B10–9).
B3 <u>Kildevannspåvirkning (KI)</u> er den tredje tLKM i T~4 og deles i 2 dtsT med til sammen 4 dtsbT
B4 <u>Rasutsatthet (RU)</u> , <u>Skredutsatthet (SU)</u> , <u>Sandstabilisering (SS)</u> , <u>Hevdintensitet (HI)</u> , <u>Sorterte sedimenter (S3)</u> og <u>Vannmetning (VM)</u> er uLKM i T~4 og kan nyttes til å beskrive utforminger av grunntypene.
Konsekvenser for grunntypeinndeling
C1 T~4 bør deles i 20 grunntyper; 16 og basis av hLKM KA og UF, og 4 på basis av variasjon KI.

Tabell B10–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B10.

Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	T~4 Fastmarksskogsmark
1B	LKM som ikke blir adressert	–
1C	LKM som blir adressert	<u>Kalkinnhold (KA)</u> : #1/ *1 svært kalkfattig ('ekstremfattig'); #2/ *2 middels kalkfattig; #3/ *3 intermediær; #4/ *4 middels kalkrik; #5/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik') <u>Uttørkingsfare (UF)</u> : #1/ *1 frisk; #2/ *2 moderat tørkeutsatt ('frisk lyngskog'); #3/ *3 tørkeutsatt ('tørkeutsatt lyngskog'); #4/ *4 svært tørkeutsatt <u>Sandstabilisering (SS)</u> : #1/ *9 stabil skogsmark; #2/ *8 sandskogsmark
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN-SB (øvre del av BN fra ca. 100 m o.h. i Oslo-området; dvs. øvre høgdelag under marin grense); og hele SB opp tom. ca. 400 m)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	O1 og OC
2C	Geografisk område	Åstraktene på Sør-Østlandet (Nedre Buskerud, Akershus, Oslo, Sør-Oppland, Sør-Hedmark, Indre og nordre deler av Østfold)
2D	Tilstandsvariasjon	<u>Bruksintensitet (BI)</u> *1 i (normal) bruk, det vil si at BI = HI (unntak: artslistene for beiteskog (HI#2) som er for BI#2 i bruk. <u>Tresjiktssuksessjonstilstand (TS)</u> *4 gammel skog (og verdier for andre tilstandsvariabler som er typisk for gammel skog)
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinnstillingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot124e3 er lagt til grunn (se 1C)
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B10–1.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala, basert på forekomst av fruktlegemer
6B	Dominansindikator	Biomasseandel
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(a) Ruter á 100 m ²
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(c) Storsopp, begrenset til basidiomyceter
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetsindeksen A	A = 0,9. Artslista omfatter 1001 arter
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	3–4 (akseptabel–god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker), noe variabel mellom naturtypekandidater
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	E. Bendiksen & T.E. Brandrud, per. obs. og diverse rapporter og andre publikasjoner
B	Artsliste sammenstilt av:	Egil Bendiksen og Tor Erik Brandrud

Tabell B10–2. T~4 Fastmarksskogsmark: Antall sopparter registrert med mengdeverdi ≥ 1 i hver av naturtypekandidatene i deldatasett B10A, som utspenner det økologiske rommet med kalkinnhold (KA) og uttørkingsfare (UF) som akser.

	KA#1	KA#2	KA#3	KA#4	KA#5
UF#1	235	286	405	648	460
UF#2	242	289	395	601	550
UF#3	146	151	140	193	256
UF#4	84	76	60	41	42

2 UF	#4/ *4 svært tørkeutsatt	04 [141]	08 [241]	12 [341]	16 [441]	20 [541]
	#3/ *3 tørkeutsatt	03 [131]	07 [231]	11 [331] 21 [332]	15 [431] 22 [432]	19 [531]
	#2/ *2 moderat tørkeutsatt	02 [121]	06 [221]	10 [321]	14 421×	18 521]
	#1/ *1 frisk	01 [111]	05 [211]	09 [311]	13 [411]	17 [511]
(a)		#1/ *1 svært kalkfattig	#2/ *2 middels kalkfattig	#3 / *3 intermediær	#4/ *4 middels kalkrik	#5/ *5 svært kalkrik
		1 KA				

Fig. B10–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene som er testet ved analyse av deldatasett fra B10. Artslistene 01–20, som utspanner rektangelet av 5 ×4 naturtypekandidater for KA og UF utgjør deldatasett B10A som er benyttet til testing av hypoteser B10–H1. Artslistene 21 (svarer til artsliste 38 i datasett B09) og 22 (svarer til artsliste 39 i datasett B09) og de 6 artslistene fra deldatasett B10A som til sammen utgjør deldatasett B10B og som er benyttet til testing av hypotese B10–H2, er markert med rød skrift. Hver celle i digrammet representerer en (eller to) naturtypekandidat(er), representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer fra 1 til 22 i det totale artslistematerialet og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske klasse- og trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet som 3 sifre i rekkefølgen KA, UF, SS; angitt i hakeparenteser).

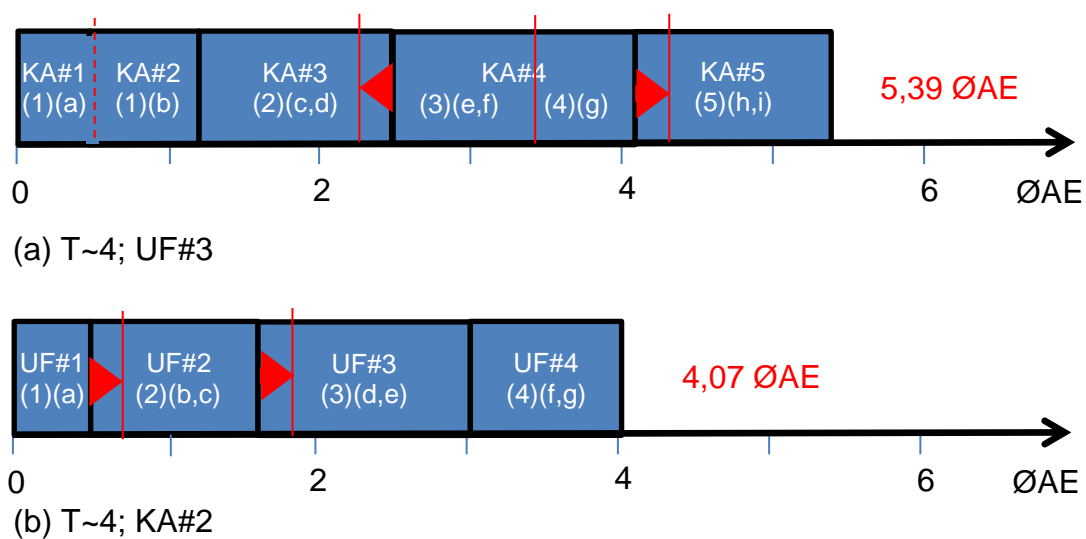
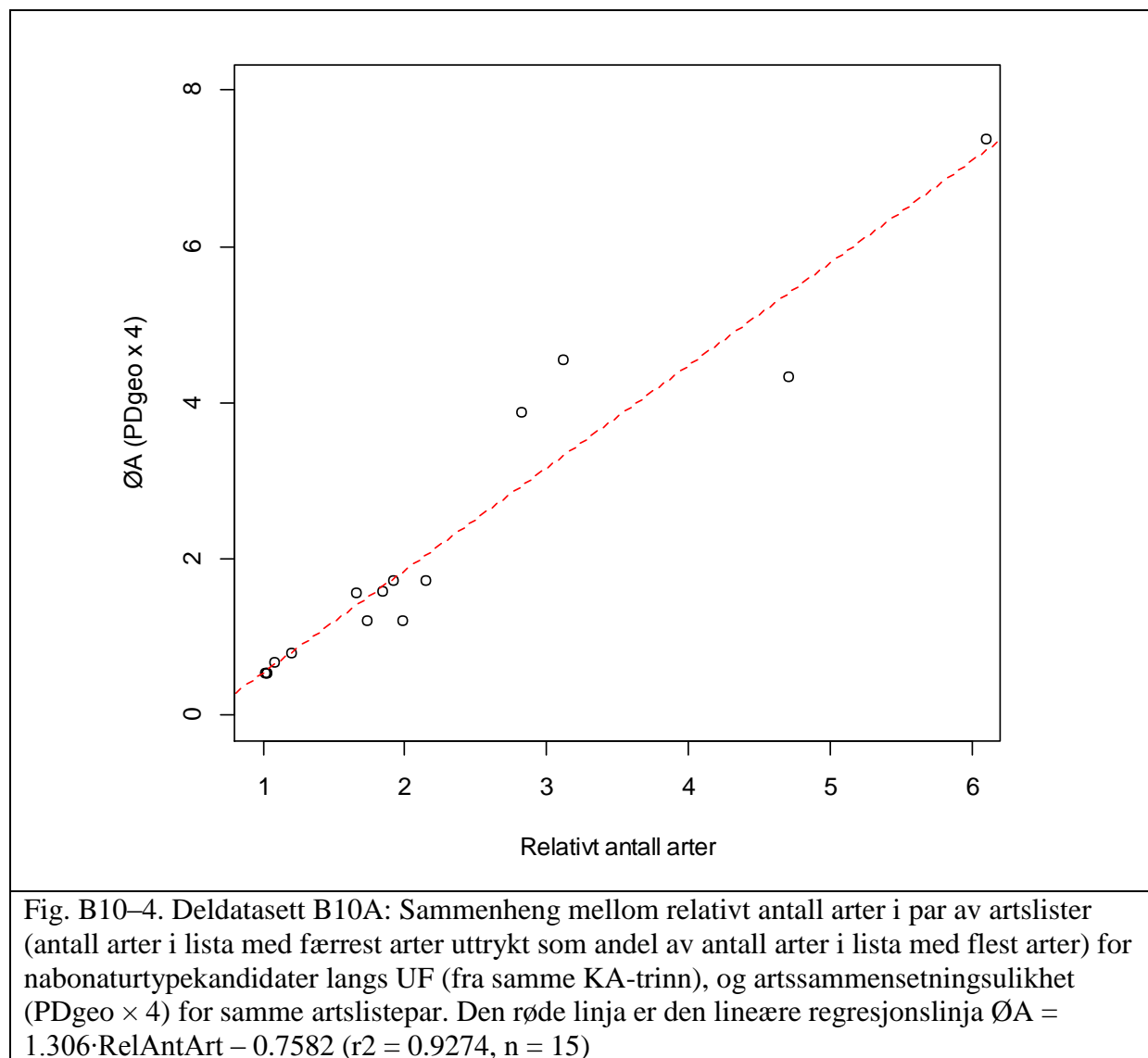
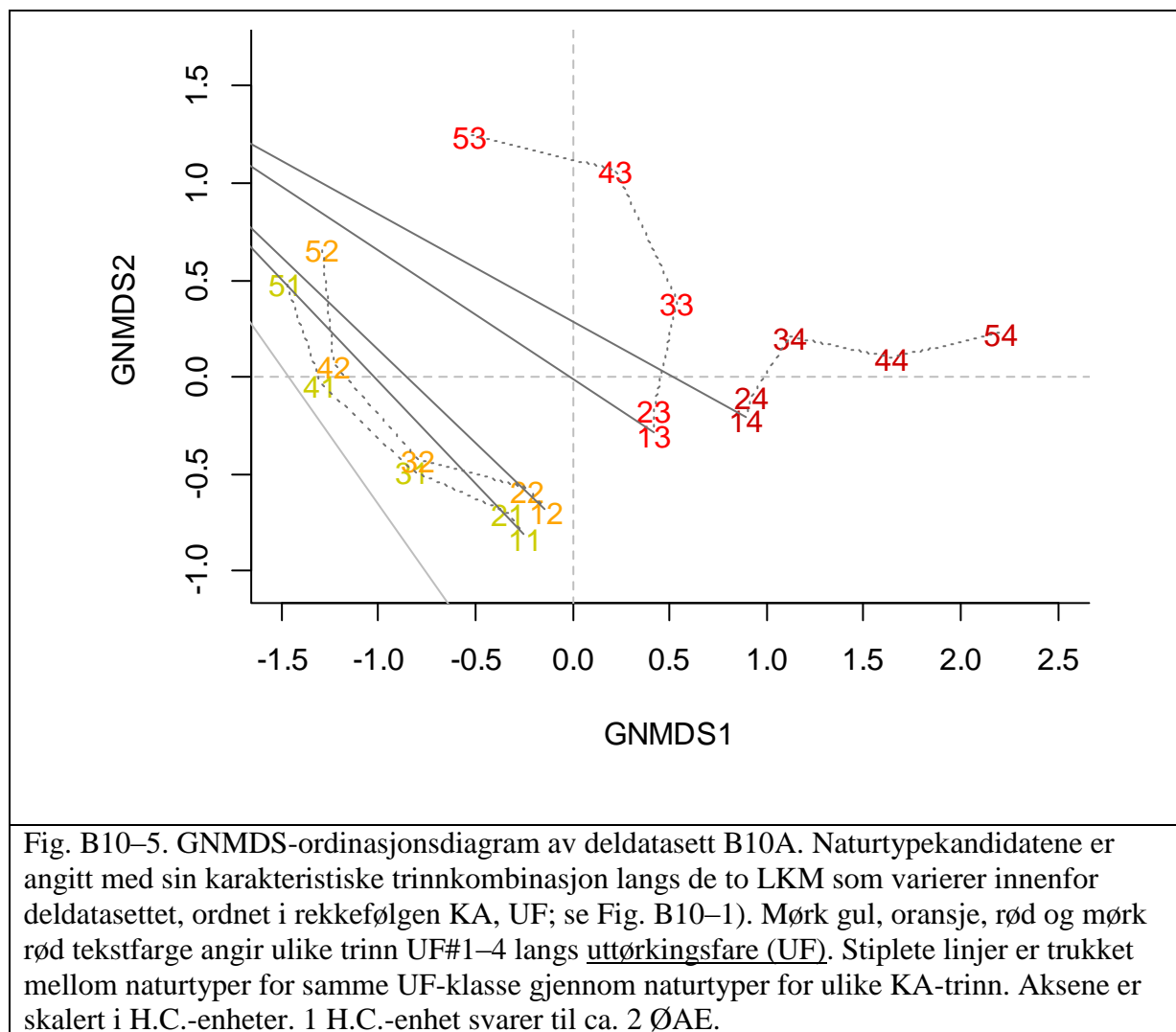
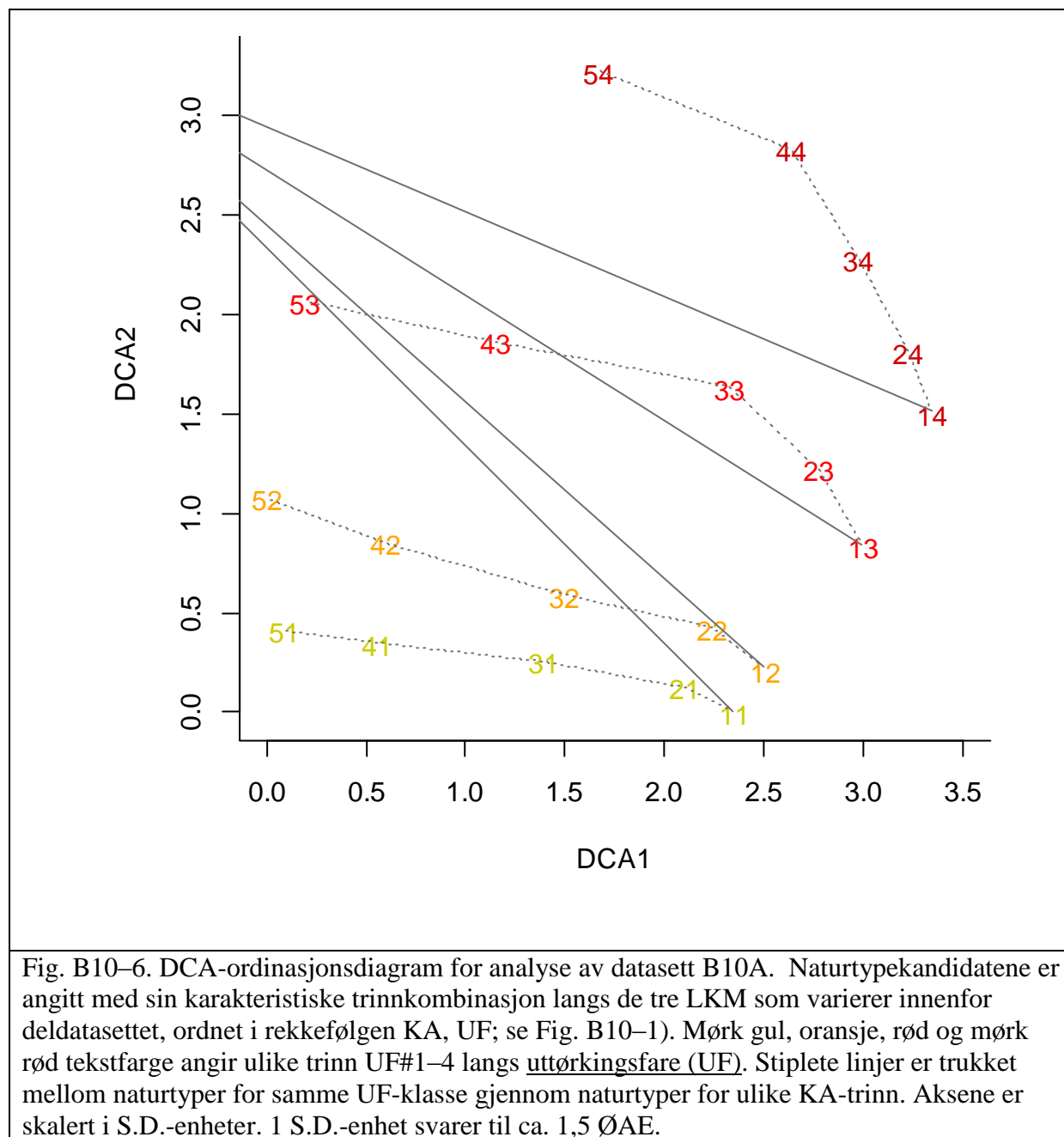


Fig. B10–3. Datasett B10A: Fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for viktige LKM i T~4 Fastmarksskogsmark; (a) Kalkinnhold (KA) (b) uttørkingsfare (UF). Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Røde piler og røde loddrette linjer antyder behov for justering av trinnrensere (stiplede linjer markerer grenser mellom basistrinn). Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE).





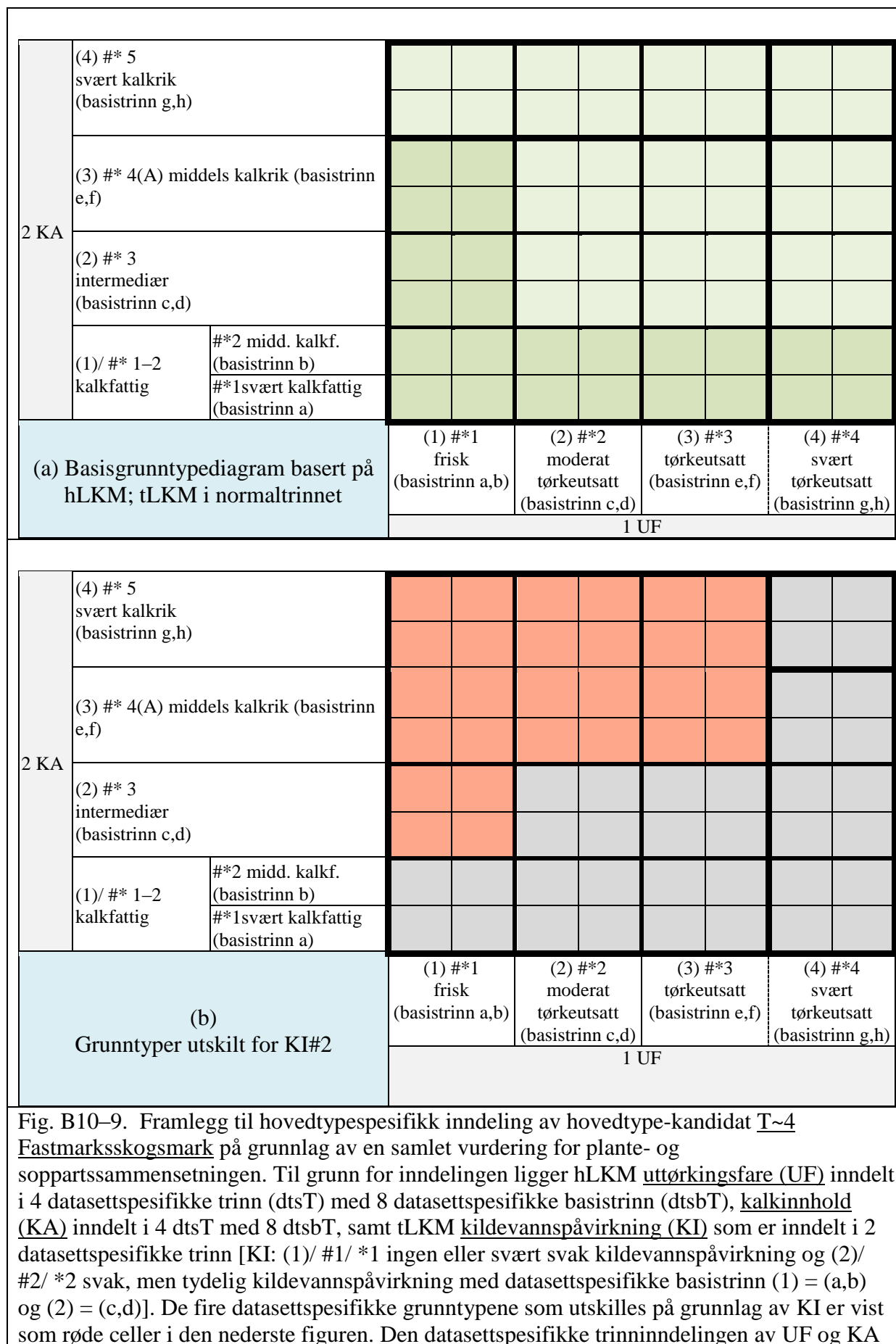


221								
1.730	231							
1.195	2.239	321						
2.124	0.957	2.169	331					
2.539	3.582	1.344	3.512	421				
3.683	2.207	3.728	1.559	5.072	431			
3.331	1.602	3.840	2.154	5.184	3.713	332		
3.548	1.818	4.057	2.083	5.401	3.642	0.689	432	

Fig. B10–7. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister som inngår i datasett B10B og adresserer forskjellen i soppartssammensetning mellom ‘sandfurskog’ (SS#2) og 6 utvalgte naturtypekandidater på stabil skogsmark (SS#1). Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon for KA, UF og SS (se Fig. B10–1). Blåfargete celler viser ØA for naturtypekandidater som er sammenliknbare med hensyn til KA og UF, men som skiller seg langs SS. Den mellomblå cellen viser hvilken naturtypekandidat for SS#1 som har en artssammensetning som er mest lik artssammensetningen i en av sandfurskogsnaturtypekandidatene. Den oransjefargete cellen viser ØA mellom de to naturtypekandidatene for ‘sandfurskog’ (SS#2).

2 UF	(4) #*4 svært tørkeutsatt (basistrinn f,g)									
	(3) #*3 tørkeutsatt (basistrinn d,e)									
	(2) #*2 SS#2 moderat tørkeutsatt (basistrinn b,c)									
	(1) #*1 frisk (basistrinn a)									
		#*1 svært kalk- fattig (btr. a)	#*2 midd. kalk- fattig (btr. b)	(2) #*3 intermediær (basistrinn c,d)		(3) #* 4(A) svakt kalkrik (basistr. e)	(4) #*4B middels kalkrik (basistrinn f,g)		(5) #*5 svært kalkrik (basistrinn h,i)	
		(1)/ #* 1–2 kalkfattig								
1 KA										

Fig. B10–8. Datasettspesifikk inndeling av hovedtype-kandidat T~4 Fastmarksskogsmark på grunnlag av soppartssammensetningen. Til grunn for inndelingen ligger hLKM kalkinnhold (KA) inndelt i 5 dtsT med 9 dtsbT, uttørkingsfare (UF) inndelt i 4 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 7 datasettspesifikke basistrinn (dtsbT), samt sandstabilisering (SS) inndelt i 2 dtsT med 3 dtsbT. Den datasettspesifikke trinninndelingen av UF og KA er indikert ved koder (trinn angitt (1), (2) etc.). Kandidattrinn i naturtypehypotesene B10–H1-H2 og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Karakteristiske trinnkombinasjoner med tLKM sandstabilisering (SS) som er inndelt i 2 datasettspesifikke trinn [SS: (1)/ #1/ *1 stabil skogsmark og (2)/ #2/ *2 sandskogsmark, med datasettspesifikke basistrinn (1) = (a) og (2) = (b,c)] er indikert i den cella der datasett B10B gir grunnlag for å skille ut datasettspesifikke grunntyper basert på SS. Mindre vanlig forekommende kombinasjoner av KA og UF er indikert med lysere grønn bakgrunnsfarge.



er indikert ved koder (trinn angitt (1), (2) etc.). Kandidattrinn i naturtypehypotesene i denne artikkelen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Innenfor hvert dtsT som omfatter mer variasjon i artssammensetning enn 1 ØAE, er framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Mindre vanlig forekommende kombinasjoner av KA og UF er indikert med lysere grønn bakgrunnsfarge.

B11 Datasett B11: Planter og lav på rabber, i fjellhei og snøleier

Rune Halvorsen

B11a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B11 inneholder artslister for variasjon på normal mark over skoggrensa (i lavalpin bioklimatisk sone), det vil si hovedtype-kandidaten T~3 Fjellhei, leside og tundra, samt de tre arealmessig viktigste kandidatene til spesielle hovedtyper i Framlegg 3 til hovedtypeinndeling (NiNnot124e3): T~8 Snøleie, T~16 Rabbe og T~25 Fjellgrashei og grastundra. B11 inneholder artslister som favner et vidt spekter av variasjon i fuktighetsforhold, inkludert 'våtsnøleier', som i revidert framlegg til hovedtypeinndeling blir oppfattet som våtmarkssystem, slått sammen med V~6 Arktisk-alpin grunn våtmark til en ny hovedtypekandidat, og dermed referert til her som V~6 Våtsnøleie. Metadata for B11 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B11-1. B11 inneholder 38 artslister med til sammen 585 arter; 270 karplanter (inkludert bartrær, karsporeplanter og dekkfrøete planter), 241 moser (85 levermoser og 146 bladmoser) og 74 makrolav.

Utgangspunktet for inndeling av naturvariasjon på fastmark i fjellet i NiN versjon 2 er en forståelse av at variasjonen langs 'rabbe-snøleiegradienten', som er sterkt korrelert med framsmeltingstidspunkt og snødekkevarighet (Vestergren 1902, Fries 1913, Baadsvik 1974, Odland & Munkejord 2008a), egentlig er betinget av at to komplekse miljøvariabler overtar for uttørkingsfare (UF) som viktige for å forklare variasjon i artssammensetning mot endene av soneringen: vindutsatthet (VI) på de avblåste rabbene og snødekkebetinget vekstsesongreduksjon (SV) i snøleiene. Både VI og SV ender i så ekstreme forhold, med så sterk artsuttynning, at arter mangler totalt. Deflasjonsrabber og ekstremsnøleier uten stabil artssammensetning har pr. definisjon (se NiN[2] Artikkel 2 kapittel B2h punkt 6) vesentlig forskjellig artssammensetning fra kontrasteringstrinnet langs disse LKMene for normal mark og mangler UF som viktig LKM, og tilfredsstiller derfor kravene til å være hovedtype. Et hovedspørsmål for NiN-revisjonen er derfor hvor mange trinn 'rabbe-snøleiegradienten' skal deles inn i, og hvordan disse trinnene skal fordeles på hovedtyper og de tre aktuelle LKM: VI, UF og SV. I NiN versjon 1 opereres med 6 trinn langs 'rabbe-snøleiegradienten'; 3 [langs den 'lokale basisøkolinien' snødekkestabilitet (SS)] i fjellhei og tundra (T29) og 3 i snøleie (T30). Det finnes få multivariate analyser av fjellvegetasjon, men Odland finner i sine studier (Odland 2005, Odland & Munkejord 2008a, 2008b) basert på et stort materiale av ruteanalyser á 4 m² fra Hardangervidda, som spenner fra rabber til ekstreme snøleier, DCA-akselengder på ca. 6,2 S.D.-enheter, som svarer til ca. 8 ØAE. Dette kan indikere at en inndeling i 6 trinn er for lite, og i Framlegg 3 til inndeling i NiN versjon 2 er 'rabbe-snøleiegradienten' derfor foreslått oppdelt i 7 trinn (i tillegg kommer ekstremtrinn for deflasjonsmark og vegetasjonsfrie ekstremsnøleier). Grunnstammen i datasett B11 er to serier av naturtypekandidater, én for moderat kalkfattig mark og én for moderat kalkrik mark, for de sju kandidattrinnene langs 'rabbe-snøleiegradienten'. Disse 14 artslistene utgjør deldatasett B11A (se Fig. B11-1a), som gir grunnlag for å teste naturtypehypotesen:

B11-H1 (kat. 2c): Omfanget av variasjon i artssammensetning langs 'rabbe-snøleiegradienten' i fjellet, innenfor stabilt vegetasjonsdekt mark, gir grunnlag **(a)** for oppdeling i 7 datasettspesifikke trinn, **(b)** fordelt på ett trinn i T~16 Rabbe, 3 trinn i T~3 Fjellhei, leside og tundra og 3 trinn i T~8 Snøleie.

Like selvfølgelig som at 'rabbe-snøleiegradienten' fanger opp hovedgradienten i planteartssammensetning på fastmark i fjellet (Odland 2005, Odland & Munkejord 2008a), er det at kalkinnhold (KA) gir opphav til variasjon i artssammensetning innenfor alle hovedtypekandidater i fjellet. I litteraturen opereres imidlertid med mange ulike inndelinger av KA; fra to trinn ['basefattig og baserik'; Fremstad (1997), '*poor in calciphiles*' og '*rich in calciphiles*'; Gjærevoll (1956)] til hele fem trinn (NiN versjon 1). Dahl (1957) beskriver fem grupper av arter på grunnlag av deres utbredelse i Rondane (relatert til berggrunn), *oligotrophic species*, *slightly eutrophic species*, *eutrophic species*, *slightly calcicolous species* og *calcicolous species*, men opererer bare med to kategorier av vegetasjonstyper langs KA, '*oligotrophic*' og '*eutrophic*' communities. En stabil naturtypeinndeling forutsetter avklaring av hvor stort omfanget av variasjon langs denne viktige miljøgradienten er i de ulike naturtypene der den er aktuell for inndeling. Artslistedatasett B11A kan i noen grad gi svar på dette, men for å få mer detaljert informasjon er det utarbeidet artslister for to fulle serier, hver med fem naturtypekandidater, for 'midttrinnene' langs 'rabbe-snøleiegradienten' (leside og moderate snøleier) der den totale miljøstressintensiteten antas å være lavest og potensialet for differensiering av artssammensetningen langs andre LKM enn de dominerende miljøstressgradientene i fjellet derfor størst. Disse 10 artslistene utgjør deldatasett B11B sammen med fem andre artslister (til sammen 15 artslisters) som også åpner for å teste hvorvidt det er betydelig eller vesentlig variasjon relatert til kildevannspåvirkning (KI) eller andre forhold relatert til vanntilgang [f.eks. vannmetning (VM)] i lesider og moderate snøleier. Deldatasett B11B åpner for å teste følgende naturtypehypoteser:

B11–H2 (kat. 1): (a) Kalkinnhold (KA) er en hLKM i T~3 og bør deles i 5 datasettspesifikke trinn. (b) Kalkinnhold (KA) er en hLKM i T~8 og bør deles i 5 datasettspesifikke trinn.

B11–H3 (kat. 2a): (a) Kildevannspåvirkning (KI) er en tLKM for T~3 (leside), og bør derfor deles i to trinn. (b) Kildevannspåvirkning (KI) er en tLKM for T~8 (moderate snøleier), og bør derfor deles i to datasettspesifikke trinn.

B11–H4 (a) 'Kalkfattige fuktsnøleier' (se artsliste 19 i Tabell B11–2 for tilsvarende vegetasjonstyper i tidligere arbeider) er betinget av kvalitativt andre fuktighetsforhold enn storbregne- og høgstaudeenger, og bør derfor beskrives ved hjelp av en annen LKM enn kildevannspåvirkning (KI). (b) Forskjellen i artssammensetning mellom 'kalkfattige fuktsnøleier' og tilsvarende veldrenerte og kildevannspåvirkete moderate snøleier er betydelig og kan beskrives som et eget datasettspesifikt trinn langs vannmetning (VM).

Innplassering av 'våtsnøleier' har vært en stor utfordring, både i vegetasjonstypesystemer [se f.eks. diskusjoner hos Gjærevoll (1956) og Dahl (1957)] og i økologisk baserte naturtypeinndelingssystemer som NiN (versjon 1). I NiN versjon 1 ble vannmetning (VM) benyttet som 'lokal basisøkolin' til inndeling av snøleie (T30) i parallelle grunntyper for veldrenert mark og fuktmark, for hvert av trinnene for moderate, seine og ekstreme snøleier. I tillegg ble det opprettet en egen hovedtype innenfor våtmarkssystemer, Arktisk-alpin grunn våtmark (V9), som ble karakterisert som følger (sitert fra hovedtypebeskrivelsen i Naturtypebasen): 'Arktisk-alpin grunn våtmark består av sand- og grusflater uten eller med lite innhold av organisk materiale, men som holdes veldig fuktige fordi smeltevann fra snøfonner renner over marka store deler av sommeren. Plantene som vokser i arktisk-alpin grunn våtmark er arter som også finnes i myr og kildeområder. ... Arktisk-alpin grunn våtmark inneholder en del arter som er vanlige i kilder [slike som vrangnøkkemose (*Warnstorfia exannulata*), som mangler på Svalbard, og blodnøkkemose (*W.*

sarmentosa)] sammen med arter som normalt mangler i kilder. Snøull (*Eriophorum scheuchzeri*) er et eksempel på en myrart som ofte dominerer i arktisk-alpin grunn våtmark. ... Et økologisk likhetstrekk mellom arktisk-alpin grunn våtmark (først og fremst på det norske fastlandet) og overrisla snøleie, er tilførselen av smeltevann gjennom store deler av vekstsesongen. De fleste typiske snøleiearter mangler imidlertid i arktisk-alpin grunn våtmark fordi snødekket ikke er langvarig.' NiN versjon 1 inneholder imidlertid ingen prinsipiell avklaring av relasjonene mellom snødekkevarighet, tilførsler av vann med kvalitativt ulike egenskaper (f.eks. kildevannspreg), varighet av vannmetning, jordflyt etc. Det ble heller ikke foretatt noen prinsipiell grenseoppgang mellom fastmarkssystemer og våtmarkssystemer på mark med lang snødekkevarighet, og NiN versjon 1 videreførte tradisjonen fra Gjærevoll (1956) og Fremstad (1997) med å betrakte alle snøleier som fastmarkssystemer på grunn av manglende torvproduksjon. Beskrivelsen av artssammensetningen i 'arktisk-alpin grunn våtmark' (ovenfor) illustrerer utfordringen: Våtsnøleiene er natur som forener egenskapene fuktig/våt mark og langvarig snødekke, og som inneholder rikelig av typiske våtmarksarter (myr- og kildearter). Kompleksiteten i dette variasjonsspekteret illustreres av Gjærevoll (1956), som framholder at det på svært langvarig snødekket mark (ekstremsnøleier) er vanskelig å skille veldrenert mark fra fuktmark og svake kilder, blant annet fordi det langvarige snødekket gjør at marka blir mer eller mindre permanent fuktig eller bare tørker opp for en svært kort periode på seinsommeren.' Etter lanseringen av NiN versjon 1 i 2009 har jeg gjort observasjoner av variasjon på mark med langvarig snødekke, på overgangen mellom fastmarkssystemer og våtmarkssystemer, mange ulike steder i fjellkjeden (både i Sør- og i Nord-Norge). Disse observasjonene kan sammenfattes som følger:

1. Det finnes kontinuerlig variasjon i vannmetning/kildevannspåvirkning fra veldrenert fastmark til typisk våtmark langs hele snødekkevarighetsgradienten.
2. '(Våt)mark som tilføres smeltevann fra ovenforliggende snøleier gjennom store deler av vekstsesongen' (jf. beskrivelsen av V9) har et sterkt innslag av 'snøleiearter', som indikerer at V9 (og V~6) med hensyn til snødekkevarighet er en våtmarksparallell til moderate snøleier på fastmark.
3. Når variasjonen fra veldrenert mark til fuktmark relatert til vannmetning (VM) i T~4 fastmarksskogsmark ikke er omfattende nok til å forsvare VM som tLKM (se kapittel B9); er det grunn til å anta at det samme er tilfellet på fastmark i fjellet, både i T~3 og T~8.
4. Det tradisjonelle navnet, 'våtsnøleier', indikerer at dette i typisk utforming er mer eller mindre permanent våt mark med så sterkt innslag av arter typisk for annen våtmark at slik natur må plasseres i hovedtypegruppa våtmarkssystemer som seine og ekstreme snøleieparalleller til de moderate snøleiene i V9 (V~6). Beslutningen om å plassere våtsnøleiene i hovedtypegruppe våtmarkssystemer er en prinsipiell beslutning som, liksom beslutningen om å plassere V~9 Våteng som hovedtype innenfor våtmarkssystemer (se kapittel B7), ikke skal testes på generaliserte artslistedata.
5. I seine og ekstreme snøleier vil alt tilført vann, også overflatevann som tilføres ved smelting av snø, ha en 'friskhet' som minst tilsvarer svak kildevannspåvirkning (KI#2, jf. Tabell B11–1). Det er derfor ikke grunnlag for å skille trinnet KI#1 fra KI#2 innenfor våtsnøleier.
6. Overgangen mellom kildevannspåvirkete våtsnøleier og typiske (stabile) kilder skjer gradvis, uten noen opplagt grense bortsett kanskje fra en viktig økologisk grense, mellom stabile kilder som ikke dekkes av snø om vinteren og andre kilder. Snødekke moderat–sterke, men ustabile kilder med en artssammensetning preget av 'snøleiearter' (snøleiekilder) utgjør derfor en hovedtypekandidat sammen med overrislete snøleier.

Med utgangspunkt i disse betraktningene om inndeling av snøleier, er et deldatasett B11C, med 11 artslister, satt sammen for å teste følgende naturtypehypoteser (se Fig. B11–1):

B11–H5: Våtsnøleie (V~6) skiller seg betydelig fra T~8 Snøleie med hensyn til artssammensetning.

B11–H6 (kat. 2a) Variasjonen i artssammensetning fra veldrenerte/fuktige snøleier via kildevannspåvirkete våtsnøleier til kildesnøleier er tilstrekkelig til at kildevannspåvirkning (KI) er en tLKM innenfor V~6 Våtsnøleie og bør, implisitt, deles i to datasettspesifikke trinn innenfor hovedtypen.

B11–H7 (kat. 2a) Kalkinnhold (KA) er en tLKM for V~? og bør derfor deles i to trinn innenfor hovedtypen.

Overgangen på fastmark mellom heier, lesider og typiske moderate snøleier på den ene siden og tørrgrasheier på den andre siden er fysiognomisk så tydelig markert i hele fjellkjeden at den er et klassisk skillekriterium mellom lavalpin og mellomalpin bioklimatisk sone. Nordhagen (1943) benevner f.eks. den mellomalpine sonen ‘grashei-snøleie-beltet’, i motsetning til ‘rishei-vierkrattbeltet’ (lavalpin sone). I løpet av om trent 100 høydemeter forsvinner lesidevegetasjon (inkludert høgstaudevegetasjon); vierarter (*Salix* spp.), einer (*Juniperus communis*) og dvergbjørk (*Betula nana*) slutter å dominere i fjell-lyngheiene [fjell-lyngheier dominert av krekling (*Empetrum nigrum*), til dels også blålyng (*Phyllodoce caerulea*), og moderat snøleievegetasjon fortsetter et stykke lenger oppover, i alternans med tørrgrasheier]. Forekomsten av tørrgrasheier er imidlertid ikke begrenset til mellomalpin sone; de forekommer også i lavalpin sone i veksling med lavalpine heier, lesider og snøleier. Dermed kan ikke tørrgrasheiene forklares som et resultat av høydebetinget temperaturreduksjon alene, slik det forsøksvis ble gjort i NiN versjon 1 der den ‘lokale basisøkoklinen’ ‘høydebetinget veksesongreduksjon i arktisk-alpine områder (HV)’ ble brukt til å skille mellom to klasser, ‘dvergbuskhei’ og ‘tørrgrashei’. Det er fortsatt ikke helt klart hvilke økologiske forhold som forårsaker den ofte skarpe grensa mellom tørrgrasheier og annen fastmarksnatur, men flere hypoteser er framsatt. Dahl (1957) framhever jordflyt som en viktig variabel, og peker på at tørrgrasheiene ofte har en påviselig ustabil overflate, at de mangler et velutviklet podsolprofil, at de mangler de solifluksjonsintolerante lyngartene og har rikelig forekomst av solifluksjonstolerante arter som rabbesiv (*Juncus trifidus*), islandslav (*Cetraria islandica*) og saltlav (*Stereocaulon* spp.), støtter opp om en slik forklaring. Også Nordhagen (1943) og Fremstad (1997) framhever jordustabilitet som et karaktertrekk ved grasheier.

Dahl (1957) og R. Økland & Bendiksen (1985) peker på at det er en viss variasjon i artssammensetning innenfor tørrgrasheiene, og at tørrgrasheier kan være ‘erstatningssamfunn’ (dvs. finnes under ellers tilsvarende miljøforhold som) for alt fra lavheier til moderate snøleier langs ‘rabbe-snøleiegradienten’. På bakgrunn av dette er følgende naturtypehypoteser testet:

B11–H8 (a) (kat. 2b) Tørrgrasheier har en artssammensetning som er vesentlig forskjellig fra artssammensetningen i T~3 Fjellhei og leside og moderate snøleier. Denne forskjellen kan uttrykkes som variasjon langs LKM jordflyt (JF), som er en spesiell lokal kompleks miljøvariabel (sLKM) for hovedtypekandidaten T~25 Tørrgrashei. **(b)** T~25 kan deles i tre trinn langs ‘rabbe-snøleiegradienten’ (på bakgrunn av en kombinasjon av UF og SV).

Deldatasettet B11D, med til sammen 10 artslister, er sammenstilt for å teste naturtypehypotese B11–H7 (se Fig. B11–1d). Tre av listene representerer variasjon innen tørrgrasheier relatert til snødekkevarighet, fire av listene representerer sammenliknbar variasjon innen T~3 og T~8 med hensyn til snødekkevarighet (SV) og kalkinnhold (KA), og tre lister er i tillegg utarbeidet med utgangspunkt i T~3- og T~8-listene, men tilpasset øvre del av lavalpin bioklimatisk sone for å bedre sammenliknbarheten mellom artslistene med hensyn til regional variasjon.

B11b Resultater og tolkning: Deldatasett B11A

For få par av naturtypekandidater i deldatasett B11A (Fig. B11–2) hadde naturtypekandidater $PD < 0,5$ til at PD_{geo} -verdier beregnet med terskelverdien $\epsilon = 0,5$ ble pålitelige. En terskelverdi på $\epsilon = 0,6$ ble derfor benyttet, bortsett fra ved beregning av ØA mellom kalkrike ekstremsnøleier og andre naturtypekandidater, der $\epsilon = 0,7$ ble benyttet. De høye ulikhetsverdiene mellom naturtypekandidatene for ekstremsnøleier og øvrige naturtypekandidater, inkludert nabonaturtypekandidatene i seine snøleier, skyldtes først og fremst kraftig artsuttynning [mark parallellen til artsuttynning av storsopp langs LKM uttørkingsfare (UF) i fastmarksskogsmark, kapittel B10]: artsantallet falt fra 153 i kalkfattige seine snøleier til 53 i kalkfattige ekstremsnøleier, tilsvarende tall for kalkrike snøleier var 173 og 42. Ved beregninger av gradientlengder ble derfor ØA for sammenlikning mellom seine og ekstreme snøleier nedjustert til verdiene for avstanden mellom moderate og seine snøleier.

Økologiske avstander beregnet for hele ‘rabbe-snøleiegradienten’ fra rabbe til ekstremsnøleie var ikke helt additive ($u = 0,20–0,32$), noe som kan skyldes den høyere ϵ -verdien som ble benyttet ved beregningene (se NiN[2] Artikkel 2, vedlegg 3). Etter korreksjon for artsuttynning og ikke-linearitet ble gradientlengden beregnet til $x_g = 7,51$ ØAE for kalkfattige og $x_g = 7,52$ ØAE for kalkrike naturtypekandidater. Dette bekrefter hypotese B11–H1a. Økologiske avstander mellom naturtypekandidater fra ulike hovedtyper var i alle tilfeller betydelige; mellom rabbe og lavhei var ØA = 1,255–1,316 ØAE, og mellom leside og moderat snøleie enda større, ØA = 1,438–1,607 ØAE. Disse ØA-verdiene var gjennomgående større enn mellom nabo-naturtypekandidater innenfor sammen hovedtypekandidat (se Fig. B11–2). Utstrekningen av intervaller for hver av de tre hovedtypekandidatene T~16, T~3 og T~8 langs ‘rabbe-snøleiegradienten’ (Fig. B11–3a) var henholdsvis 1,06, 2,62 og 3,83 ØAE på kalkfattig og 1,02, 2,99 og 3,51 ØAE på kalkrik mark. Siden ‘rabbe-snøleiegradienten’ skal deles i 7 datasettspesifikke trinn og trinnrensene skal falle sammen med hovedtypegrensene, bekreftes også hypotese B11–H1a. Den inndelingen i 7 trinn som, gitt hovedtypeinndelingen, har størst kompatibilitet med de beregnede ØA-intervallbreddene, er en inndeling med ett trinn i T~16 Rabbe, 3 trinn i T~3 Fjellhei, leside og tundra og 3 trinn i T~8 Snøleie. Oppdelingen i tre trinn innenfor T~3 (for LKM UF) når gradientlengden er 2,62 og 2,99 ØAE kan forsvares med støtte i prinsippet om at en LKM skal deles i så mange trinn som indikeres av kombinasjonen av andre LKM der variasjonen er størst (NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2i). Økningen i variasjon langs UF med økende KA indikerer at gradientlengden langs UF vil passere 3 ØAE i den rikeste delen av variasjonsbredden langs KA (KA#5). Dette er konsistent med at det finnes mange spesialiserte kalkkrevende arter med preferanse for tørkeutsatte heier eller frisk lesidevegetasjon.

Den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater for KA#2 (moderat kalkfattig) og KA#4 (moderat kalkrik) varierte lite mellom trinnene langs ‘rabbe-snøleiegradienten’, men var (med unntak av upålitelige verdier for ekstremsnøleier) lavest nær endepunktene av gradienten, det vil si på rabber (1,611 ØAE, som svarer til gradientlengden $x_g = 2,69$ ØAE og i seine snøleier (1,749 ØAE, svarende til $x_g = 2,92$ ØAE). For hei, leside og moderat snøleie

var det overraskende liten variasjon i avstander, 2,073–2,158 ØAE (høyest verdi ble observert i leside), svarende til $\mathbf{x_g = 3,46-3,60 \text{ ØAE}}$. Med fare for at estimatene er lite robuste fordi variasjonen langs KA bare er representert med to trinn, er dette en første indikasjon på at det er grunnlag for å dele KA inn i tre trinn i spennet fra middels kalkfattig til middels kalkrik mark i T~3 og i moderate snøleier (slik hypotese B11–H2a sier), men at en inndeling i to trinn er tilstrekkelig i rabber og seine (og ekstreme) snøleier (i kontrast til hypotese B11–H2a). En nærliggende økologisk årsak til redusert variasjon i artssammensetning nær endene av ‘rabbe-snøleiegradienten’ er at høyt miljøstress og høy forstyrrelsesintensitet (vindutsatthet og langvarig snødekke) overstyrer variasjonen langs andre LKM.

Todimensjonale GNMDS- og DCA-ordinasjoner av de 14 artslistene i deldatasett B11A gjenga strukturen i deldatasettet som forventet ut fra beregnede økologiske avstander (korrelasjoner mellom førsteakser $\tau = 0,9780$, $P < 0,0001$, $n = 14$; mellom andreakser $\tau = 0,6044$, $P = 0,0020$, $n = 14$), som en mer eller mindre rektangulær struktur med en lang førsteakse som utspenner ‘rabbe-snøleiegradienten’ og en kortere andreakse som gjenspeiler variasjon i kalkinnhold (Fig. B11–4,5). Begge ordinasjonene indikerte større økologiske avstander mellom naturtypekandidater i snøleier (mellom SV-trinn) enn i fjellhei og leside (mellom UF-trinn). DCA-ordinasjonen viste samme mønster som også framkommer i Fig. B11–2, at forskjellen i artssammensetning mellom KA#2 og KA#4 er størst for leside og moderate snøleier, hvorfra den avtar mot begge ekstremer langs ‘rabbe-snøleiegradienten’. Avstandene mellom de ytterst plasserte naturtypekandidatene langs ordinasjonsaksene (akselengdene), var henholdsvis 2,68 og 1,14 H.C.-enheter for GNMDS-aksene og 3,54 og 2,06 S.D.-enheter for de tilsvarende DCA-aksene. DCA-aksenes egenverdier var henholdsvis 0,455 og 0,344. Disse akselengdene, som svarer til ca. 5,4 og 4,6 ØAE, er litt kortere enn de økologiske avstandene mellom endetrinnsnaturtypekandidatene på 6,0–6,5 ØAE (etter at ikke-linearitet er tatt hensyn til).

B11c Resultater og tolkning: Deldatasett B11B

Økologiske avstander mellom nabotrinns langs KA varierte lite (Fig. B11–6), både innenfor leside (0,896–1,192 ØAE) og innenfor moderat snøleie (0,923–1,429 ØAE). De beregnede økologiske avstandene mellom endetrinns-naturtypekandidater langs KA i de to seriene av artslistene, var henholdsvis 4,144 og 4,662 ØAE. I begge tilfeller var de økologiske avstandsestimatene nesten perfekt additivt (ikke-linearitetsparameter $u = 0,01$). Beregnede gradientlengder var $\mathbf{x_g = 4,77 \text{ ØAE}}$ for leside og $\mathbf{x_g = 5,42 \text{ ØAE}}$ for moderat snøleie (Fig. B11–7). Dette viser at KA er en hLKM i begge hovedtyper, og bekrefter hypotesen B11–H2b om datasettspesifikk inndeling i fem trinn for moderat snøleie, men indikerer en firetrinnsinndeling (med åtte basistrinn) for leside. Analyseresultatene indikerer at en slik firetrinnsinndeling i så fall bør foretas ved å splitte tre av mellomtrinnene (KA#2–4) og slå sammen KA#1 og KA#5 med tilgrensende deler av nabonaturtypekandidatene som vist i Fig. B11–7a. Økologiske avstandsrelasjoner mellom nabonaturtypekandidater langs KA i moderat snøleie kan tolkes på to måter; enten til støtte for å opprettholde trinndelingen i naturtypeinndelingshypotesen eller en inndeling der grensene mot mer kalkrike naturtypekandidater er forskjøvet slik at den store variasjonen innenfor det middels kalkrike trinnet reduseres (se Fig. B11–7b).

Den økologiske avstanden mellom intermediære (KA#3) og middels kalkrike (KA#4), svakt kildevannspåvirkete naturtypekandidater var i samme størrelsesorden som på mark uten kildevannspåvirkning (1,075–1,220 ØAE; se Fig. B11–6), og ga ingen grunn til at kildevannspåvirket natur innen de to hovedtypene skal trinndeles annerledes med hensyn til KA enn ikke kildevannspåvirket mark.

Økologiske avstander mellom sammenliknbare naturtypekandidater på ikke kildevannspåvirket og svakt kildevannspåvirket mark (KI#1 og KI#2) varierte lite mellom KA-trinn i de to hovedtypekandidatene; 1,727–1,924 ØAE i leside og 1,259–1,389 ØAE i moderat snøleie. Dette svarer til gradientlengder i intervallene henholdsvis $x_g = 2,92\text{--}3,26$ ØAE og $x_g = 2,10\text{--}2,32$ ØAE, og bekrefter naturtypeinndelingshypotesen B11–H3b om at KI er en tLKM i moderat snøleie. Gradientlengden for KI i leside er i overgangsområdet mellom et variasjonsomfang som betinger oppdeling i to og i tre datasettspesifikke trinn, men fordi en eventuell inndeling i flere trinn enn antallet naturtypekandidater er beheftet med stor usikkerhet er det ikke forsvarlig på grunnlag av en enkelt ØA-verdi å foreta finere oppdeling. Inntil grundigere undersøkelser eventuelt gir støtte til en oppdeling av KI i flere enn to trinn i leside, opprettholdes en datasettspesifikk inndeling i to trinn i tråd med hypotese B11–H3a.

Naturtypekandidaten som er representert med artsliste 19, beskrevet som ‘kalkfattige fuktsnøleier’, har størst likhet i artssammensetning med den intermediære kildevannspåvirkete naturtypekandidaten (1,181 ØAE, jf. Fig. B11–6). Artssammensetningsulikheten mellom ‘liste 19’ og den middels kalkrike kildevannspåvirkete naturtypekandidaten, som i Fig. B11–6 er angitt som 2,401 ØAE, er resultat av geodetisk avstandsberegning; den ukorrigerte ulikheten mellom disse naturtypekandidatene er $PD = 0,515$, som svarer til 2,059 ØAE. Dette indikerer lav additivitet ($u = 0,34$), og etter korleksjon ble gradientlengden redusert til på $x_g = 2,20$ ØAE, noe som kan indikere at variasjonen langs kalkinnholdsgradienten fra det angivelig kalkfattige til det middels kalkrike innenfor svakt kildevannspåvirkete moderate snøleier ikke er større enn at den kan beskrives ved oppdeling i to trinn. Økologiske avstander mellom ‘liste 19’ og hver av den middels kalkfattige og den intermediære, ikke kildevannspåvirkete naturtypekandidaten viser marginalt større likhet med den kalkfattige (1,307 mot 1,462 ØAE). Implikasjonene av disse resultatene er:

1. ‘Artsliste 19’ representerer fortsettelsen av en artssammensetningsgradient som starter med middels kalkrike, svakt kildevannspåvirkete moderate snøleier og fortsetter med tilsvarende intermediære snøleier. Hypotese B11–H4a om at ‘kalkfattige fuktsnøleier’ er betinget av kvalitativt annerledes fuktighetsforhold enn storbregne- og høgstaudeenger avkrefte, slik at hypotese B11–H4b om å bruke vannmetning (VM) til å beskrive variasjon som betinger denne ‘typen’ blir irrelevant.
2. Variasjonen innenfor svakt kildevannspåvirkete moderate snøleier, ‘kalkfattige fuktsnøleier’ inkludert, synes ikke å være større enn at KA bør deles i to trinn i spekteret fra ‘kalkfattige fuktsnøleier’ til middels kalkrike moderate snøleier (KA#4). Sannsynligvis finnes ytterligere variasjon i artssammensetningen mot svært kalkrike, kildevannspåvirkete snøleier (KA#5). Dette taler i så fall for å skille mellom tre svakt kildevannspåvirkete grunntyper av T~8 på grunnlag av KI.

B11d Resultater og tolkning: Deldatasett B09C

Datasett B11C inneholdt sterke artsrikdomsgradienter, både langs snødekkebetinget vekstsesongreduksjon (SV) fra SV#3 seint snøleie til SV#4 ekstrem-snøleie, og langs kildevannspåvirkning (KI) fra KI#2 svak kildevannspåvirkning til KI#3 ustabil kilde (Tabell B11–3). Pålitelige økologiske avstander lot seg derfor bare beregne mellom et lite mindretall av parene av artslistene i deldatasett B11C (Fig. B11–8), og ikke for noen av de sammenliknbare nabonaturtypekandidatene langs SV eller mellom KI#2 (svak kildevannspåvirkning) og KI#3 ustabil kilde. Naturtypeinndelingshypotese B11–H6 om økologisk avstand mellom svakt kildepåvirkete våtsnøleier og kildesnøleier lot seg derfor ikke teste.

Den økologiske avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater i middels kalkrikt (KA#4) seint snøleie (SV#3) uten og med svak kildevannspåvirkning (KI#1 og KI#2; med henholdsvis 173 og 211 arter; Tabell B11–3) var 1,380 ØAE, som svarte til en gradientlengde $x_g = 2,53$ ØAE, mens tilsvarende tall for artsfattige ekstremsnøleier (SV#4, med henholdsvis 42 og 35 arter) var 1,754 ØAE, som svarte til en gradientlengde $x_g = 3,22$ ØAE. Disse tallene viser at det minst er betydelig, kanskje til og med vesentlig, forskjell i artssammensetning mellom seine og ekstreme snøleier på fastmark og våtsnøleier med tilsvarende snødekkevarighet. Dette bekrefter hypotese B11–H5.

Den økologiske avstanden mellom nabonaturtypekandidater langs kalkinnhold (KA) var 1,749 ØAE mellom KA#2 og KA#4 i seine snøleier på fastmark (jf. også Fig. B11–2), mens den ble beregnet til 1,844 ØAE mellom naturtypekandidater for KA#3 og KA#4 i seine våtsnøleier og 1,815 i seine kildesnøleier. Dette svarer til gradientlengder $x_g = 2,33$ ØAE for førstnevnte (utspenner 3 KA-trinn) og gradientlengder > 3 ØAE for sistnevnte, gitt at angivelsene av KA-trinntilhørighet for de intermediære naturtypekandidatene er reell. Under utarbeidelsen av artslistedatasettet hersket det imidlertid sterk tvil med hensyn til plasseringen av seine og ekstreme snøleier langs kalkinnholdsgradienten, dels fordi variasjonen i substratets pH og innhold av kalsium og andre kationer forventes å bli mindre (fordi utvaskingen av næringsstoffer avtar og tilførselen av mineralnæringsstoffer med smeltevannet øker når snødekkevarigheten øker), dels fordi økologisk teori predikerer at ekstremt snødekkebetinget miljøstress vil overstyre variasjonen langs andre komplekse miljøvariabler.

Beregninger av artssammensetningsulikhet mellom angivelig kalkfattige seine snøleier og hele spekteret av naturtypekandidater langs KA-gradienten i moderate snøleier (data fra deldatasett B11B og B11C, resultater ikke vist i sin helhet) viste at det var grunnlag for tvil om hvordan naturtypekandidater på ulike SV-trinn var relatert til hverandre langs KA: artsliste 22 for kalkfattige seine snøleier (SV#3&KA#2) var mest lik artslista for kalkfattige moderate snøleier (SV#2&KA#2; 1,23 ØAE), tett fulgt av artslista for den intermediære parallellen (SV#2&KA3); 1,46 ØAE), og med større avstand til svært kalkfattige moderate snøleier (1,87 ØAE).

Tabell B11–4 oppsummerer gjennomsnittsverdier for pH i jordprøver fra ruteanalyser hos Gjærevoll (1956) fra Sør-Norge som er typifisert til relevante naturtypekandidater i datasett B11. Tabellen viser minimal pH-forskjell mellom seine og ekstreme snøleier på fastmark karakterisert som middels kalkfattig (KA#2) og på våtmark karakterisert som intermediær (KA#3); mens de førstnevnte hadde pH = 4,8–4,9, hadde sistnevnte pH = 5,0–5,1. Til sammenlikning hadde middels kalkfattige moderate snøleier pH = 4,4 (Tabell B11–4). Dette viser at det ikke er grunnlag for å betrakte ‘intermediære våtsnøleier’ som mer kalkrike enn ‘middels kalkfattige snøleier på fastmark’, og forklarer hvordan forskjellen i artssammensetning mellom ‘KA#2’ og KA#4 for førstnevnte kan være større enn mellom ‘KA#3’ og KA#4 for sistnevnte. Økologiske avstandsestimater mellom ‘KA#3’ og KA#4 innenfor sammenliknbare naturtypekandidater for ekstrem-snøleier på 2,126–2,173 ØAE svarer til gradientlengdeestimer på $x_g = 2,83$ – $2,90$ ØAE når det ble lagt til grunn at naturtypeartslistene representerte endetrinnene langs en tretrinnsgradient, $x_g = 3,54$ – $3,62$ ØAE når det ble lagt til grunn at de representerte typiske utforminger langs en tottrinnsgradient. Analysene av deldatasettet B11C gir derfor en viss støtte til oppdeling av KA i to trinn i seine snøleier og ekstrem-snøleier, slik inndelingshypotese B11–H7 foreskriver. Analysene avdekker imidlertid et sterkt behov for økologiske undersøkelser som kan kaste lys over variasjonen langs kalkinnhold i seine og ekstreme snøleier, både i fastmarkssystemer og i våtmarkssystemer.

B11e Resultater og tolkning: Deldatasett B11D

Økologiske avstander beregnet mellom sammenliknbare naturtypekandidater i T~25 Tørrgrashei og i T~3 Fjellhei, leside og tundra eller T~8 Snøleie var 0,933–1,344 ØAE ved sammenlikning med artslistene for lavalpin bioklimatisk sone, men ble redusert til 0,501–0,962 ØAE for artslistene som var korrigert til artssammensetningen i øvre del av lavalpin sone (Fig. B11–9). Dette svarer til gradientlengder på henholdsvis $x_g = 0,84\text{--}1,60$ ØAE og $x_g = 1,56\text{--}2,24$ ØAE, som ikke er nok til å definere JF entydig som en sLKM for T~25 i henhold til kriteriet om vesentlig forskjell i artssammensetning alene (naturtypeinndelingshypotese B11–H8a forkastet).

Variasjonen mellom de tre trinnene som 'rabbe-snøleie-gradienten' tentativt var delt inn i innenfor T~25 (se Fig. B11–1d) var henholdsvis 0,818 ØAE mellom lavhei-parallellen (UF#3) og lynghei-parallellen (UF#2), og 1,202 ØAE mellom lynghei-parallellen (UF#2) og parallellen til moderate snøleier (SV#2). De økologiske avstandsestimatene var imidlertid ikke additive (ikke-linaritetsparameter $u = 0,30$; korrigert økologisk avstand mellom endetrinnsnaturtypekandidatene 1,43 ØAE, noe som svarer til en gradientlengde $x_g = 1,90$ ØAE). Den svært ujevne variasjonen i økologisk avstand mellom nabonaturtypekandidatene i T~25 tilsier imidlertid at forskjellen mellom lavhei-parallellen og snøleieparallellen innenfor tørrgrasheier har mer forskjellig artssammensetning enn dette estimatet indikerer og i hvert fall reell ØA > ca. 1,2 ØAE som svarer til en gradientlengde > 2 ØAE. Dette gir grunn til å forkaste hypotese B11–H8a, men opprettholde en datasettspesifikk inndeling av T~25 i to trinn på grunnlag av SV (SV#1 ikke forlenget vekstsesong og SV#2 moderat snøleie; eller tørrgrashei og tørrgras-snøleie). Resultatene viser at uttørkingsfare (UF) ikke er en viktig LKM i T~25.

B11f Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Et av de viktigste resultatene av analysene av datasett B11 er den uforbeholdne støtten til den foreslåtte oppdelingen av 'rabbe-snøleiegradienten' i 9 trinn, hvorav to er ekstremtrinn uten stabil vegetasjon, samt oppdeling av 'rabbe-snøleiegradienten' i tre hovedtyper med T~3 Fjellhei, leside og tundra sentralt plassert langs gradienten (naturtypeinndelingshypotese B11–H1; også illustrert i Fig. B11–10a).

Analyseresultatene viser at variasjonen i artssammensetning langs KA varierer sterkt som funksjon av plassering langs andre viktige LKM. Størst er variasjonen langs KA i moderat snøleie der resultatene gir grunnlag for inndeling i hele 5 datasettspesifikke trinn og i leside der det er grunnlag for inndeling i fire datasettspesifikke trinn. Mot ytterkantene av 'rabbe-snøleiegradienten' avtar variasjonen i artssammensetning mellom ytterpunktene langs KA, men datasettet gir ikke sikre holdepunkter for å tallfeste denne reduksjonen fordi det bare inneholder to fulle paralleller langs KA. Forslaget til hovedtypespesifikk inndeling av fastmarks-grunntypene i fjellet basert på KA, som er vist i Fig. B11–1a, representerer en opplagt forbedring i forhold til grunntypeinndelingen av tilsvarende hovedtyper i NiN versjon 1, der endringer i omfanget av variasjon i artssammensetning langs 'rabbe-snøleiegradienten' ikke ble tatt i betraktning.

Resultatene av analyser av datasett B11 illustrerer en betydelig utfordring ved en typeinndeling som skal være basert på eksplisitte prinsipper og kriterier. Skal slike prinsipper følges slavisk, er det lett å ende i forskjellige hovedtypespesifikke (og hovedtypetilpassete) trinninndelinger av hovedtyper som er naboer i det økologiske rommet. Datasett B11B illustrerer dette for KA i snøleie og leside (se Fig. B11–10a). I dette eksemplet er ikke bare trinnantallet forskjellig, men grensene mellom trinnene trekkes også på ulike steder. Mens den

foreslåtte trinndelingen av KA i T~8 Snøleie faller sammen med trinndelingen i forslaget til konsensusinndeling av T~4 Fastmarksskogsmark (se Fig. B11–9a) med unntak for at de to kalkfattige trinnene i T~8-inndelingen er slått sammen til ett ved inndeling av T~4, indikerer analyseresultatene at det i T~3 bør trekkes et gjennomgående skille mellom kalkfattig og kalkrik natur tvers gjennom intermediær-trinnet, som fordeles på ‘kalkfattige’ og ‘kalkrike’ trinn. Hvorvidt bruk av basistrinninndelingen til inkongruente inndelinger i hovedtypetilpassete trinn er hensiktsmessig fra et praktisk/pedagogisk synspunkt eller om åpningen for dette eventuelt bør endres slik at det i større grad tas praktiske hensyn når hovedtypetilpasset trinninndeling av lokale komplekse miljøvariabler skal foretas, må avklares.

Analysene bidrar til klarhet i det viktige spørsmålet om hvordan variasjon relatert til vanntilgang på fastmark i fjellet skal beskrives. Variasjon relatert til vannmetning (VM) (normalt, eller mediant, fuktighetsinnhold i jorda) er ikke eksplisitt adressert i datasettet B11; men det er ingen grunn til å anta at variasjon langs denne LKM i *utgangspunktet* gir opphav til et omfang av variasjon i fjellet (i T~3 og T~8) som avviker fra tilsvarende variasjon i lavlandet (ved analyse av datasett B09 blir det vist at VM er en uLKM for T~4). Analysene av B11 viser at ‘fattige fuktsnøleier’, som har vært vanskelig å plassere med hensyn hvilke(n) LKM som er involvert, ikke er uttrykk for variasjon langs en artssammensetningsgradient som er relatert til en annen akse i det økologiske rommet enn storbregne- og høgstaudeenger; sistnevnte er åpenbart betinget av kildevannspåvirkning (KI). Dette åpner for at all systematisk (betydelig eller vesentlig) forskjell i artssammensetning fra veldrenert mark i fjellet kan beskrives som relatert til KI. Analyseresultatene viser at mark med vesentlig forskjellig artssammensetning fra veldrenert eller fuktig mark finnes fra leside [betinget av forekomst av kildevann; *flushing*; se Samuelsson (1917) og Nordhagen (1943)] og nedover i snøleiene. Fra og med moderate snøleier blir artssammensetningens respons på overrisling med smeltevann fra snøskavler eller breer sammen med responsen på svak tilførsel av framspringende grunnvann (jf. også Gjærevoll 1956), og ofte er det umulig å skille de to typene vanntilførsel fra hverandre (vann som ‘springer fram’ under eller nedenfor snøskavler er vanlig). Analyseresultatene viser at KI kan brukes til å beskrive hele denne variasjonsbredden (hypoteser H11–H3,H4). Resultatene viser dessuten at kildevannspåvirket mark i moderate snøleier finnes langt inn i det kalkfattige segmentet, noe som samsvarer med resultatene av analyser av datasett B04, som peker på behovet for en grunntype innenfor V~4 Kaldkilde for kalkfattige kilder (se kapittel B4). Mens det i resten av variasjonsspekteret langs ‘rabbe-snøleiegradienten’ synes som om variasjonen i artssammensetning i fastmarkssystemer relatert til KI ikke er tilstrekkelig til å tilfredsstille definisjonen av vesentlig forskjell, indikerer resultatene at det kan være grunn til å foreta en tredeling av KA innenfor moderate snøleier (Fig. B11–10b).

Med økende snødekkevarighet øker sannsynligheten for at mark som overrisles med smeltevann og/eller tilføres kildevann får permanent våtmarksskarakter. Analysene viser at det er betydelig forskjell i artssammensetning mellom det som er beskrevet som våtsnøleier i litteraturen og seine og ekstreme snøleier på fast mark, og at denne forskjellen skyldes sterkt innslag av myr- og kildearter i våtsnøleiene. Analysene understøtter dermed framlegget (formulert i hypoteser B11–H5,6,7) om å betrakte våtsnøleiene som våtmarkssystemer og å samle disse i én hovedtype sammen med det som i NiN versjon 1 ble beskrevet som arktisk-alpin grunn våtmark (V9) (nå tolket som våtsnøleier med moderat langvarig snødekning) og svake og ustabile kilder med tydelig snøleiepreg, som ikke tidligere er skilt fra andre kilder.

Mot mer ekstreme snøleier og når kildevannspåvirkningen øker, finner det sted en sterk artsuttynnning som gjør beregninger av økologisk avstand på grunnlag av artssammensetning vanskelig. Resultatene av analysene av datasett B11 bidrar bare i

begrenset grad til å forstå variasjonen innenfor våtsnøleie-typen, men synes kompatible med et framlegg til inndeling i ni grunntyper basert på tre LKM som vist i Fig. B11–11.

Analyseresultatene gir ikke støtte til hypotesen (B11–H8) om at hovedtypekandidaten T~25 Tørrgrashei har en artssammensetning som er vesentlig forskjellig fra T~3 Fjellhei, leside og tundra og T~8 Snøleie; til nød er det mulig å påvise en *betydelig* forskjell i artssammensetning. Kriterium 11 i prosedyren for å definere natursystem-hovedtyper i NiN versjon 2 om at ‘egne hovedtyper for spesielle, naturlige systemer skal skilles fra hovedtyper for tilsvarende systemer innenfor normal variasjonsbredde ved hjelp av en sLKM når artssammensetningen på (ekstrem)trinnet langs denne sLKM er vesentlig forskjellig fra artssammensetningen på kontrasteringstrinnet’ er derfor ikke oppfylt for denne hovedtypekandidaten. Likevel tilfredsstiller T~25 utvilsomt kravene til å bli egen hovedtype, av følgende grunner:

1. Hovedkriterium 1 er oppfylt fordi variasjonen innenfor T~25 er så liten at hovedtypen sannsynligvis ikke har noen hovedkompleksvariabler (variasjonen langs KA er ikke analysert, men det er grunn til å anta at gradientlengden, liksom på rabbene, ikke overskrider 3 ØAE). I dette skiller T~25 seg fra T~3 (med hLKM KA og UF) og T~8 (med hLKM KA, SV og KI).
2. Hovedkriterium 2 er oppfylt fordi differensierende LKM for T~25 er jordflyt (JF), som er en disruptiv forstyrrelsesgradient, mens T~8 er betinget av miljøstressgradienten SV.
3. Hovedkriterium 3 om entydig tilordning til kategori basert på prosess kan bare oppfylles dersom T~25 skilles fra T~3 og T~8 på hovedtypenivå (jf. punkt 2).
4. Hovedtypekriterium 6 som stiller krav om enhetlig utseendepreg.
5. Tilleggs-kriterium 8a om at en hovedtype skal utgjøre et konvekst område i det økologiske rommet kan bare oppfylles dersom T~25 skilles fra T~3 og T~8 på hovedtypenivå.

B11g Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B11 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

A1 ‘Rabbe-snøleiegradienten’ i fjellet omfatter variasjon i betingende økologiske prosesser og artssammensetning som gir grunnlag for fordeling på tre hovedtyper som avløser hverandre, T~16 Rabbe, T~3 Fjellhei, leside og tundra og T~8 Snøleie (Fig. B11–10a).

A2 V~6 Våtsnøleie opprettes som ny hovedtype innenfor våtmarkssystemer, og inkluderer ‘arktisk-alpin grunn våtmark (V9)’ fra NiN versjon 1 og ustabile svake–middels sterke kilder med snøleiepreg.

A3 T~25 Tørrgrashei opprettholdes som hovedtype forskjellig fra T~3 Fjellhei, leside og tundra og T~8 Snøleie.

B Datasettspesifikk trinn- og klassesedeling av LKM i T~3 Fjellhei, leside og tundra:

B1 Kalkinnhold (KA) deles inn i 4 dtsT med til sammen 8 dtsbT (se Fig. B11–7a).

B2 Uttørkingsfare (UF) deles inn i 3 dtsT med til sammen 4 dtsbT (se Fig. B11–3).

B3 Kildevannspåvirkning (KI) deles inn i 2 dtsT med til sammen inntil 4 dtsbT.

I T~16 Rabbe:

B4 Vindutsatthet (VI) deles inn i 2 dtsT med til sammen 3 dtsbT (hvorav ett for den ekstreme artsuttynningssituasjonen på deflasjonsmark) samt ett kontrasteringstrinn (Fig. B11–10a).

B5 Kalkinnhold (KA) deles inn i 2 dtsT

I T~8 Snøleie:

B6 Kalkinnhold (KA) deles inn i 5 dtsT med til sammen 9 dtsbT (se Fig. B11–7b).

B7 Snødekkebetaget vekstsesongreduksjon (SV) deles inn i 4 dtsT med til sammen 7 dtsbT (hvorav ett for den ekstreme artsuttyningssituasjonen på snøleier uten stabil vegetasjon) samt ett kontrasteringstrinn (Fig. B11–10a).

B8 Kildevannspåvirkning (KI) deles inn i 2 dtsT med til sammen inntil 4 dtsbT.

I T~25 Tørrgrashei:

B7 Snødekkebetaget vekstsesongreduksjon (SV) deles inn i 2 dtsT med til sammen inntil 4 dtsbT

I V~6 Våtsnøleie:

B7 Snødekkebetaget vekstsesongreduksjon (SV) deles inn i 3 dtsT.

B8 Kalkinnhold (KA) deles inn i 2 dtsT

B9 Kildevannspåvirkning (KI) deles inn i 2 dtsT med til sammen inntil 4 dtsbT.

Konsekvenser for grunntypeinndeling. Følgende framlegg til grunntypeinndeling støttes av analysene av datasett B11:

C1 T~3: 12 grunntyper på basis av variasjon langs 2 hLKM (KA, UF) og en tLKM (KI)

C2 T~16: 3 grunntyper på basis av kombinasjoner av tLKM VI og KA

C3 T~8: 14 grunntyper på basis av variasjon langs 2 hLKM (KA, SV) og en tLKM (KI)

C4 T~25: 4 grunntyper på basis av kombinasjoner av tLKM KA og SV

C5 V~6: 9 grunntyper på basis av kombinasjoner hLKM SV og tLKM KA og KI

Tabell B11–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B11.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	T~3 Fjellhei, leside og tundra T~8 Snøleie T~16 Rabbe T~25 Fjellgradshei og grastundra V~? Våtsnøleie
1B	LKM som ikke blir adressert	Vannmetning (VM) innenfor T~3 (listene 3–11 omfatter både veldrenerte utforminger og fuktmarksutforminger); listene 33–38 inneholder bare veldrenerte utforminger) Hevdintensitet (HI): *1 ikke hevdpåvirket
1C	LKM som blir adressert	{På hovedtypenivå: Vannmetning (VM): #1/ *1–2 fastmark [#1A veldrenert mark og #1B fuktmark]; #2/ *3 våtmark Vindutsatthet (VI): #1/ *1 uten preg av vind; #2/ *2 sterkt vindutsatt (rabbe)} Snødekkebetinget vekstsesongreduksjon (SV): #1/ *1–2 normal eller forlenget vekstsesong (*1 = rabbe og hei; *2 = leside); #2/ *3 moderat snøleie; #3/ *4 seint snøleie; #4/ *5 ekstrem-snøleie Uttørkingsfare (UF): #1/ *1(B)–2A leside (frisk–moderat tørkeutsatt); #2/ *2B–3A fjell-lynghei (tørkeutsatt); #3/ *3B–4(A) lavhei (svært tørkeutsatt) Kildevannspåvirkning (KI): #1/ *1 ingen eller svært svak; #2/ *2 svak; #3/ *3–4 ustabil kilde Jordflyt (JF): #1/ *1 uten preg av jordflyt; #2/ *2 flytjordsmark Kalkinnhold (KA): #1/ *1 svært kalkfattig ('ekstremfattig'); #2/ *2 middels kalkfattig; #3/ *3 intermediær; #4/ *4 middels kalkrik; #5/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik')
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	LA (hele sonen), med unnta for artslistene 33–38 som representerer øvre LA nær grensa mot MA (36–38) og nedre MA, på grensa mot LA (33–35)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	OC
2C	Geografisk område	(Østlige deler av) sentrale fjellområder i Sør-Norge (Jotunheimen, Rondane og østre deler av Dovrefjell). Sørlig unisentrisk og bisentrisk arter med forekomst i Dovre og Folldal er inkludert.
2D	Tilstandsvariasjon	ikke utsatt for intensivt utmarksbeite
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Se 1C
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B11–1 og Tabell B11–2
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(a) Ruter á 100 m ²
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer, (a2) moser og lav
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetsindeksen A	A = 0,9. Artslista omfatter 585 arter (3 nakenfrøete karplanter, 21 karsporeplanter, 246 dekkfrøete karplanter, 85 levermoser, 156 bladmoser og 74 makrolav)
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0

10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	3 (akseptabel) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker), noe variabel mellom naturtypekandidater
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Nordhagen (1928, 1943), Nyholm (1954-69), Gjærevoll (1956), Dahl (1957), Baadsvik (1974), R. Økland & Bendiksen (1985), Krog et al. (1994), Fremstad (1997), Heegaard (1997), Lid & Lid (2005), Hallingbäck et al. (2006, 2008), Holien & Tønsberg (2006), Damsholt (2009), Ahti & Stenroos (2013), Hedenäs et al. (2014)
B	Artsliste sammenstilt av:	Rune Halvorsen

Tabell B9–2. Naturtypekandidatene i datasett B11: definisjoner og relasjon til vegetasjonstyper i tidligere arbeider. Gradientkoder angir tilhørighet til antatt viktige LKM i rekkefølgen VM, SV, VI, UF, KI, JF, KA (se Tabell B11–1 for definisjoner av trinn). ? i gradientkoden for L19 indikerer at denne lista representerer vegetasjonstyper med usikker plassering i forhold til LKM VM og KI. Numre foran vegetasjonstypenavn viser til forfatterens egne numre; tall i parentes viser til tabellnummer (T#) og sidetall for relevante data og beskrivelser). Kommentarer i hakeparenteser. Grå felter angir at tilsvarende naturtype ikke er beskrevet i det aktuelle arbeidet. L# i teksten refererer til artsliste nr #. AL = Artsliste(nummer)

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
01	1120112	kalkfattig rabbe		1 Loiseleurieto- Diapensietum (64) 2 Arctostaphyleto uvae-ursi alpicolum, c Arctostaphylos uva-ursi-Alectoria ochroleuca-soc. (79) 3 Vaccinietum uliginosi alpicolum, a Vaccinium uliginosum- Alectoria ochroleuca-soc. (84) 4 Empetro- Betuletum nanae, a Betula nana- Alectoria ochroleuca-soc. (88), b Betula nana-Empetrum-		* Loiseleurieto- Diapensietum (T14; 89) * Cetrarietum nivalis (T16; 94), typicum, chionophobous facies * Alectorieto- Arctostaphyletum uvae-ursi (T17; 98)		LA-X (T14; 76), pp. [omfatter også deler av VI=2, UF=3]	R1 Greplyng- lav/moserabb, a Grepelyng- fjellpyrd- utforming [inkluderer deflasjonsmark], b Lav-utforming [pp; de mest eksponerte delene]

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
				Cetraria nivalis- soc. (89) [litt overgang mot L03] 6 Vaccinietum vitis-ideae lichenosum (112)					
02	1120114	kalkrik rabbe	33 Artenreiche Diapensia-Ass. [pp.; omfatter mest L4] 44 Cetraria nivalis-reiche Carex rupestris- Ass. [pp; går også inn i L4] 45 Cetraria nivalis-reiche Elyna-Ass.				* Dryadetum octopetalae lichenosum pp. (T4; 11) [det meste av materialet er nok VI=2, UF=3]		R3 Reinrose-gras- lavrabb, a Bergstarr- sauesvingel- rabbetust- utforming

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
03	1113112	kalkfattig fjell- lavhei		4 Empetro- Betuletum nanae, c Betula nana- Cladonia alpestris- soc. (96), d Betula nana-Cladonia rangiferina-soc. (104)		* Cetrarietum nivalis (T16; 94), typicum, 'facies of slightly more sheltered localities' * Rhacomitrieto- Caricetum bigelowii (T18; 102) [fuktmarksutformi ng] * Cladonietum alpestris (T21; 110), betuletosum og caricetosum		LA-X (Tab. 14; 76), pp. [rute 6] LA-SX (Tab. 21; 92), pp. [omfatter også deler av UF=3; men rutene ble nok plassert slik at de skulle dekke variasjonen innenfor 'serien' og dermed omfatte begge NiN-typene]	R1 Greplyng- lav/moserabb, b Lav-utforming [pp; de minst eksponerte delene] c Heigråmose- stivstarr-utforming [VM*2]+L59 R2 Dvergbjørk- kreklingrabb, a Kvitkrull- utforming, b Reinlav-utforming [overganger til L05]
04	1113114	kalkrik fjell- lavhei	33 Artenreiche Diapensia-Ass. [pp.; omfatter til dels L2] 34 Artenreiche Dryas-Ass. [pp; favner både L4 og L6] 44 Cetraria nivalis-reiche Carex rupestris- Ass. [pp; for det meste L2]				* Dryadetum octopetalae lichenosum (T4; 11)pp. [det meste av materialet er nok VI=2, UF=3]		R3 Reinrose-gras- lavrabb, c Reinrose- utforming ['spenner fra tørr til frisk grunn'] p.p. (det meste)

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
05	1112112	kalkfattig fjell- lynghei		8 Phyllodoco- Vaccinietum myrtilli [alle kontinentale soc. i Sikilsdalen] (126ff)		* Cladonietum alpestris, myrtilletosum [ikke analysert] * Phyllodoco- Vaccinietum myrtilli (T22, 118), lichenosum * Polytricheto- Caricetum bigelowii (T31; 156), callunetosum		LA-SX (Tab. 21; 92), pp. [omfatter også deler av UF=3]	R2 Dvergbjørk- kreklingrabb, c Moserik utforming S1 Alpin røsslynghei, a Tørr utforming S2 Einer- dvergbjørkhei, a Fattig utforming [b Rik utforming inneholder 'noe kravfulle arter' og representerer KA3]
06	1112114	kalkrik fjell- lynghei	32 Artenreiche Phyllodoce coerulea-Ass [240] 34 Artenreiche Dryas-Ass. [pp; favner både L4 og L6]				* Dryadetum octopetalae bryosum (T5; 13)		R3 Reinrose-gras- lavrabb, c Reinrose- utforming ['spenner fra tørr til frisk grunn'], p.p. (en mindre del) R4 Reinrose- kantlyng- moserabb, a Reinrose-mose- utforming

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
07	1111111	svært kalkfattig leside		9 Junipereto- Betuletum nanæ myrtillosum (136) pp. [det er en viss variasjon i forekomst av rikere indikatorer i tabell 17; kan brukes til å skille L07 fra L08		* Phyllodoco- Vaccinietum myrtilli (T22, 118), dicranetosum pp. [gjennomgående svakere innslag av K*2-arter enn i N- 43 kan brukes til å skille L07 og L08] * Polytricheto- Caricetum bigelowii (T31; 156), typicum [fuktmark]		LA-SM (Tab. 29; 108)	S3 Blåbær- blålynghei og kreklinghei, a Tørr utforming p.p (omfatter også rikere utforminger)

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
08	111112	kalkfattig leside		8 Phyllodoco- Vaccinietum myrtilli [mindre utpreget kontinentale varianter, jf. Tabell 16 s. 133; lesider i Sikilsdalen har einer/dvergbjørkkr att] 9 Junipereto- Betuletum nanæ myrtillosum (136)		* Phyllodoco- Vaccinietum myrtilli (T22, 118), dicranetosum pp. [se L07] * Hylocomieto- Betuletum nanæ (T30; 150) [antyder at H-B er mer eutroft enn Ph-Vacc.; bl.a. at dvergbuskene er mer næringskrevende] pp. * Polytricheto- Caricetum bigelowii (T31; 156), caricetosum brunnescentis [fuktmark]			S3 Blåbær- blålynghei og kreklinghei, a Tørr utforming p.p (omfatter utforminger over et spenn langs KA)

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
09	111113	intermediær leside	56 <i>Deschampsia caespitosa- Geranium silvaticum</i> -Ass. Pp. (også kalkrik)	9 Junipereto- Betuletum nanæ myrtillosum (136) pp. [det er mulig at det fra Tab. 17 er mulig å utlede noen forskjeller som kan relateres til KA] 19 Geranietum silvatici alpicolum (326), <i>Deschampsia flexuosa</i> -var. , fattigere og tørrere deler		* <i>Hylocomieto- Betuletum nanæ</i> (T30; 150) [inneholder stedvis og i noen analyser 'eutrofe arter'] * <i>Rumiceto- Salicetum lapponæ</i> (T38; 194), in steep and fairly dry slopes	* <i>Phyllodoco- Vaccinietum myrtilli</i> (T6; 16) [alle analyser inkluderer intermediær-arter som <i>Thalictrum alpinum</i> etc.]	
10	111114	kalkrik leside	56 <i>Deschampsia caespitosa- Geranium silvaticum</i> -Ass. Pp. (også kalkrik) 59 <i>Moosreiche Potentilla Crantzii- Polygonum viviparum</i> -Ass. Pp. [omfatter også KA*5]	19 Geranietum silvatici alpicolum (326), <i>Deschampsia flexuosa</i> -var. , rikere og tørrere deler			* Geranietum silvatici alpicolum pp. (T7; 17) [det meste er lågurt- enger] * <i>Salicetum reticulatae; Salix reticulata- Hylocomium splendens community</i> (T8; 19)	
								S3 Blåbær- blålynghei og kreklinghei, a Tørr utforming p.p (omfatter for det meste fattigere utforminger)
								S4 Flekkmure- harerugeng p.p. (omfatter også KA5)

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
11	1111115	svært kalkkrik leside	59 Moosreiche Potentilla Crantzii- Polygonum viviparum-Ass. Pp. [omfatter også KA*4]					S4 Flekkmure- harerugeng p.p. (omfatter først og fremst KA4)
12	1111213	storbregne-li		19 Geranietum silvatici alpicolum (326) Aconitum- Polygonatum verticillatum-var. pp. [fattigste utforminger]		* Rumiceto- Salicetum lapponae (T38; 194), along banks of rivers * Geranietum silvatici alpicolum (T38; 194) pp. [også kalkkrik] * Mnieto- Salicetum phylicifoliae (T44; 224) pp. [de minst kildepåvirkete delene, som klart tilhører fastmarkssystemer]		S5 Alpin bregne- eng S6 Fattig høystaude-eng og - kratt. a Fattig utforming, b Urterik utforming [i hvert fall for det aller meste] S7 Rik høystaude- eng og kratt, c Sølvbunke- marikåpe- utforming

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
13	1111214	høgstaude-li		19 Geranietum silvatici alpicolum (326) Aconitum- Polygonatum verticillatum-var. pp. [rikere utforminger] 20 Salicetum geraniosum alpicolum pp. (333)		* Geranietum silvatici alpicolum (T38; 194) pp. [også intermediær] * Chamaenerietum angustifolii nudum (T38; 194)	* Geranietum silvatici alpicolum pp. (T7; 17) [inneholder her mest bare lågurt- enger]	S7 Rik høystaude- eng og kratt, a Skogstorkenebb- ballblom- utforming, b Tyrihjem- hvitsoleie- utforming
14	1220111	svært kalkfattig moderat snøle		14 Nardetum chionophilum, b Alpin Nardus-soc. (237) [pp.] 15 Anthoxantho- Deschampsietum flexuosae (241) [pp.]	Deschampsio- Anthoxanthion p.p.	* Deschampsieto- Dicranetum fuscae (T25; 130) pp. * Nardetum chionophilum (T32; 164)		T1 Grassnøleie, a Finnskjegg- utforming pp. [mer veldrenerte utforminger inngår her; fuktigere utf. tenderer mot isinnfrysingsmark]

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
15	1220112	kalkfattig moderat snøleie		14 Nardetum chionophilum, b Alpin Nardus-soc. (237) 15 Anthoxantho- Deschampsietum flexuosae (241) x Athyrietum alpestris chionophilum pp. [steinete steder] 16 Caricetum rigidae-lachenalii (250) pp. (en del av rutene er intermediære og fuktige)	Deschampsio- Anthoxanthion [det meste av Gjærevolls analyser hører nok hit, men det finnes variasjon i pH og forekomst av mer kalkkrevende arter som indikerer intermediære forhold; pH er angitt i parentes] 1 Anthoxantho- Deschampsietum flexuosae (35) St III(4.3), V(4.6), 2 Caricetum bigelowii- lachenalii (63)	* Deschampsieto- Dicranetum fuscae (T25; 130) [størstedelen] (* Athyrietum alpestris chionophilum, p.p.: T7; 191)			T1 Grassnøleie, b Smyle-fjellgulaks- utforming

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i						
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985	Fremstad 1997
16	1220113	intermediært moderat snøleie		15 Anthoxantho- Deschampsietum flexuosae, b Alchemilla- Deschampsia flexuosa-soc. (245) x Ranunculeto- Oxyrion pp. 16 Caricetum rigidae-lachenalii (250) pp. (en del av rutene er intermediære og fuktige)	Deschampsio- Anthoxanthion [det meste av Gjærevolls analyser hører nok hit, men det finnes variasjon i pH og forekomst av mer kalkkrevende arter som indikerer intermediære forhold] 1 Anthoxantho- Deschampsietum flexuosae (35) St IV(4.8), VII(4.9),	* Polygoneto- Salicetum herbaceae (T35; 178) [pp. de fleste analysene] (* Athyrietum alpestris chionophilum, p.p.: T7; 191) * Alchemilletum alpinae (T35; 178), de fleste analysene			T2 Fattig engsnøleie, a Fjellsøleie-gulaks- utforming
17	1220114	kalkrikt moderat snøleie		x Ranunculeto- Oxyrion pp.	Reticulato-Poion alpinae p.p. [størstedelen] 18 Salicetum reticulatae (252) [angir stor variasjon i pH]	* Polygoneto- Salicetum herbaceae (T35; 178) [pp.; analysene t.h. i tabellen]	* Salicetum reticulatae, <i>Salix reticulata- Cassiope hypnoides</i> -soc. pp.		T3 Rikt engsnøleie p.p. [angis som 'på fuktigere grunn som er preget av sigevann gjennom hele vekstsesongen'; altså er det bare spesielt veldrenerte utforminger som inngår her]

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
18	1220115	svært kalkrikt moderat snøleie			Reticulato-Poion alpinae p.p. [de mest ekstremt kalkrike delene] 18 <i>Salicetum reticulatae</i> (252) [angis stor variasjon i pH]			T3 Rikt engsnøleie p.p. [bare spesielt veldrenerte utforminger med stort innslag av kalkkrevende arter]
19	?220?12	kalkfattig moderat fukt- snøleie		16 <i>Caricetum rigidae-lachenalii</i> (250) pp. (en del av rutene er intermediære og ikke fuktige) x <i>Athyrietum alpestris chionophilum</i> pp. [steinete steder]	Ranunculo- Anthoxanthion [pp; se 'Metadata3'] 9 <i>Ranunculetum acris acidophilum</i> (165, pp.) 10 <i>Alchemilletum vulgaris</i> (173, pp.) 7 <i>Athyrietum alpestris</i> (152; 17) p.p.; stand VII	(* <i>Athyrietum alpestris chionophilum</i> , p.p.: T37; 191)		T1 Grassnøleie, c Stivstarr- utforming [i hvert fall p.p.; deler er nok Isinnfrysingsmark] T2 Fattig engsnøleie, b Kildemarikåpe- utforming [pp., det meste av denne er KA*3]

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
20	1220213	intermediært moderat fukt- snøleie		16 Caricetum rigidae-lachenalii (250) pp. (en del av rutene er intermediære) x Alchemillion glabrae chionophilum [underforb.] med Ranunculetum acris chionophilum og Alchemilletum vulgaris chionophilum (294) [pp.; rikere enn 16 og intermediær- kalkrik]	Ranunculo- Anthoxanthion [pp; se 'Metadata3'] 9 Ranunculetum acris acidophilum (165, pp.) 10 Alchemilletum vulgaris (173, pp.) 11 Sibbaldietum procumbentis (177) 7 Athyrietum alpestris (152; 17), de fleste stands	(* Athyrietum alpestris chionophilum, p.p.: T37; 191)		T2 Fattig engsnøleie, b Kildemarikåpe- utforming [pp., det meste er KA3]
21	1220214	kalkrikt moderat fukt- snøleie		x Alchemillion glabrae chionophilum [underforb.] med Ranunculetum acris chionophilum og Alchemilletum vulgaris chionophilum (294) pp.	Ranunculo-Poion alpinae 20 Trollietum europaei (279) 21 Ranunculeto- Poietum alpinae (283)			T3 Rikt engsnøleie p.p. [størstedelen]

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
22	1320122	kalkfattig seint snøleie		17 Salicetum herbaceae boreale (264) 18 Luzuleto- Ranunculetum glacialis som erstatning i MA]	Herbaceon 4 Cassiopetum hypnoidis (95) 5 Salicetum herbaceae (106)	* Lophozieto- Salicetum herbaceae (T33; 170) * Dicranetum starkei (T33; 170)		T4 Musøre- snøleie, a Musøre- utforming
23	2120124	kalkrikt seint snøleie			Polarion 19 Salicetum polaris (259)			T6 Rynkevier- polarvier-snøleie, a Rynkevier- utforming, b Polarvier- utforming
24	1420122	kalkfattig ekstrem- snøleie			Polytrichion norvegici p.p. 15 Polytrichetum norvegici (218) 16 Anthelietum juratzkanae (228)			T5 Fattig mosesnøleie, a Snøbinnemose- snøfrostmose- utforming, b Krypsnømose- utforming [angis som 'varig fuktig' og 'påvirket av solifluksjon og kryoturbasjon'; men desidert mindre preget av VM enn T5d] <mangler>
25	1420124	kalkrikt ekstrem- snøleie			Distichion capillacei p.p. 27 Distichietum capillacei (392)			

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
26	2320223	kalkfattig seint våt-snøleie		x Saxifrago- Ranunculion nivalis {underforb.] med Oxyrietum triviale	Stellaro-Oxyrion 12 Oxyrietum triviale (188) 13 Deschampsietum alpinae (189) 14 Caricetum rufinae (202)	* Gymnocoleo- Salicetum herbaceae (T34; 174) pp. Drepanocladetum exannulati eriophoretosum scheuchzeri (T42; 215) eriophoretum angustifolii pp. Calliergonetum straminei (T42; 214) saxifragetosum og eriophoretosum		T4 Musøre- snøleie, b Issoleie- utforming T8 Fattig våtsnøleie, a Stjernesildre- fjellsyre- utforming, b Fjellbunke- rypestarr- utforming, c Jøkelstarr- utforming, d Snøull-utforming
27	2320224	kalkrikt seint våt-snøleie		x Saxifrago- Ranunculion nivalis {underforb.] med Phippsietum algidae-concinnae og Saxifrago- Ranunculetum nivalis	Oppositifolio- Oxyrion 23 Oppositifolietum (303) 24 Ranunculetum nivalis (333) 25 Phippsietum (349)			T9 Rikt våtsnøleie, a Sildre-snøarve- utforming, c Snøgras-utforming
28	2320323	kalkfattig seint kilde-snøleie			deler av Stellaro- Oxyrion (se Metadata3Gr56) Luzulion arcticae (indikativt; dedtte er primært beskrevet som et MA samfunn)	Philonoto- Saxifragetum stellaris (T40b; 208); overganger til eustatiske kilder		

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
29	2320324	kalkrikt seint kilde-snøleie			delar av Oppositifolio- Oxyrion (se Metadata3Gr56)			
30	2420223	kalkfattig ekstrem- våtsnøleie			Polytrichion norvegici p.p. 17 Weberetum commutatae acidophilum (243)			
31	2420224	kalkrikt ekstrem- våtsnøleie			Distichion capillacei p.p. 26 Weberetum commutatae (392) 28 Weberetum albicantis pp.			
32	2420320	kalkrikt seint kilde-snøleie						
33	1122122	kalkfattig veldrenert, meget tørkeutsatt tørrgrashei		12 Festucetum ovinae alpicolum (181); særlig Festuca ovina- Cladonia silvatica- sos., Juncus trifidus-var.		* Cetrarietum nivalis (T16; 94), trifidetosum		MA-SX (Tab. 23; 96)
34	1123112	kalkfattig veldrenert, moderat		13 Juncetum trifidi scandinavicum (208)		* Phyllodoco- Juncetum trifidi (T24; 126) * Juncetum trifidi nudum (T32; 164)		MA-SM (Tab. 31; 112)
								R5 Grasrabb, b Fattig sauesvingel- utforming
								R5 Grasrabb, a Rabbesiv- utforming [p.p.; minus 'langvarig snødekte bestander [som kan være] dominert av islandslav']

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
35	1220112	kalkfattig tørrgras- snøleie				* Chiono- Juncetum trifidi (T26; 136) [særlig salicetosum herbaceae, mens lycopodietosum alpinae nok er i overgangen mot L34]		MA-M (Tab. 39; 130) pp. [heterogent materiale, men de fleste rutene omfatter rabbesiv- snøleier]
								R5 Grasrabb, a Rabbesiv- utforming [p.p.; 'langvarig snødekte bestander [som kan være] dominert av islandslav'] [e Stivstarr- utforming [på stabil, jevnt fuktig mark] inkluderes ikke her] R6 Frytle- grasmark; b Fattig gras-frytle-mose- utforming T1 Grassnøleie, d Blålyng-rabbesiv- utforming, e Rabbesiv- utforming
36 (03 A)	1123122	kalkfattig veldrenert fjell-lavhei (øvre del av LA og overgang mot MA)						

AL	Gradi- entkode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i					
			Nordhagen 1928	Nordhagen 1943	Gjærevoll 1956	Dahl 1957	Baadsvik 1974	R. Økland & Bendiksen 1985
37 (05 A)	1220122	kalkfattig veldrenert fjell-lynghei (øvre del av LA og overgang mot MA)						
38 (15 A)	1122112	kalkfattig moderat snøleie						

Tabell B11–3. T~8 Snøleie og V~? Våtsnøleie: Antall arter registrert med mengdeverdi ≥ 1 i hver av naturtypekandidatene i deldatasett B11C, som utspenner det økologiske rommet med snødekkebetinget vekstsesongreduksjon (SV), kildevannspåvirkning (KI) og kalkinnhold (KA) som akser. Trinnkombinasjoner som ikke er representert med artslistene i datasettet er markert med grå celler.

		Seint snøleie (SV#3)			Ekstrem-snøleie (SV#4)		
		KA#2	KA#3	KA#4	KA#2	KA#3	KA#4
T~8	KI#1	135		173	53		42
V~?	KI#2		150	211		35	35
	KI#3		52	72		6	

Tabell B11–4. T~8 Snøleie og V~? Våtsnøleie: Gjennomsnittlig pH i jordprøver fra ruteanalyser hos Gjærevoll (1956) fra Sør-Norge som er typifisert til naturtypekandidater i datasett B11 (se Tabell B11–2) som utspenner det økologiske rommet med snødekkebetinget vekstsesongreduksjon (SV), kildevannspåvirkning (KI) og kalkinnhold (KA) som akser. Trinnkombinasjoner som ikke er representert med artslistene i datasettet er markert med grå celler, trinnkombinasjoner som er representert i Gjærevolls materiale med færre enn 4 prøver er markert med ‘–’.

	KA#1	KA#2	KA#3	KA#4
SV#2&KI#1 moderat snøleie	–	4.4 (13)	5.0 (9)	–
SV#2&KI#2 moderate kildepåvirkete snøleier		4,5 (4)	5.2 (6)	–
SV#3&KI#1 seint snøleie (fastmark)		4.8 (23)		5.6 (5)
SV#3&KI#2 kildepåvirket, vått, seint snøleie			5.0 (15)	6.2 (12)
SV#3&KI#3 seint kildesnøleie			5.1 (4)	6.5 (5)
SV#4&KI#1 ekstremt snøleie (fastmark)		4.9 (19)		–
SV#3&KI#2 kildepåvirket, vått, ekstremsnøleie			5.0 (6)	–
SV#3&KI#3 ekstrem-kildesnøleie			–	–

Fig. B11–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene som er testet ved analyse av fire deldatasett fra B11: (a) B11A, som åpner for testing av hypotese B11–H1 om omfanget av variasjon i artssammensetning langs ‘rabbe-snøleiegradienten’ i fjellet, på stabil vegetasjonsdekt mark; (b) B11B, som åpner for å teste hypotesene B11–H2, B11–H3 og B11–H4 om betydningen av KA og KI i T~3 og T~8; (c) B11C som åpner for å teste hypotesene B11–H5, B11–H6 og B11–H7 om inndeling av hovedtypekandidaten V~6 Våtsnøleie og dens relasjon til snøleier på fastmark; og (d) B11D som åpner for å teste hypotese B11–H8 om inndeling av hovedtypekandidaten T~25 Tørrgrashei og dens relasjon til T~3 og T~8. Hver celle i digrammet representerer en (eller i noen tilfelle flere) naturtypekandidat(er), representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer fra 1 til 38 i det totale artslistematerialet (separat nummerering av artslistes i hvert deldatasett er u hensiktsmessig da noen artslistes inngår i flere deldatasett) og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske klasse- og trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet for alle de fire aktuelle hovedtypene som 7 tegn i rekkefølgen VM, SV, VI, UF, KI, JF, KA; angitt i hakeparenteser). Gule celler angir T~16 Rabbe, grønne celler angir T~3 Fjellhei, leside og tundra, bleikrøde celler angir T~8 Snøleie, brunoransje celler angir T~25 Tørrgrashei og blå celler angir V~6 Våtsnøleie. Celler der naturtypekoden er angitt med annen farge enn svart angir naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til plassering langs en eller flere andre LKM enn de som definerer aksene i gradientdiagrammet (listenes karakteristiske trinnkombinasjon langs de aktuelle hKM er angitt).

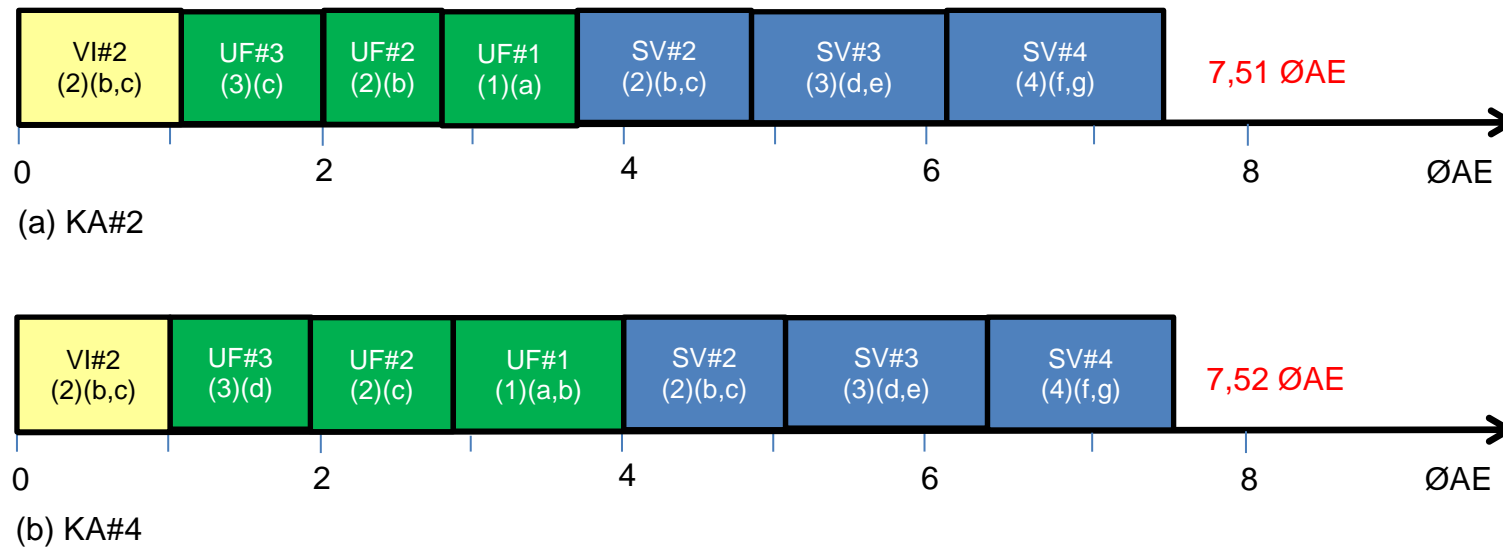
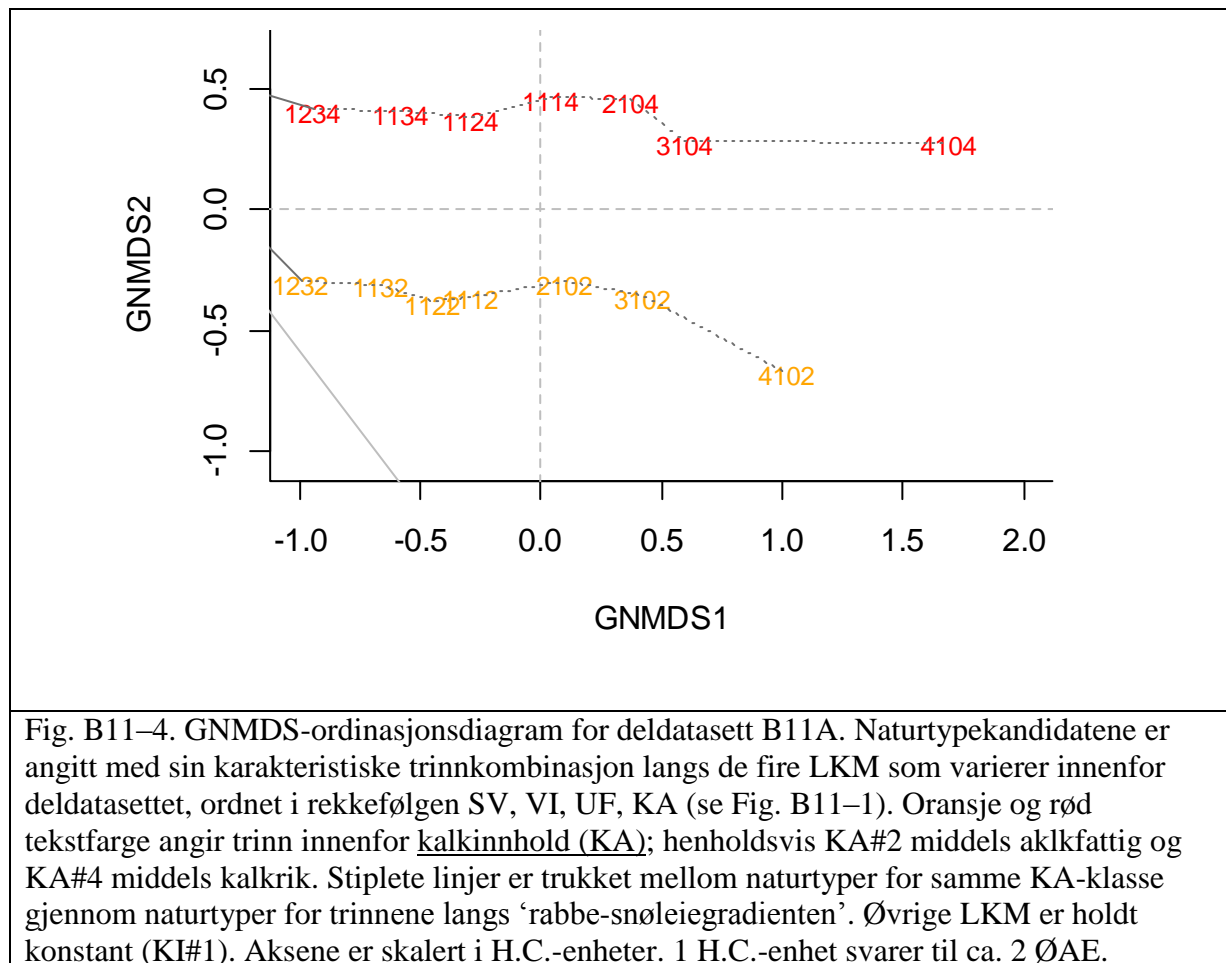
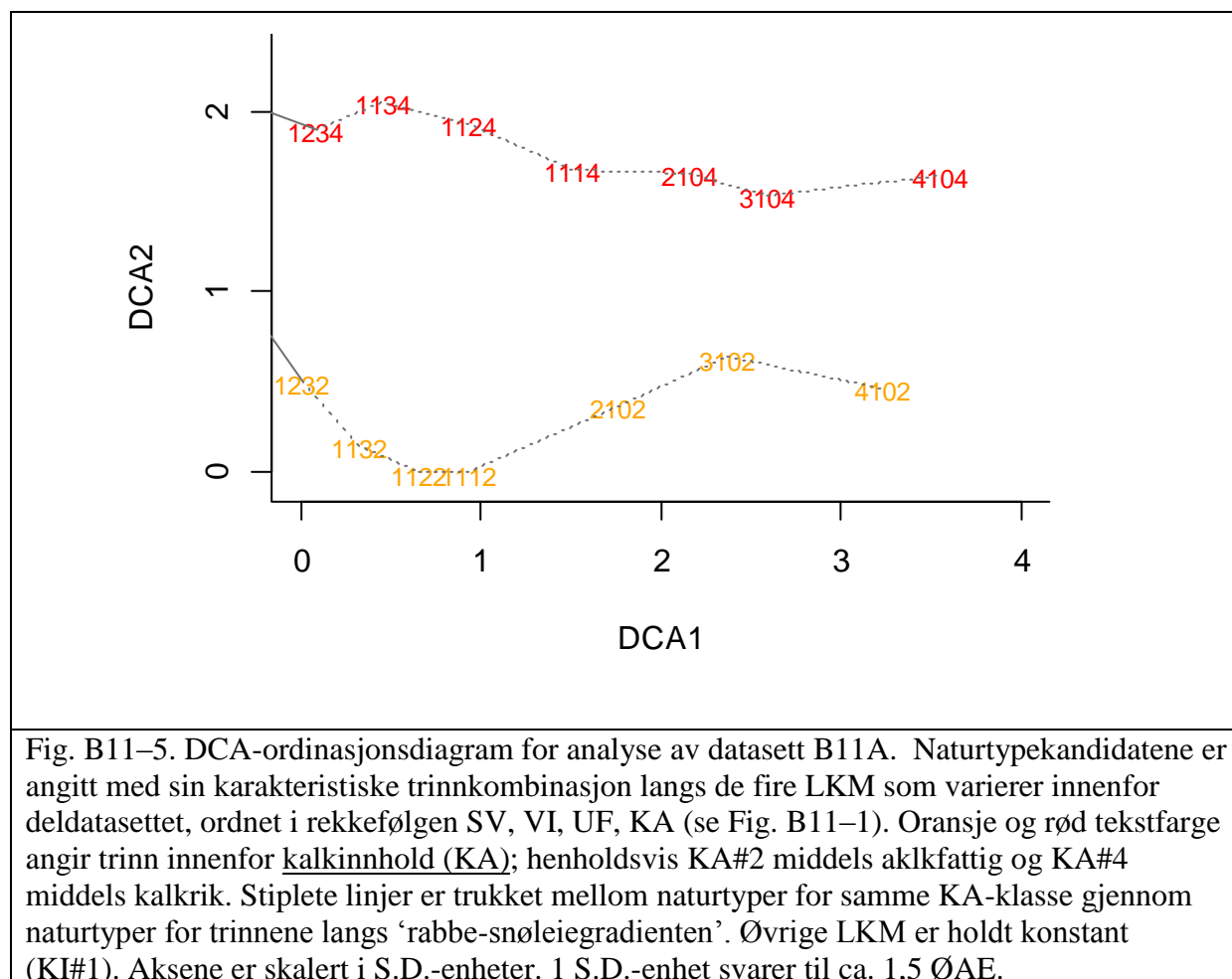
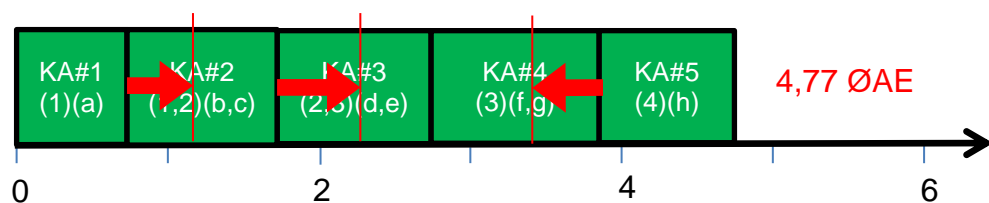


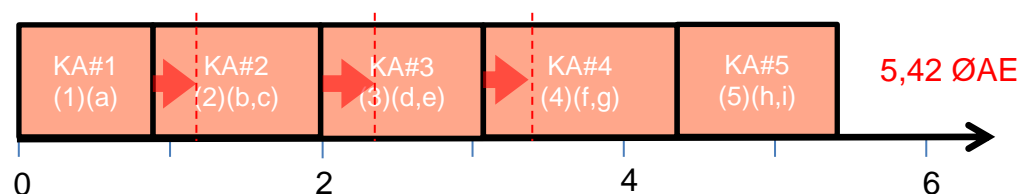
Fig. B11-3. Datasettspesifikk trinninndeling av 'rabbe-snøleiegradienten' basert på analyse av datasett B11A: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer over hele spekteret av sammenliknbar variasjon gjennom T~16 Rabbe (guldfargete bokser), T~3 Fjellhei, leside og tundra (grønnfargete bokser) og T~8 Snøleie (rødfargete bokser), for (a) middels kalkfattige naturtypekandidater (KA#2) og (b) middels kalkrike naturtypekandidater (KA#4). De aktuelle LKM som forklarer variasjon langs 'rabbe-snøleiegradienten' er uttørkingsfare (UF) innenfor normal variasjon (T~3), vindutsatthet (VI) innenfor T~16 og snødekkebetenget vekstsesongreduksjon (SV) innenfor T~8. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. For sLKM som karakteriserer T~8 og T~16 som forskjellige fra T~3, utgjør variasjonen innenfor T~3 kontrasteringstrinnet [trinn (1), basistrinn (a)]. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), estimert på grunnlag av en samlet vurdering av estimer fra direkte beregning av PDgeo, korrigert for ikke-linearitet av beregnede økologiske avstander og sannsynlige avvik fra ideelle krav til generaliserte artslistedatasett (artsuttynning fra seine til ekstreme snøleier).







(a) T~3 leside: (SV#1&UF#1&KI#1)



(b) T~8 moderat snøleie: (SV#2&KI#1)

Fig. B11–7. Datasettspesifikk trinninndeling av kalkinnhold (KA) i leside og moderat snøleie uten kildevannspåvirkning (KI#1) basert på analyse av datasett B11B: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), estimert på grunnlag av en samlet vurdering av estimer fra direkte beregning av PDgeo. Røde piler og vertikale linjer illustrerer forslag til justeringer. Lysere røde piler og stiplete vertikale linjer i (b) viser en mulig alternativ trinnndeling som harmoniserer med framlegget til datasettspesifikk trinnndeling i T~3 og for T~4 (se kapittel B10).

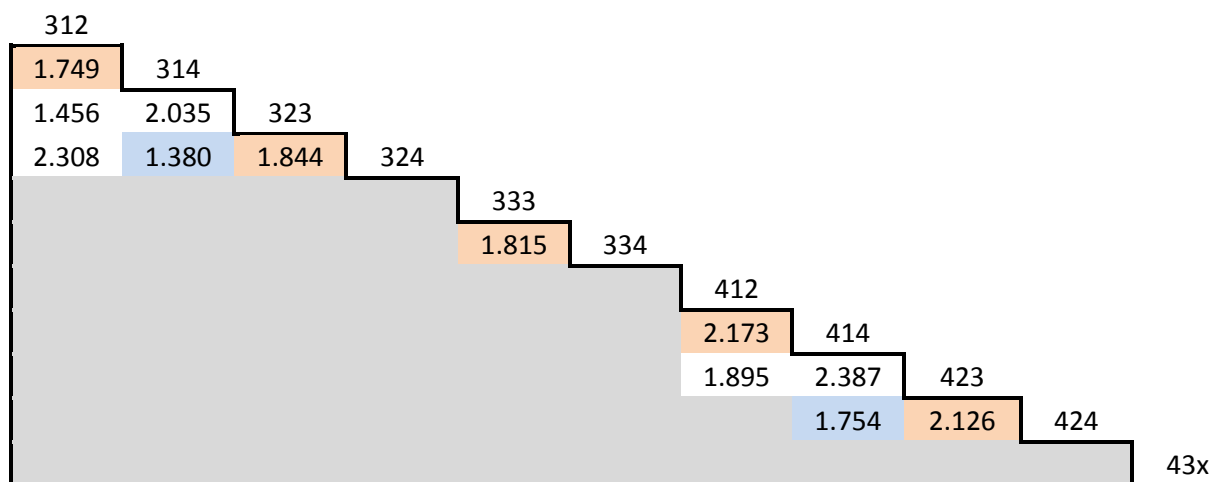


Fig. B11–8. Økologisk avstandsmatrise mellom artslistene som inngår i datasett B11C. Naturtypekandidatene er angitt med en karakteristiske trinnkombinasjon for aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen SV, KI, KA (se Fig. B11–1c). Forklaring til fargete celler: Par av naturtypekandidater som skiller seg med hensyn til kildevannspåvirkning (KI), men har samme verdier for SV og KA, er indikert med blåfargete celler. Oransjefargete celler viser ØA mellom sammenliknbare nabonaturtypekandidater som skiller seg med hensyn til kalkinnhold (KA), for samme kombinasjon av SV&KI). Grå, tomme celler angir kombinasjoner av naturtypekandidater med mer enn 2× forskjell i artsantall, for hvilke artssammensetningulikhet ikke er beregnet. Alle økologiske avstander er angitt i ØAE.

KA	#* 5 svært kalkrik	i																			
		h																			
	#* 4 middels kalkrik	g																			
		f																			
	#* 3 intermediær	e																			
		d																			
	#* 2 middels kalkfattig	c																			
		b																			
	#* 1 (a) svært kalkfattg	a																			
	(a) Basisgrunntypediagram for fastmark i fjellet			e	d	c	b	f	e	d	c	b	a	b	c	d	e	f	g	h	i
(2) #2 deflasjons- mark				(1) #1 rabbe		(3) #* 3B–4A svært tørkeutsatt (lavhei)		(2) #* 2B–3A middels tørkeutsatt (fjell-lynghei)		(1) #* 1B–2A leside		(1) #1*2/ moderat snøleie		(2) #2*3/ seint snøleie		(3) #3*4/ ekstrem- snøleie		(4) #4*5/ vegetasjonsfri tt snøleie			
VI T~16 Rabbe				UF T~3 Fjellhei, leside og tundra								SV T~8 Snøleie									

KA	#* 5 svært kalkrik	i																		
		h																		
	#* 4 middels kalkrik	g																		
		f																		
	#* 3 intermediær	e																		
		d																		
	#* 2 middels kalkfattig	c																		
		b																		
	#* 1 (a) svært kalkfattg	a																		
(b) Grunntyper for KI#2 (svakt kildevannspåvirket mark)			e	d	c	b	f	e	d	c	b	a	b	c	d	e	f	g	h	i
			(2) #2 deflasjons- mark		(1) #1 rabbe		(3) #* 3B–4A svært tørkeutsatt (lavhei)		(2) #* 2B–3A middels tørkeutsatt (fjell-lynghei)		(1) #* 1B–2A leside		(1) #1*2/ moderat snøleie		(2) #2*3/ seint snøleie		(3) #3*4/ ekstrem- snøleie		(4) #4*5/ vegetasjons- fritt snøleie	
			VI T~16 Rabbe				UF T~3 Fjellhei, leside og tundra						SV T~8 Snøleie							

Fig. B11–10. Framlegg til hovedtypespesifikk inndeling av hovedtype-kandidater T ~16 Rabbe, T~3 Fjellhei, leside og tundra og T~8 Snøleie. (a) Basisdiagram som tar utgangspunkt i en oppdeling av ‘rabbe-snøleiegradienten’ i 9 trinn (endetrinnsnaturtyper uten stabil vegetasjon inkludert) på grunnlag av tre LKM; uttørkingsfare (UF) i T~3, inndelt i 3 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 6 datasettspesifikke basistrinn (dtsbT), vindutsatthet (VI) i T~16, inndelt i kontrasteringstrinn (i T~3) pluss 2 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 4 datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) og snødekkebeting vekstsesongreduksjon (SV) i T~8, inndelt i kontrasteringstrinn (i T~3) pluss 4 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 8 datasettspesifikke basistrinn (dtsbT). Felles for alle hovedtypekandidatene er en inndeling på basis av kalkinnhold (KA), inndelt i 2–5 dtsT på grunnlag av 9 bT. Diagrammet viser grunntyper for normaltrinnet (KI (1)/ #1/ *1 ingen eller svært svak kildevannspåvirkning) for kildevannspåvirkning (KI), som nyttes til inndeling av T~3 og T~8. (b) Realiserte grunntyper for tLKM kildevannspåvirkning (KI) (2)/ #2/ *2

svak, men tydelig kildevannspåvirkning i T~3 og T~8. Kombinasjoner av LKM-trinn uten svakt kildevannspåvirket mark (KI#2) er vist i lys grå farge. Den datasettspesifikke trinninndelingen av VI, UF og KA er indikert ved koder (trinn angitt (1), (2) etc.). Kandidattrinn i naturtypehypotesene i denne artikkelen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Framlegg til konsensusinndeling i basistrinn (bT) er vist med heltrukken, tynn linje og trinnene i denne inndelingen er betegnet (a), (b) etc. Ikke realiserte kombinasjoner er markert med mørk grå farge

KA	#* 5 svært kalkrik	i								
		h								
	#* 4 middels kalkrik	g								
		f								
	#* 3 intermediær	e								
		d								
	#* 2 middels kalkfattig	c								
		b								
	#* 1 (a) svært kalkfattig	a								
(a) Grunntyper for overrislete våtsnøleier (KI#2)			b	c	d	e	f	g	h	i
			(1) #1*2/ moderat snøleie		(2) #2*3/ seint snøleie		(3) #3*4/ ekstrem-snøleie		(4) #4*5/ vegetasjons-fritt snøleie	

KA	#* 5 svært kalkrik	i								
		h								
	#* 4 middels kalkrik	g								
		f								
	#* 3 intermediær	e								
		d								
	#* 2 middels kalkfattig	c								
		b								
	#* 1 (a) svært kalkfattig	a								
(b) Grunntyper for snøleiekilder (KI#3)			b	c	d	e	f	g	h	i
			(1) #1*2/ moderat snøleie		(2) #2*3/ seint snøleie		(3) #3*4/ ekstrem-snøleie		(4) #4*5/ vegetasjons-fritt snøleie	

Fig. B11–11. Framlegg til hovedtypespesifikk inndeling av hovedtype-kandidat V~9 Våtsnøleie som tar utgangspunkt i oppdelingen av snødekkebettinget vekstsesongreduksjon (SV) i 3 datasettspesifikke trinn (dtsT) og kalkinnhold (KA) inndelt i 2 dtsT. (a) Grunntyper for overrislete våtsnøleier [KI (1)/ #2/ *2 svak, men tydelig kildevannspåvirkning]. (b) Grunntyper for snøleiekilder [KI(2)/ #3/ *3–4 moderat–periodevis sterk, ustabil kilde]. Trinnetegnelse og basistrinninndeling av SV og KA følger framlegget i Fig. 11–10 (trinn angitt (1), (2) etc., basistrinn angitt (a), (b) etc.). Kandidattrinn i naturtypehypotesene i denne artikkelen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og

*1, *2 etc. Ikke realiserte kombinasjoner er markert med mørk grå farge.

B12 Datasett B12: Planter og lav på myr

Rune Halvorsen

B12a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B12 kompletterer datasett B01 med nye artslister og adderer arter til listene i datasett B01. Datasett B12 inneholder til sammen 57 artslister som gir mulighet for å teste hypoteser om artssammensetningsvariasjon langs alle de LKM som er foreslått som viktige i Framlegg 3 (se NiNnot124e3) for minst én av hovedtype-kandidatene V~1 Jordvannsmyr, V~2 Jordvannsmyr-skogsmark og V~3 Regnvannsmyr.

Metadata for B12 (som beskriver det generaliserte artslistedatsettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B12–1. Tabell B12–2 lister opp naturtypekandidater hos Kielland-Lund (1981) og Fremstad (1997) som oppfattes som sammenliknbare med naturtypekandidatene som er representert med artslister i B12 (opplysninger fra disse arbeidene inngår i datagrunnlaget for B12). De 57 artslistene i B12 inneholder tilsammen 412 arter (218 karplanter, 50 levermoser, 117 bladmoser og 27 lav). De 26 artslistene som utgjør deldatasettet B12A, utgjør et kjernedatasett for V~3 og for myrflate-delen av V~1, og åpner for å re-evaluere de to naturtypeinndelingshypotesene som ble bekreftet ved analyse av B01 (se kapittel B1a):

B12–H1 (kat. 1): **(a)** KA og TV inngår i hovedkompleksvariabelgruppa for V~1 Jordvannsmyr, og **(b)** begge disse LKM bør deles i 5 datasettspesifikke trinn innenfor hovedtypen.

B12–H2 (kat. 2b): **(a)** Artssammensetningen på ombrogen myrflate (VT#2&MK1) er vesentlig forskjellig fra artssammensetningen på sammenliknbar åpen geogen myrflate (VT#1&MK#1), og det er derfor grunnlag for å opprettholde V~3 Regnvannsmyr som egen hovedtype. **(b)** TV inngår i hovedkompleksvariabelgruppa for V~3 og bør deles i 5 datasettspesifikke trinn.

Gjennom hele arbeidet med inndeling av myr (i vid forstand, inkludert kildemyr, flommyr og myr som tilfredsstiller skogsmarksdefinisjonen) i NiN, har variasjonen fra myrflate via myrkant videre til myrskogsmark voldt hodebry. I NiN 1 ble det trukket et hovedtypeskille mellom åpen myrflate (V6) på den ene siden og flommyr, myrkant, og myrskogsmark (V7) på den andre siden, basert på beslutningen om ikke å skille mellom åpen mark og skogsmark i våtmarkssystemer (fordi trær ikke ble vurdert å ha en tilstrekkelig dominerende innflytelse på økosystemet til å få status som strukturerende artsgruppe; se NiN[1]AR4). Under arbeidet med NiN versjon 2 reverserte Faggruppe for våtmarkssystemer denne beslutningen, slik at det i NiN versjon 2 skal trekkes et hovedtypeskille mellom myrkanter med og uten skogsmark. Denne beslutningen ble imidlertid fattet uten at nytt emprisk materiale foreligger, slik at stabiliteten til NiN-systemet vil styrkes dersom graden av forskjell i artssammensetning mellom åpne myrkanter og myrkanter som tilfredsstiller skogsmarksdefinisjonen kan tallfestes. Tidligere studier (se R. Økland et al. 2001b) indikerer at denne forskjellen ikke er stor.

Det knytter seg også sterk interesse til tallesting av forskjellen i artssammensetning mellom myrflate og myrkant; myrflate-myrkantgradienten i artssammensetning har hatt en framtrædende posisjon i fennoskandisk vegetasjonsøkologi, mens den ellers i Europa og særlig i britisk myrøkologi har blitt underkjent (Wheeler & Proctor 2000, R. Økland et al. 2001a).

Deldatasett B12B inneholder bare to artslister, og er lagt til rette for å teste naturtypeinndelingshypotesen:

B12–H3 (kat. 2a): (a) MK er en tLKM for V~3 Regnvannsmyr og bør derfor deles i to datasettspesifikke trinn.

Deldatasett B12C inneholder 20 artslister (se Fig. B12–1b) som gjør det mulig å studere variasjonen fra MK#1 myrflate via MK#2 myrkant til ‘myrkantskog’ (her tentativt betegnet MK#3, jf. Tabell B12–1), over hele spekteret av variasjon langs KA og for to utvalgte TV-nivåer (mykmatte og øvre fastmatte/tue). Følgende naturtypeinndelingshypoteser blir testet:

B12–H4 (kat. 2a): (a) MK er en tLKM for V~1 Åpen jordvannsmyr og bør derfor deles i to datasettspesifikke trinn innenfor denne hovedtypen. (b) Det er betydelig forskjell i artssammensetning mellom myrflate og myrkant over hele spekteret av variasjon i KA og TV.

B12–H5: (a) Det er betydelig forskjell i artssammensetning mellom sammenliknbare naturtypekandidater i åpen myrkant og i myrskogsmark. (b) Artssammensetningen i myrskogsmark danner en naturlig forlengelse av artssammensetningsgradienten fra åpen myrflate til åpen myrkant.

En rekke komplekse miljøvariabler har blitt foreslått som tLKM i jordvannsmyr [og myrskogsmark; se f.eks. Wheeler & Proctor (2000)]. For å etablere en robust typeinndeling av de arealmessig viktigste våtmarkssystemene, er det inkludert i B12 artslister som gjør det mulig å teste betydningen av alle de foreslåtte tLKM. To deldatasett er etablert; B12D med 13 og B12E med 10 artslisters (se Fig. B12–1c,d). Naturtypeinndelingshypotesene som blir testet med B12D er:

B12–H6 (kat. 2a): (a) KI er en tLKM i V~1 Åpen jordvannsmyr og bør derfor deles i to datasettspesifikke trinn innenfor denne hovedtypen. (b) KI er en tLKM i V~2 Jordvannsmyr-skogsmark og bør derfor deles i to datasettspesifikke trinn innenfor denne hovedtypen.

B12–H7 (kat. 2a): Myrskogsmarkssystemer som er betinget av limno-topogen vanntilførsel (dvs. som oversvømmes av vann fra innsjøer og/eller havvann) har en artssammensetning som er betydelig forskjellig fra sammenliknbare systemer betinget av tilførsler av jordvann. VT er derfor en tLKM for V~2.

B12–H8 (kat. 2a): Limno-topogene myrskogsmarkssystemer som tilføres saltvann (brakkvann) har en artssammensetning som er betydelig forskjellig fra sammenliknbare systemer betinget av tilførsler av ferskvann. SA er derfor en tLKM for V~2.

Naturtypeinndelingshypotesen som blir testet med B12E er:

B12–H9 (kat. 2a): (a) TE er en tLKM for V~3 Regnvannsmyr og bør derfor deles i to datasettspesifikke trinn.

Naturtypeinndelingshypotesen som blir testet med B12F (som består av de to artslistene 05 og 27) er:

B12–H10 (kat. 2a): (a) MF er en tLKM for V~3 Regnvannsmyr og bør derfor deles i to datasettspesifikke trinn.

B12b Resultater og tolkning: Deldatasett B12A

Beregningene av økologisk avstand mellom naturtypekandidater i deldatasett B12A skiller seg marginalt fra resultatene for datasett B01 (sammenlikn Fig. B12–2 med Fig. B1–2), men justeringene av grensene mellom det intermediære trinnet langs KA (KA#3) og nabotrinnene gjorde utstrekningen av intervallene som hvert enkelt trinn utspente langs KA mer like. Deldatasettet hadde akseptabel additivitet med hensyn til variasjon langs TV (ikke-linearitetsindeksen $u = 0,00–0,20$), mens lineariteten var perfekt ($u = 0$) for variasjon relatert til KA. Det viser at datasettet, i hvert fall for åpen myrflate, ikke inneholder datasettspesifikke mønstre i særlig grad. De nye analysene ga ikke grunnlag for å endre konklusjonene av testene av naturtypehypotesene B12–H1 og B12–H2 (som svarer til B01–H1 og B01–H2) (se kapittel B1b, B1c):

1. KA og TV er hLKM i V~1, og begge bør deles i 5 datasettspesifikke trinn som vist i Fig. B12–1 (se også Fig. B1–4).
2. Artssammensetningen på ombrogen myrflate er betydelig, men ikke vesentlig forskjellig fra artssammensetningen på V~1 Åpen jordvannsmyr (forskjellen er størst for TV#1 mykmatte, 1,559 ØAE, som svarer til en gradientlengde på $\mathbf{x_g} = 2,34 \text{ ØAE}$), men av grunner som er diskutert i kspittel B1d er det likevel grunnlag for å opprettholde V~3 Regnvannsmyr som egen hovedtype.
3. TV er hLKM i V~1, og bør deles i 5 datasettspesifikke trinn.

B12c Resultater og tolkning: Deldatasett B12B

Den økologiske avstanden mellom artslistene 01 og 27, som representerer sammenliknbare naturtypekandidater fra T~3 med hensyn på variasjon langs myrkantpreg (MK) for TV#5 øvre tuenivå, var 1,380 ØAE som svarer til gradientlengden $\mathbf{x_g} = 2,30 \text{ ØAE}$. Dette bekrefter naturtypeinndelingshypotesen B12–H3 og viser at MK er en tLKM i V~3 som bør deles i 2 datasettspesifikke trinn, kanskje med 3 datasettspesifikke basistrinn.

B12d Resultater og tolkning: Deldatasett B12C

Den økologiske avstanden (ØA) mellom åpen myrflate og åpen myrkant (MK#1 og MK#2) [ØA angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), beregnet som $4 \times PD_{geo}$ med terskelverdi for upålitelige ulikhetsverdier $\epsilon = 0,64$ (ϵ ble satt høyere enn standardverdien 0,5 for å unngå at datasettet ble oppfattet som fragmentert)] var nesten konstant (2,433–2,584 ØAE) og uavhengig av plassering langs KA og TV (Fig. B12–3). Artslistene for åpen myrkant (MK#2) ble sammenstilt på grunnlag av den tradisjonelle oppfatningen av vegetasjonsgradienten fra myrflate til myrkant som en faktorvariabel (enten myrflate eller myrkant), og inneholder mengdeestimer for (svært) typiske utforminger av de to trinnene med et bredt overgangsintervall imellom dem. Hypotese B12–H5b postulerer at myrkantpreg (MK) kan ses på som en gradient fra MK#1 åpen myrflate via MK#2 åpen myrkant til MK#3 myrskogsmark. Økologiske avstander beregnet mellom sammenliknbare naturtypekandidater for MK#2 og MK#3 indikerer at det er betydelig, til dels vesentlig, forskjell i artssammensetning mellom MK#2 og MK#3 (ØA = 1,742–2,585 ØAE mellom typiske utforminger av sammenliknbare naturtypekandidater). De økologiske avstandene mellom

sammenliknbare naturtypekandidater for MK#1, MK#2 og MK#3 har imidlertid dårlig additivitet ($u = 0,90\text{--}1,41$). Dette kan ha flere årsaker: (1) at kunnskapen om artssammensetningen i myrkant (og, ikke minst, myrkantskog) er mye dårligere enn kunnskapen om variasjon på åpen myrflate, og at det derfor er (mye) vanskeligere å sette opp artslistene som gjenspeiler hvordan artssammensetningen *generelt* er i myrkanten; (2) at ikke-additiviteten skyldes at åpen myrkant (MK#2) har unike egenskaper (slik at hypotese B12–H5b er ikke sann), eller (3) ikke-linearitet i artssammensetningsulikhetsmålet PD som oppstår som følge av den høye ϵ -verdien. De økologiske avstandene i Fig. B12–3 gir i seg sjøl verken mulighet for å teste hypotese B12–H5b (men se ordinasjonsresultater nedenfor) eller avklare om datasettet er preget av mangelfull generalisering, men sammenlikning mellom additivitet for ØA mellom samme artslistene i deldatasett B12A beregnet med $\epsilon = 0,5$ og deldatasett B12C med $\epsilon = 0,64$ viser at ikke-linearitet i det økologiske avstandsmålet når ϵ må økes kan være en delårsak til dårlig additivitet. Dette illustreres av at den økologiske avstanden mellom naturtypekandidater med karakteristisk trinnkombinasjon ‘A2111×1’, ‘A3111×1’ og ‘A4111×1’. Beregninger med $\epsilon = 0,5$ viser perfekt additivitet (på grunn av korreksjonen som er implisitt i geodetisk avstandsberging), mens beregninger med $\epsilon = 0,64$ introduserer en ikke-additivitet svarende til $u = 0,25$. Størrelsen på u indikerer likevel at mangelfull generalisering sannsynligvis er viktigste årsak til ikke-lineariteten. Dersom vi legger til grunn at hypotese B12–H5b er sann og at årsaken til ikke-additiviteten er mangelfull generalisering (dette er en konservativ tolkning), blir gradientlengdeestimatene for hele MK-gradienten $\mathbf{x}_g = 2,89\text{--}3,43$ ØAE (Fig. B12–4), noe som indikerer (1) at MK bør deles i tre trinn; (2) at det er betydelig forskjell i artssammensetning mellom MK#1 og MK#2 over hele spekteret av variasjon langs KA og TV (pg at naturtypeinndelingshypotese B12–H4b aksepteres) slik at MK blir en tLKM for V~1 (naturtypeinndelingshypotese B12–H4a aksepteres også); og (3) at det er betydelig forskjell i artssammensetning mellom åpen jordvannsmyr (V~1) og jordvannsmyr-skogsmark (hypotese B12–H5a). Resultatene gir grunnlag for oppdeling av MK i 3 datasettspesifikke trinn med 6 basistrinn (Fig. B12–4).

Den økologiske avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater langs KA varierte fra 0,974 til 1,602 ØAE (Fig. B12–3), og var ikke forskjellig mellom sammenliknbare naturtypekandidater i MK#1, MK#2 og MK#3. Det indikerer at inndelingen av KA i 5 datasettspesifikke trinn for åpen myrflate (MK#1) også kan nyttes for myrer med myrkantpreg (MK#2–3), dersom man tar høyde for at den realiserte variasjonsbredden langs KA ‘skrumper’ fra 5 trinn for MK#1 til 3–4 trinn for MK#2 og bare 2 trinn for MK#3 (jf. Fig. B12–1b,c).

Mens trinnene langs mikrotopografigradienten fra mykmatte (TV#1) til øvre tuenivå (TV#5) er lette å karakterisere og identifiserbare på åpen myrflate, gjør TV seg mindre og mindre gjeldende mot myrkant og videre mot myrkantskog, både fordi et velutviklet bunnsjikt som gir en tydelig markering av markoverflata gradvis blir borte og fordi tuene mer og mer består av tresokler uten eller med sparsomt mosedekke. Det synes også å være en tendens til at mikrotopografisk variasjon betyr mindre for artenes fordeling i ‘sumpskogene’ enn i åpen myr. Dette gjenspeiler seg i resultatene i Fig. B12–3, som viser redusert økologisk avstand mellom typiske forsenkninger (‘mykmattenivå’, som i myrkanten oftest inneholder vegetasjonsfri ‘løsbunn’) og typiske tuer fra MK#1 (2,818–2,899 ØAE) til MK#2 (1,718–2,000 ØAE) og MK#3 (1,811–2,300 ØAE). Når vi legger til grunn at artslistene fra MK#2–3 representerer naturtypekandidater for trinnene TV#1 og TV#4 langs TV, blir beregnede gradientlengdeestimer for TV i MK#2 $\mathbf{x}_g = 2,09\text{--}2,44$ ØAE og i MK#3 $\mathbf{x}_g = 2,21\text{--}2,81$ ØAE. Dette indikerer at TV er en tLKM i V~1 som bør deles i to trinn i denne hovedtypen.

GNMDS- og DCA-ordinasjonene viser at deldatasett B12C inneholder komplekse variasjonsmønstre i flere dimensjoner enn 2 (Fig. B12–5,6). I GNMDS-ordinasjonen ble TV#1 skilt fra TV#4 langs akse 1, mens akse 2 først og fremst skilte de tre MK-trinnene. I

DCA-ordinasjonen uttrykte første akse (egenverdi 0,626, akselengde 4,61 S.D.-enheter) en kombinasjon av variasjon langs MK og TV, mens andreaksen (egenverdi 0,450, akselengde 3.39 S.D.-enheter) uttrykte en kombinasjon av variasjon langs KA og TV. De to ordinasjonsdiagrammene var imidlertid mer like enn det ved første øyekast ser ut; GNMDS-akse 1 er korrelert med DCA-akse 2 (Kendalls $\tau = 0,4842$, $P = 0,0024$, $n = 20$) mens GNMDS-akse 2 er korrelert med DCA-akse 1 (Kendalls $\tau = 0,6421$, $P < 0,0001$, $n = 20$). Til tross for at ingen av de to ordinasjonsdiagrammene gjenga en forventet gradientstruktur, men mikser variasjon langs de tre LKM sammen på hver sin spesielle måte, plasserer begge MK#2 omtrent midt mellom MK#1 og MK#3 på en rett eller svakt brutt linje. Denne linja var retttest i DCA-diagrammet, der variasjon langs MK kom til uttrykk langs førsteaksen (og derfor ikke er resultatet av en mulig forvrenging i detrending-prosedyren). Avstanden mellom sammenliknbare naturtypekandidater for MK#1 og MK#2 var gjennomgående litt større enn mellom MK#2 og MK#3, slik også direkteberegningene av økologiske avstander viste (jf. Fig. B12–3,4). Avstandene langs DCA 1 (målt i S.D.-enheter) mellom sammenliknbare naturtypekandidater langs MK, 1,5–2,0 S.D.-enheter mellom MK#1 og MK#2 og 1,2–1,8 S.D.-enheter mellom MK#2 og MK#3, åpner for at de høye økologiske avstandene mellom sammenliknbare naturtypekandidater langs MK i Fig. B12–3 kan være reelle, og at ØA-estimatene ikke-linearitet likevel ikke skyldes manglende generalisering men heller manglende sammenheng mellom artslistene i datasettet og den høye ϵ -verdien som derfor måtte benyttes brukes ved beregningen av geodetiske avstander. I så fall bortfaller grunnlaget for den sterke korrigeringen av gradientlengdeestimatene som ble benyttet ved beregning av gradientlegden. Dersom vi legger til grunn at ØA-estimatene mellom nabotrinn langs MK er additive, blir gradientlengdeestimatet over 5 ØAE, som betinger oppdeling i 5 trinn! Den usikkerheten som knytter seg til omfanget av variasjon i artssammensetning langs MK gjør at grundigere undersøkelser av denne variasjonen er påkrevd. I NiN versjon 2 legges en konservativ tolkning til grunn for typeinndelingen, og MK deles derfor i tre datasettspesifikke trinn.

B12e Resultater og tolkning: Deldatasett B12D

Også for deldatasett B12D ble økologiske avstander beregnet som $4 \times PD_{geo}$ med høyere terskelverdi for upålitelige ulikhetsverdier ($\epsilon = 0,65$ enn standardverdien 0,5 for å unngå at datasettet ble oppfattet som fragmentert). Merk at ϵ -verdien har stor betydning for gradientlengdeestimer for LKM med flere enn to trinn (sammenlikn verdiene for oransje celler i Fig. B12–7 med tilsvarende verdier i Fig. B12–3).

Estimer for økologiske avstander mellom sammenliknbare naturtypekandidater (Fig. B12–7) uten (KI#1) og med svak (KI#2) kildevannspåvirkning viste at kildevannspåvirkning gir opphav til betydelig forskjell i artssammensetning både i åpen jordvannsmyr-kant (V~1, MK#2; ØA = 1,464–1,580 ØAE, svarende til $\mathbf{x_g} = \mathbf{2,44-2,63}$ ØAE) og i jordvannsmyr-skogsmark (V~2, MK#3, 1,313–1,377 ØAE, svarende til $\mathbf{x_g} = \mathbf{2,19-2,30}$ ØAE). Dette viser at kildevannspåvirkning (KI) er en tLKM både i V~1 og V~2, og bekrefter naturtypeinndelingshypotese B12–H6.

ØA-estimer mellom sammenliknbare naturtypekandidater med jordvannstilførsel (VT#A) og med limno-topogen vanntilførsel (VT#C; det vil si ‘sumpskoger’ langs innsjøer og roligflytende elver som oversvømmes ved flom og som har et grunnvannsspeil som bestemmes av vannstanden i innsjøen/elva) viste at forskjellen mellom VT#A og VT#C i artssammensetning er betydelig, til dels vesentlig (1,408–1,803 ØAE, svarende til $\mathbf{x_g} = \mathbf{2,35-3,01}$ ØAE). Dette viser at vanntilførsel (VT) klasse #C forårsaker variasjon i artssammensetning som i hvert fall betinger utskilling av egne grunntyper innenfor V~3, men

som muligens kan betinge opprettelse av egen hovedtype (se drøfting i kapittel B12g). Dette bekrefter eller overoppfyller prediksjonen i hypotese B12–H7.

Forskjellen i artssammensetning mellom ‘havstrand-sumpskoger’ og ‘innsjøstrand-sumpskoger’ er 1,239 ØAE, som svarer til betydelig forskjell i artssammensetning ($x_g = 2,07$ ØAE). Dette bekrefter at SA er en tLKM innenfor V~2. Mye større likhet i artssammensetning mellom artsliste 47 (gradientkode C41312×2) og artsliste 46 (gradientkode C41312×1; den kalkrike innsjøstrand-sumpskogen; 1,628 ØAE) enn mellom artslistene 47 og 45 (gradientkode C31312×2; 2,477 ØAE) viser at den typiske utformingen av ‘havstrand-sumpskogen’ må karakteriseres som kalkrik.

B12f Resultater og tolkning: Deldatasett B12E

Økologiske avstandsestimat mellom sammenliknbare naturtypekandidater fra V~3 Regnvannsmyr som skiller seg med hensyn til torvproduserende evne (TE) varierte mellom 0,588 og 0,861 ØAE (Fig. B12–8). De største ØA-verdiene ble observert for TV#1 mykmatte (forskjellen mellom mykmatte og løsbunn) og for TV#5 (sammenlikning mellom torvmosedominerte og lavdominerte høye tuer), den minste for TV#4 (nedre tuenivå). Disse ØA-verdiene svarer til gradientlengdeestimer $x_g = 0,98–1,44$ ØAE, som innebærer at TE er en uLKM i V~3.

B12g Resultater og tolkning: Deldatasett B12F

Det økologiske avstandsestimatet mellom sammenliknbare naturtypekandidater fra V~3 Regnvannsmyr som skiller seg med hensyn til myrkantpreg (MF) var 1,380 ØAE, som svarer til et gradientlengdeestimer $x_g = 2,53$ ØAE og innebærer at MF er en tLKM i V~3, akkurat som i V~1.

B12h Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Analysene av deldatasettene B12B–B12E avklarer langt på veg gradientstrukturen i myrkanter, ‘sumpskoger’ og ‘kildeskoger’, som har vist seg å være lite hensiktsmessig håndtert i NiN versjon 1. Den datasettspesifikke trinndelingen av viktige LKM som er resultatet av analysene av B12D indikerer at det er grunnlag for å opprette en ny hovedtype for ‘strandsumpskoger’, det vil si jordvannsmyr-skogsmark som tilføres limno-topogent vann (VT#C). Resonnementet bak denne påstanden er akkurat det samme som for å separere V~3 Regnvannsmyr fra V~1 Åpen jordvannsmyr som egen hovedtype (se kapittel B1d), og tar utgangspunkt i kriterium 1 for inndeling i hovedtyper: (1) For å utgjøre én hovedtype må to hovedtypekandidater ha samme hovedkompleksvariabelgruppe. Det er ikke tilfellet her. Jordvannsmyr-skogsmarka i snever forstand (VT#A), inkludert kildevannspåvirket jordvannsmyr-skogsmark, har én hLKM, KA (med 3 trinn), mens ‘strandsumpskogene’ (VT#C) ikke har noen hLKM (bare 2 LKM; KA og SA). (2) Også andre ledd i kriterium 1, som kommer til anvendelse i tilfeller der to hovedtypekandidater *ikke* har forskjellig hovedkompleksvariabelgruppe, synes å være oppfylt i dette tilfellet. ‘Jordvannsmyr-skogsmarka’ (heretter betegnet V~2A og benevnt ‘myr- og sumpskogsmark’) har to tLKM som ikke deles av ‘strandsumpskogsmark’ (heretter betegnet V~2B), TV og KI, mens sistnevnte har én tLKM som ikke deles av V~2A, SA.

En oppdeling av myrskogsmark i to hovedtyper basert på VT gir en logisk inndeling av våtmarkssystemene. Både VT#B (ombrogen vanntilførsel) og VT#C (limno-topogen vanntilførsel) gir opphav til betydelig forskjell i artssammensetning i forhold til VT#A (jordvanntilførsel), og har et kompleksmiljøvariabelrom som er forskjellig fra VT#A, og det er derfor rett at de behandles likt. Framlegg 3 til inndeling (NiNnot124e3) inneholder imidlertid også to andre kandidatklasser for VT; VT*4 tilførsel av elvevann (limno-soligent vann; tidvis oversvømmelse av elvevann; flommyr langs elver) og VT*5 tilførsel av kildevann (rheogent vann). VT*5 er en duplisering av LKM KI og overflødiggjøres av denne. VT*4 er relevant både for åpen jordvannsmyr (som 'flommyr'; i NiNversjon 1 inkludert i V7 grunntyper 6 og 7) og i myr- og sumpskogsmark. Årsaken til at 'flommyrer' og 'flommyrskog' ikke ble inkludert i datasett B12, var mangel på kunnskap om artssammensetningen i disse. Håndteringen av 'flommyrene' i NiN versjon 2 må derfor baseres på et økologisk resonnement. Limno-soligen vanntilførsel innebærer tilførsel av rennende flomvann: Analyser av variasjonen i kilder i kapittel B4 og våtsnøleier i kapittel B11 har vist at tilførsler av rennende overflatevann ofte har en virkning på artssammensetningen som likner effekten av kildevann. Svake, grunne kilder forekommer typisk langs bekker nedenfor kilder, og kan også forekomme langs mindre bekker og vassdrag for øvrig. Det gir grunn til å anta at effekten av tilførsler av rennende flomvann på artssammensetningen i våtmarkssystemer er mer lik effekten av tilført kildevann enn effekten av tilførsler av stagnerende flomvann. Dette resonnementet stykes av at limno-soligene flommyrer har et vannstandsvekslingsregime som likner mer på det man finner i kildemyr enn på det man finner i strandsumpskog. Ut fra dagens mangelfulle kunnskap og en intensjon om en konservativ klassesdeling av LKM, foreslår jeg at VT*4 inkluderes i VT som egen basisklasse, men med mulighet for at denne vil kombineres med VT#A til én hovedtypetilpasset (standard)klasse, ut fra en forventning om at flommyrer har en artssammensetning som har visse likheter med kildemyr, men observerbart forskjellig fra denne ($0,5 < \text{ØA} < 1 \text{ ØAE}$).

Analyseresultatene gir grunnlag for en konsensusinndeling av V~2A Myr- og sumpskogsmark i 8 grunntyper (se Fig. B12–11) og av V~2B Strandsumpskogsmark i 3 grunntyper (for trinnkombinasjonene KA#3&SA#1, KA#4&SA#1 og KA#4&SA#2).

Analysene av datasett B12 gir empirisk grunnlag for et nytt framlegg til inndeling av V~1 Åpen jordvannsmyr der variasjonen i åpen myrkant (MK#2) systematiseres i et enkelt grunntypeskjema (Fig. B12–9) med 5 KA-trinn som kombineres fritt med 2 TV-trinn, og der tLKM KI gir opphav til to ekstra grunntyper for intermediær og kalkrik kildemyr. Det samlede grunntypeantallet i T~1 blir dermed 33. Kildevannspåvirkning som tLKM i V~1 støtter opp under resultatene av analysene av datasett B04, som ledet fram til samme konklusjon.

Resultatene av analysene av deldatasett B12F viser at myrkantpreg (MK) er en tLKM i V~3 Nedbørsmyr, mens analysene av B12E, der TV-trinnene i V~3 ble splittet i separate lister for sterkt og svakt torvproduserende systemer [på grunnlag av torvproduserende evne (TE)], viser at det ikke er grunnlag for videre oppdeling av V~3 utover femdelingen på grunnlag av hLKM TV og den ene ekstra grunntypen på basis av MK (se Fig. B12–10).

B12i Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B12 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinninndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

A1 Til tross for at sammenliknbare naturtypekandidater innenfor V~1 Åpen jordvannsmyr og V~3 Nedbørsmyr ikke har vesentlig forskjellig artssammensetning, gir forskjeller i kompleksvariabelgruppene grunnlag for å opprettholde to hovedtyper med vanntilførsel (VT) som differensierende LKM (dLKM).

A2 Av samme grunn som i A1, opprettes egen hovedtype 'V~2A' for 'Strandsumpskogsmark', skilt fra 'V~2B Myr- og sumpskogsmark' med vanntilførsel (VT) som dLKM.

A3 Myr- og sumpskogsmark har en artssammensetning som er betydelig forskjellig fra åpen jordvannsmyr-kant, og denne forskjellen kan beskrives som en forlengelse av LKM myrkantpreg (MK) i åpen myr. Dette forsterker argumentasjonen for å opprette egne skogsmarks-hovedtyper i hovedtypegruppa våtmarkssystemer.

B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM:

B1 Kalkinnhold (KA) deles i 5 dtsT med 8 dtsbT i V~1 (se Fig. B12–1a, 9a), 3 dtsT i V~2A (Fig. B12–11) og 2 dtsT i V~2B.

B2 Tørrelggsvarighet (TV) deles i 5 dtsT i V~1 (med 8 dtsbT) og i V~3, og 2 dtsT i V~2A (se Fig. B12–10).

B3 Vanntilførsel (VT) deles i tre dtsK med 4 dtsbK for (A) geogen (med to basisklasser, for geogen vanntilførsel og limno-soligen vanntilførsel (som begge kan kombineres med tydelig kildevannspåvirkning, dvs. Kl#2), (B) ombrogen vanntilførsel, og (C) limno-topogent vann (flomvann fra innsjøer).

B4 Myrkantpreg (MK) deles tentativt inn i 3 standardtrinn med 6 basistrinn, som fordeler seg på 2 dtsT med inntil 4 dtsbT i V~1 og 2 dtsT med inntil 3 dtsbT i V~3.

B5 Kildevannspåvirkning (KI) deles inn i 2 dtsT i V~1 og V~2A med inntil 4 dtsbT.

B6 Torvproduserende evne (TE) gir ikke opphav til betydelig variasjon i artssammensetning i V~3 (og derfor heller ikke i noen annen hovedtype), men er en uLKM (med to basistrinn) i V~3 og V~1.

B7 Marin salinitet (SA) deles i to dtsT i V~2B med inntil 4 basistrinn.

Konsekvenser for grunntypeinndeling

C1 I V~1 Åpen jordvannsmyr er det verken grunnlag for å opprettholde egne grunntyper (a) for TV(5) høyt tuenivå for KA(2–5), eller (b) for KA(4) og KA(5) & TV(4). Hovedtypen foreslås inndelt i 31 grunntyper på basis av hLKM KA, TV og tLKM MK og KI.

C2 V~2A 'Myr- og sumpskogsmark' foreslås inndelt i 8 grunntyper på basis av hLKM KA og tLKM TV og KI.

C3 V~2B 'Strandsumpskogsmark' foreslås inndelt i 3 grunntyper på basis av tLKM KA og SA.

C4 V~3 'Regnvannsmyr' foreslås inndelt i 6 grunntyper på basis av hLKM TV og tLKM MK.

Tabell B12–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B12.

Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	V~1 Åpen jordvannsmyr; V~2 Jordvannsmyr-skogsmark; V~3 Regnvannsmyr
1B	LKM som ikke blir adressert	I kjerne-datasettet blir MF (myrflatepreg) holdt konstant (bare trinn MF*3 myrflate blir adressert)
1C	LKM som blir adressert	<p>Vanntilførsel (VT); #A/ *1 jordvannstilførsel; #B/ *2 (bare) regnvannstilførsel; #C/ *3 tilførsel av stillestående vann (limno-topogen)</p> <p>Kalkinnhold (KA); #1/ *1 svært kalkfattig ('ekstremfattig'); #2/ *2 middels kalkfattig; #3/ *3 intermediær; #4/ *4 middels kalkrik; #5/ *5 svært kalkrik ('ekstremrik') [trinngrenser revidert i henhold til konklusjonene i kapittel B01]</p> <p>Tørreleggingsvarighet (TV); #1/ *3A mykmatte; #2/ *3B nedre fastmatte; #3/ *4 øvre fastmatte; #4/ *5 nedre tuenivå; #5/ *6 øvre tuenivå</p> <p>Myrkantpreg (MK); #1/ *1 myrflate; #2/ *2 myrkant; [#3/ *3 myrkantskog; ikke egentlig plassert som trinn langs MK, men myrkantskogen er angitt med MK#3 i tabeller etc.]</p> <p>Kildevannspåvirkning (KI); #1/ *1 ingen eller svært svak; #2/ *2 kildemyr (svak rheogen markfukting)</p> <p>Torvproduserende evne (TE); #1/ *1 normal (progressive og svakt regressive systemer); #2/ *2 ingen (sterkt regressive systemer)</p> <p>Marin salinitet (SA); #1/ *1 fersk (< 0,5 ppt); #2/ *2 brakk (> 0,5 ppt)</p>
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN-SB (tilgrensende ca. halvdel av BN og SB)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Den kontinentale halvdel av O1 og tilgrensende deler av OC
2C	Geografisk område	Først og fremst Indre Østfold (Aremark, Marker, Rømskog og tilgrensende kommuner i Østfold og Akershus (Setskog og Søndre Høland sogn i Aurskog-Høland kommune), med sideblikk på variasjonen i tilgrensende deler av SV Värmland og i tilsvarende bioklimatiske soner og seksjoner på Sør-Østlandet (Nedre Buskerud, Akershus, Oslo, Sør-Oppland, Sør-Hedmark)
2D	Tilstandsvariasjon	Naturtilstand
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Trinndelingen av hver av de adresserte LKM i NiNnot120e3 er lagt til grunn. Grensa mellom VT#1 og VT#2 svarer til grensa mellom 'KA1' (ombrogen) og 'KA2' (kalkfattig) i NiN 1. Grensa er satt mellom sikkert ombrogene områder og områder med svak påvirkning av jordvann, det vil si med strengere krav til reint ombrogen vanntilførsel enn det som er vanlig, i hvert fall i Norge (jf. lister med indikatorarter for geogent vann hos Moen (1990) og Fremstad (1997); se R. Økland (1989a). Inndelingen av KA i 5 trinn følger NiN 1 (trinn fra 'KA2' til og med 'KA6'), i tråd med tradisjonen i Fennoskandisk myrvitenskap (f.eks. Sjörs 1948, Du Rietz 1949, Fransson 1972, R. Økland 1989, Moen 1990), mren med noen justeringer av trinngrensene som foreslått i kapittel B01. Inndelingen av TV i fem trinn følger Malmer (1962) og R. Økland (1989a), og representerer en oppdeling av hvert av NiN 1-trinnene 'VM-A3' tuenivå og 'VM-A4' fastmatte i to trinn.
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B12–1.

6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala (standardisert generalisert artslistedatasett)
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(b) Enkeltpolygoner, med anslått medianstørrelse = 5 m ² . Se for øvrig kapittel B01 Tabell B1–1.
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a1) karplanter og karkryptogamer, (a2) moser og lav
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetssindeksen A	A = 0,9; myrkant- og fastmarksarter som forekommer med tilfeldig på åpen myrflate er ikke inkludert. Artslista omfatter 412 arter (218 karplanter, 50 levermoser, 117 bladmoser og 27 lav)
B	Angi toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	4 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Halvorsen (1977), R. Økland (1989a), Fransson (1972), Moen (1990), R. Økland et al. (2001), Fremstad (1997), Sjörs (1948), Kielland-Lund (1981), Flatberg (2013). Fra Moen (1990) er brukt Tabeller 8.2.1 og 8.2.3 (som oppsummerer informasjon fra Sølendet samt øvrig variasjon i mellom- og nordboreale soner med hovedvekt på Midt-Norge), til dels også Appendix C: Tabeller 8–12; alt korrigert for regionale forskjeller av Rune Halvorsen
B	Artsliste sammenstilt av:	Rune Halvorsen (egne observasjoner først og fremst 1976–1983 i Indre Østfold og tilgrensende deler av Akershus, samt observasjoner av artssammensetning på ekstremrikmyr i hele det adresserte geografiske området)

Tabell B11–2. Naturtypekandidater fra V~2 Myrskogsmark i datasett B12: definisjoner og relasjon til vegetasjonstyper i noen tidligere arbeider som er benyttet som datakilde ved utarbeidelse av artslistene. Gradientkoder angir tilhørighet til antatt viktige LKM i rekkefølgen VT, KA, TV, MK, KI, TE, SA (se Tabell B12–1 for definisjoner av trinn). Kommentarer i hakeparenteser. L# i teksten refererer til artsliste nr #. AL = Artsliste(nummer)

AL	Grad. kode	Betegnelse	Tilsvarende type(r) i	
			Kielland-Lund 1981	Fremstad 1997
36	12131×1	middels kalkfattig myrskogsmark-fastmatte/tue	Chamaemoro-Piceetum typicum	E1a
37	13131×1	intermediær myrskogsmark-mykmatte	Calamagrostio-Salicetum pentandrae calthetosum	E3 pp.
38	13431×1	intermediær myrskogsmark-fastmatte/tue	Chamaemoro-Piceetum phlegopteridetosum & Calamagrostio-Salicetum hylocomietosum	E1a, E3 pp.
39	14131×1	kalkrik myrskogsmark-mykmatte	Calamagrostio-Salicetum pentandrae calthetosum pp.; Carici elongatae-Alnetum	E4 pp.
40	14431×1	kalkrik myrskogsmark-fastmatte/tue	Calamagrostio-Salicetum pentandrae hylocomietosum pp.; Carici elongatae-Alnetum	E4 pp.

44	14132×1	kalkrik kildemyrskogsmark	Equiseto-Fraxinetum pp.	E5a (bare deler som forekommer på sumpjord og er våtmarkssystemer; resten er kildepåvirket fastmarksskogsmark)
45	33132×1	intermediær ferskvannsstrandmyrskog		E2c(-b) 'fattigere variant'
46	34132×1	kalkrik ferskvannsstrandmyrskog	Dryopterideto-Salicetum (cinereae); Lysimachio-Alnetum 'Seestrand';	E2a(-b); E6pp
47	34132×2	kalkrik havstrandmyrskog	Lysimachio-Alnetum 'Meeresstrand'	E6 pp.

3 TV	#5/ *6 øvre tuenivå	05 [B×511×1]	10 [A1511×1]	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet	ikke representert i datamaterialet
	#4/ *5 nedre tuenivå	04 [B×411×1]	09 [A1411×1]	14 [A2411×1]	18 [A3411×1]	22 [A4411×1]	26 [A5411×1]
	#3/ *4 øvre fastmatte	03 [B×311×1]	08 [A1311×1]	13 [A2311×1]	17 [A3311×1]	21 [A4311×1]	25 [A5311×1]
	#2/ *3B nedre fastmatte	02 [B×211×1]	07 [A1211×1]	12 [A2211×1]	16 [A3211×1]	20 [A4211×1]	24 [A5211×1]
	#1/ *3A mykmatte	01 [B×111×1]	06 [A1111×1]	11 [A2111×1]	15 [A3111×1]	19 [A4111×1]	23 [A5111×1]
	(a)			#1/ *1 svært kalkfattig	#2/ *2 middels kalkfattig	#3 / *3 intermediær	#4/ *4 middels kalkrik
			2 KA				
#B/*2 ombrogen		#A/*1 geogen					
1 VT							

MK	‘#3/ *3 myrkantskog’	ikke representert i datamaterialet	35 [A2131×1] 36 [A2431×1]	37 [A3131×1] 38 [A3431×1]	39 [A4131×1] 40 [A4431×1]
	#2/ *2 myrkant	28 [A1421×1]	29 [A2121×1] 30 [A2421×1]	31 [A3121×1] 32 [A3421×1]	33 [A4121×1] 34 [A4421×1]
	#1/ *1 myrflate	09 [A1411×1]	11 [A2111×1] 14 [A2411×1]	15 [A3111×1] 18 [A3411×1]	19 [A4111×1] 22 [A4411×1]
	(b)	#1/ *1 svært kalkfattig	#2/ *2 middels kalkfattig	#3 / *3 intermediær	#4/ *4 middels kalkrik
KA					

KI	#2/ *2 kildemyr	ikke realisert	41 [A3122×1] 42 [A4122×1]	43 [A3132×1] 44 [A4132×1]	ikke realisert	ikke realisert
	#1/ *1 ingen eller svært svak	15 [A3111×1] 19 [A4111×1]	31 [A3121×1] 33 [A4121×1]	37 [A3131×1] 39 [A4131×1]	45 [C3131×1] 46 [C4131×1]	47 [C4131×2]
(c)				#A/ *1 jordvanns- tilførsel	#1/ *1 fersk	#2/ *2 brakk
					SA	
					#C/ *3 tilførsel av stillestående vann	
					VT	
		#1/ *1 myrflate	#2/ *2 myrkant		‘#3/ *3 myrkantskog	
MK						

TE	#2/ *2 ingen (sterkt regressive systemer)	49 [B×11121]	51 [B×21121]	53 [B×31121]	55 [B×41121]	57 [B×51121]
	#1/ *1 normal (progressive og svakt regressive systemer)	48 [B×11111]	50 [B×21111]	52 [B×31111]	54 [B×41111]	56 [B×51111]
(d)	#1/ *3A mykmatte	#2/ *3B nedre fastmatte	#3/ *4 øvre fastmatte	#4/ *5 nedre tuenivå	#5/ *6 øvre tuenivå	
	TV					

Fig. B12–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene som er testet ved analyse av fire deldatasett fra B12. (a) B12A som åpner for testing av hypotese B12–H1,2,3; (b) B12C, som åpner for å teste hypotesene B12–H4,5; (c) B12D som åpner for å teste hypotesene B12–H6,7,8; og (d) B12E som åpner for å teste hypotese B12–H9. Hver celle i digrammet representerer en (eller i noen tilfelle flere) naturtypekandidat(er), representert ved ei artsliste. Kodene i hver celle angir artslistennummer fra 1 til 57 i det totale artslistematerialet (separat nummerering av artslistes i hvert deldatasett er uhensiktsmessig da noen artslistes inngår i flere deldatasett) og naturtypekandidatenes (artslistenes) karakteristiske klasse- og trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet for alle de fire aktuelle hovedtypene som 7 tegn i rekkefølgen VT, KA, TV, MK, KI, TE, SA; angitt i hakeparenteser). × angir LKM som ikke er relevant for den aktuelle naturtypekandidaten. Grå skrift på noen av tegnete i gradientkodene indikerer LKM som ikke varierer innenfor det aktuelle deldatasettet. Oransjefargete celler markerer hovedtype V~1 Grunnvannsmyr., grønnfargete celler markerer V~2 Jordvannsmyr-skogsmark; og gulfargete celler markerer V~3 Regnvannsmyr.

1.414	Bx2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
-------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

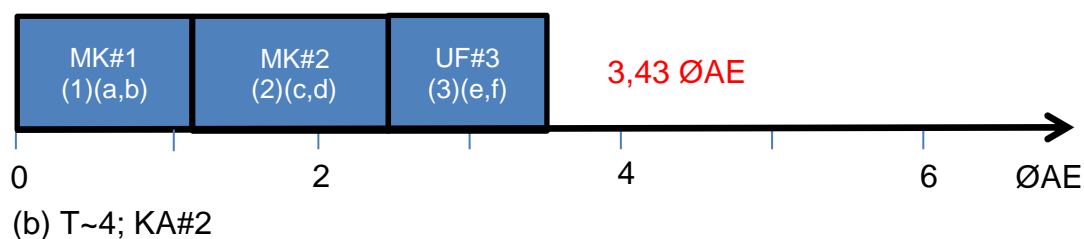


Fig. B12–4. Datasett B12C: Fordeling av sammenliknbare naturtypekandidater (kandidattrinn) langs, og gradientlengdeestimer for, myrkantpreg (MK) over hele spekteret av variasjon fra MK#1 myrflate i V~1 Åpen Jordvannsmyr til MK#3 i V~2 Jordvannsmyr-skogsmark. Kandidattrinn (i naturtypeinndelingshypotesen) er betegnet #1, #2 etc., datasettspesifikk trinninndeling er betegnet (1), (2) etc., og datasettspesifikk basistrinninndeling (a), (b) etc. Variasjon langs andre LKM er holdt konstant (KA#4&TV#1). Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE).

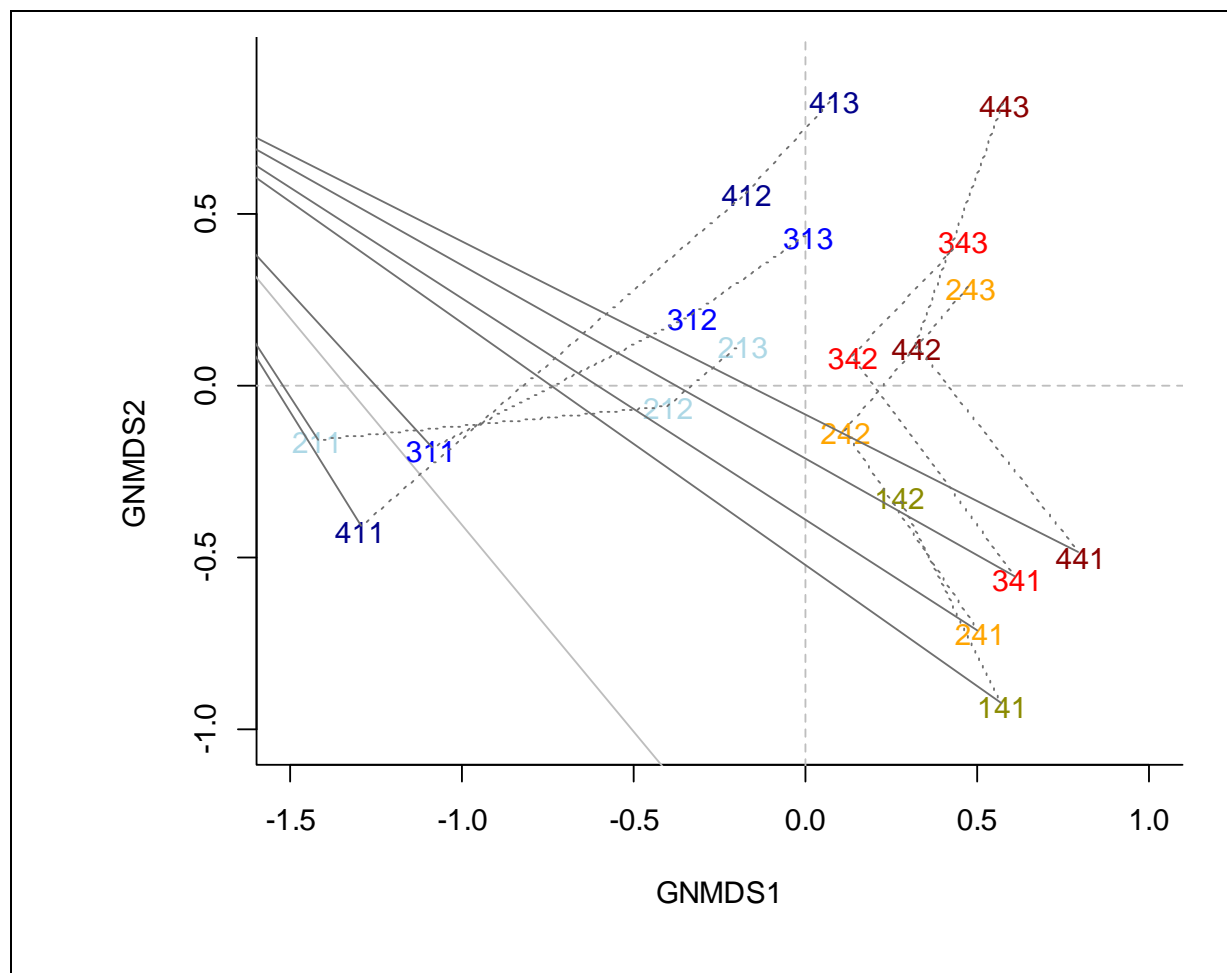
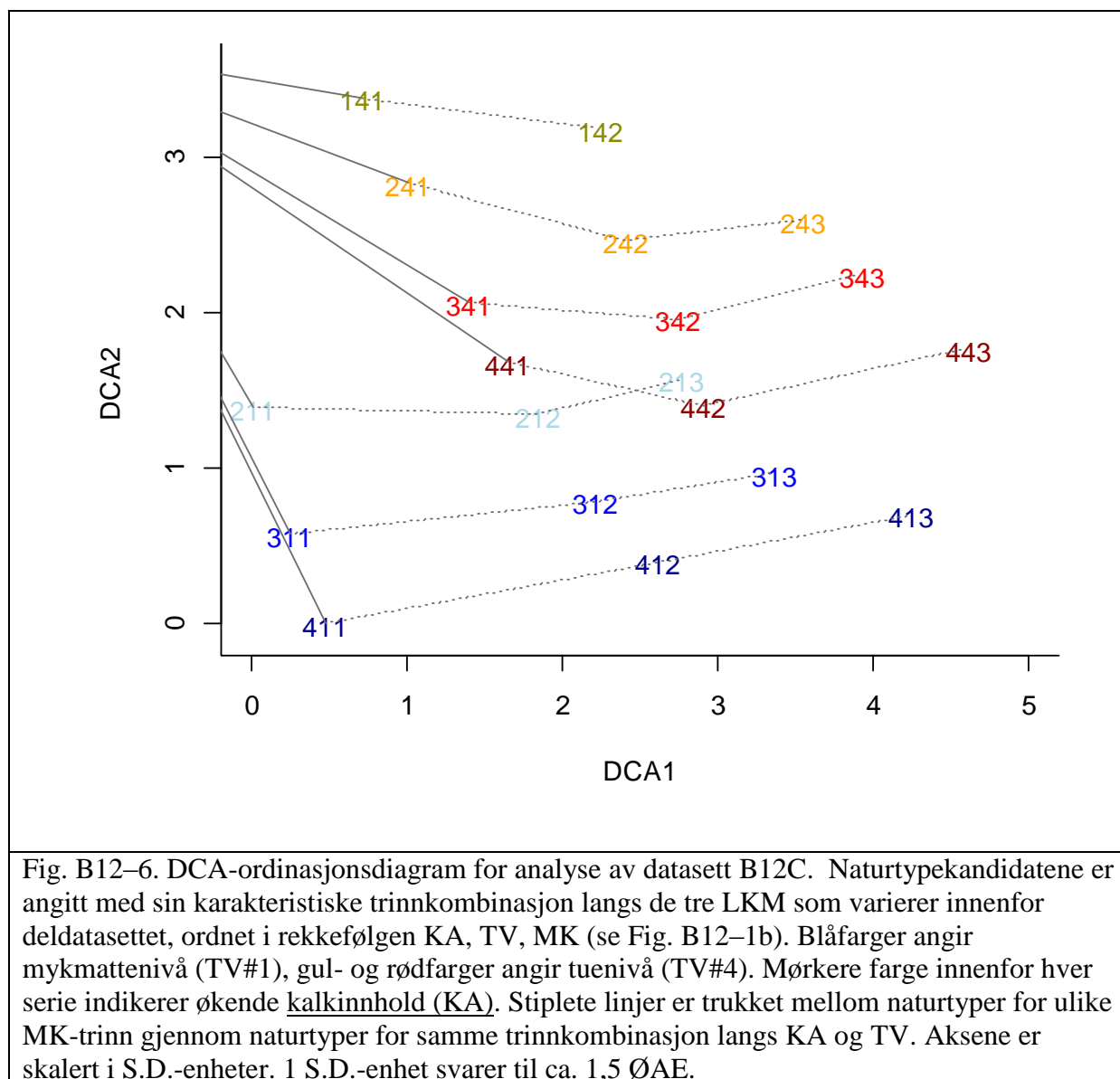


Fig. B12–5. GNMDS-ordinasjonsdiagram for deldatasett B12C. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon langs de tre LKM som varierer innenfor deldatasettet, ordnet i rekkefølgen KA, TV, MK (se Fig. B12–1b). Blåfarger angir mykmattenivå (TV#1), gul- og rødfarger angir tuenivå (TV#4). Mørkere farge innenfor hver serie indikerer økende kalkinnhold (KA). Stiplede linjer er trukket mellom naturtyper for ulike MK-trinn gjennom naturtyper for samme trinnkombinasjon langs KA og TV. Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE.



2 TV	(5)/ #5/ *6 øvre tuenivå (basistrinn h)						
	(4)/ #4/ *5 nedre tuenivå (basistrinn g)						
	(3)/ #3/ *4 øvre fastmatte (basistrinn ef)						
	(2)/ #2/ *3B nedre fastmatte (basistrinn cd)						
	(1)/ #1/ *3A mykmatte (basistrinn ab)						
	(a) MK#1&KI#1 myrflate	(1)/ #1/ *1 svært kalkfattig (basistrinn ab)	(2)/ #2/ *2 middels kalkfattig (basistrinn cd)	(3)/ #3/ *3 internediær (basistrinn ef)	(4)/ #4/ *4 kalkrik (basistrinn gh)	(5)/ #5/ *5 svært kalkrik (basistrinn i)	
1 KA							

2 TV	(5)/ #5/ *6 øvre tuenivå (basistrinn h)						
	(4)/ #4/ *5 nedre tuenivå (basistrinn g)						
	(3)/ #3/ *4 øvre fastmatte (basistrinn ef)						
	(2)/ #2/ *3B nedre fastmatte (basistrinn cd)						
	(1)/ #1/ *3A mykmatte (basistrinn ab)						
	(b) MK#2 myrkant Skraverte felter indikerer separate grunntyper for KI#2	(1)/ #1/ *1 svært kalkfattig (basistrinn ab)	(2)/ #2/ *2 middels kalkfattig (basistrinn cd)	(3)/ #3/ *3 internediær (basistrinn ef)	(4)/ #4/ *4 kalkrik (basistrinn gh)	(5)/ #5/ *5 svært kalkrik (basistrinn i)	
1 KA							

Fig. B12–9. Datasettspesifikk inndeling av viktige LKM i hovedtype-kandidat V~1 åpen jordvannsmyr, og framlegg til grunntypeinndeling, på grunnlag av analyser av datasett B12 som indikerer at V~1 har to hLKM, kalkinnhold (KA) og tørreleggingsvarighet (TV) som hver er inndelt i 5 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 8 basistrinn (dtsbT), og to datasettspesifikke tKM, myrkantpreg (MK) og kildevannspåvirkning (KI), hver med 2 dtsT og 4 dtsbT. (a) Grunntyper for MK#1 (bare KI#1). (b) Grunntyper for MK#2 (1+ GR for KI#1 + 2 GT for KI#2). Datasettspesifikke trinn er angitt (1), (2) etc., tilsvarende kandidattrinns i den testete naturtypehypotesen og i Framlegg 3 til typeinndeling (NiNnot124) er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc. Framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) er vist med

heltrukken, tynn linje. Trinn i datasettspesifikk basistrinninndeling er betegnet (a), (b) etc. Oransje felter med rød pil indikerer trinnkombinasjoner som på grunn av tilleggskriterium 6 for grunntypeinndeling (se NiN[2] Artikkel 2: kap. B4c og Fig. B4–2) ikke skal utgjøre egne grunntyper.

(1)/ #1/ *#3A mykmatte (basistrinn a,b)	(2)/ #2/ *3B nedre fastmatte (basistrinn c,d)	(3)/ #3/ *4 øvre fastmatte (basistrinn e,f)	(4)/ #4/ *5 nedre tuenivå (basistrinn g)	(5)/ #5/ *6 øvre tuenivå (basistrinn h)			
t1 TV							

Fig. B12–10. Konsensusinndeling av hovedtype-kandidater V~3 Regnvannsmyr på grunnlag av hLKM tørreleggingsvarighet (TV) som er inndelt i 5 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 8 basistrinn for datasett B12 [trinn i Framlegg 3 til typeinndeling i NiNnot124 er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc.; basistrinn (a), (b) etc.] Framlegget til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) er vist med heltrukken, tynn linje. Det skraverete feltet indikerer at en separat grunntype skal skilles ut for MK#2 (myrkant).

t1 TV	(1)/ #2/ *6–8 tuer (basistrinn c,d)						
	(1)/ #1/ *4–5 forsenkninger (basistrinn a,b)						
		(1)/ #2/ *3 kalkfattig (basistrinn a,b)		(2)/ #3/ *4 intermediær (basistrinn c,d)		(3)/ #4/ *5 kalkrik (basistrinn (e,f)	
		1 KA					

Fig. B12–11. Datasettspesifikk inndeling av viktige LKM i hovedtype-kandidat V~2A jordvannsmyr-skogsmark ('sumpskog') og framlegg til grunntypeinndeling, på grunnlag av analyser av datasett B12 som indikerer at V~2A har én hLKM, kalkinnhold (KA), som er inndelt i 3 datasettspesifikke trinn (dtsT) med 6 basistrinn (dtsbT), og to datasettspesifikke tKM, tørreleggingsvarighet (TV) og kildevannspåvirkning (KI), hver med 2 dtsT og 4 dtsbT. Framlegg til inndeling i datasettspesifikke basistrinn (dtsbT) er vist med heltrukken, tynn linje. Trinn i Framlegg 3 til typeinndeling i NiNnot124 er betegnet henholdsvis #1, #2 og *1, *2 etc.; basistrinn (a), (b) etc. Figuren viser framlegg til inndeling i 6 grunntyper for de 6 kombinasjonene av KA og TV for KI#1, samt to grunntyper for KI#2 (skravert).

B13 Datasett B13: Planteplankton i innsjøer

Rune Halvorsen og Birger Skjelbred

B13a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B13 er basert på informasjon om planteplankton i vannprøver fra 92 lavlandsinnsjøer på Sørøstlandet (Telemark og tilgrensende deler av Aust-Agder, Vestfold, nedre Buskerud, Østfold, Akershus, Oslo, Sør-Oppland og Sør-Hedmark), samlet inn i perioden 1985–2009. I tillegg er Årdalsvatnet (Årdal, Sogn og Fjordane; 3 m o.h.) inkludert for å styrke datagrunnlaget fra kalkfattige lavlandssjøer. Det totale antallet innsjøer som inngår i datasettet er dermed 93. Datasettet består av uttrekk fra NIVAs databaser for planktonalgesammensetning og vannkjemi, men mye av materialet er også tilgjengelig via Miljødirektoratets Vannbase. Begrepet 'lavland' omfatter høydeintervallet 0–200 m, i tråd med begrepsbruken i Vannveilederen (Anonym 2013). To hundremetersnivået sammenfaller omtrentlig med øvre marine grense og grensa mellom boreonemoral og sørboreal bioklimatisk sone. Rådatamaterialet inneholder også informasjon om planteplankton fra 123 innsjøer i høydeintervallet 200–800 m ('skog' i henhold til Vannveilederen), men denne informasjonen er ennå ikke tilrettelagt som et generalisert artslistedatasett. Data fra lavland ble prioritert fordi analyse av datasett B02 for krepsdyrplankton viste større variasjon langs kalkinnhold (KA) i lavlandet enn i skogbeltet.

Følgende naturtypehypotese for inndeling av F2 på grunnlag av kalkinnhold (KA) ble testet

B13–H1 (kat. 2c): KA er en hovedkompleksmiljøvariabel (hLKM) for F2, og kan deles i 6 datasettspesifikke trinn.

Metadata for B13 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B13–1. Datagrunnlaget for B13 er 2411 enkeltprøver fra de 93 innsjøene, der planteplankton er bestemt til art eller i en del tilfeller til slekt eller høyere taksonomiske enheter. Antallet prøver fra hver innsjø varierte mellom 4 (om lag halvparten av sjøene var representert med 4 prøver) og 773 (fra den største innsjøen, Mjøsa). Én innsjø, Jønsrudtjernet (Ringsaker, He), som også var den minste sjøen i utvalget (27 da) var representert med bare én prøve. I det opprinnelige datasettet inngikk 576 taksonomiske enheter (TE). Etter fjerning av TE som representerte høyere nivåer enn slekt samt ubestemt materiale i slekter som også var representert med artsbestemt materiale, gjensto 443 TE. Av disse var 31 TE slekter der materialet ikke var bestemt til art. Disse 443 taksonomiske enhetene er benyttet i analysene. Inspeksjon av dataene ga ingen klar indikasjon på forskjeller i fordelingsmønster mellom TE som representerte arter og TE som representerte kollektivt oppfattede slekter. I det videre er alle 443 TE referert til som arter. For hver art i hver prøve var mengden tallfestet som mm^3 plantemasse pr. L vann, hvilket omtrent tilsvarer mg/L.

Datamaterialet gir ikke direkte informasjon om arters mengder i observasjonseenheter som svarer til spesifikasjonene for generaliserte artslistedatasett (observasjonseenheter på $100 \times 100 \times 100$ m der arter blir registrert som til stede dersom de med 90 % sannsynlighet forekommer i dette vannvolumet i løpet av et år). En tilnærming til den foreskrevne metoden for tallfesting av artsmengder ble gjort som følger:

Først ble de 93 innsjøene fordelt på de seks KA-trinnene på grunnlag av gjennomsnittsverdier for alle målinger av kalsiuminnhold i vannprøver fra hver innsjø. Det totale antallet vannprøver som inngikk i datasettet var 20300 (de fleste vannprøvene ble altså samlet inn uten samtidig innsamling av prøver for analyse av planteplankton). 167 av disse prøvene, fra 84 av de 93 innsjøene, ble gjort gjenstand for måling av pH. Tilordning av sjøer til KA-klasse ble, for sjøer der pH var målt minst én gang, gjort på grunnlag av gjennomsnittlig pH-verdi. For de øvrige sjøene ble plassering til KA-trinn gjort på følgende vis: (1) Dersom det fantes målinger av pH fra den aktuelle sjøen, ble den lineære regresjonslinjen for 2-logaritmen til Ca-innholdet (heretter betegnet $\log_2 \text{Ca}$) på pH [$\text{Ca}2\log = 1,551 \cdot \text{pH} - 8,328$; $F_{1,82} = 241,66$; $SS_{\text{forklart}} = 98,753$, $SS_{\text{total}} = 132,261$, $p < 10^{-16}$] benyttet til å estimere Ca-konsentrasjonen. Fig. B13–1 viser den sterke sammenhengen mellom pH og Ca-konsentrasjonen i datamaterialet (Kendall's $\tau = 0,723$). (2) For Steinsfjorden er Ca-verdien 13,1 mg/L benyttet. Denne verdien framkom som gjennomsnittet av måleverdiene (12,3–13,9 mg Ca/L) som er referert i Rørslett (1983: 15). Rørslett (1983) oppgir Ca-intervallet 3,6–4,9 mg Ca/L for Tyrifjorden, som Steinsfjorden er en nesten isolert arm av, mens gjennomsnittsverdien i B13-materialet er 4,4 mg Ca/L. Den gode overensstemmelsen mellom Rørslett sine Ca-verdier og verdiene som er beregnet på grunnlag av prøvene i vårt datamateriale styrker troverdigheten til Ca-estimatene for Steinfjorden. Innsjøene fordelte seg på de 6 KA-trinnene som følger: 3 (KA#1; < 1 mg Ca/L), 13 (KA#2; 1–2 mg Ca/L), 26 (KA#3; 2–4 mg Ca/L), 34 (KA#4; 4–10 mg Ca/L), 9 (KA#5; 10–20 mg Ca/L) og 8 (KA#6; > 20 mg Ca/L).

For hver kombinasjon av art og innsjø ble først artens frekvens i planktonprøvene (prøvefrekvensen; FP) beregnet. Deretter ble artens frekvens i innsjøer som hører til samme KA-trinn (innsjøfrekvensen; FI) beregnet. En 'samlefrekvensverdi', FS, som ble benyttet i de videre analysene, ble beregnet som

$$FS = FI \cdot \left(\frac{FP}{100}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Denne formelen vektlegger innsjøfrekvensen høyere enn prøvefrekvensen, men justerer ned innsjøfrekvensen når prøvefrekvensen er lav. Artenes gjennomsnittlige biomasseandel i prøver der arten er funnet, innenfor innsjøer fra samme KA-intervall, ble benyttet til å justere artsmengdeverdier fra 4 til 5 og fra 5 til 6 ved biomasseandeler > 12,5 % slik metodikken som er bekreftet i NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2c, foreskriver. FS-verdier lik 2 ble nedjustert til 1 når arten bare var funnet i én innsjø og/eller i enkeltprøver fra 2 innsjøer. Til sist ble frekvensprofilene for hver art over de 6 naturtypekategoriene justert slik at artsresposkurvene fikk en realistisk (flattoppet eller entoppet, eller avkuttet flattoppet eller entoppet) form. Omfanget av slike justeringer ble holdt på et minimum.

Datamaterialet ga ikke grunnlag for å analysere omfanget av variasjon langs andre LKM. For den mest aktuelle andre LKM, humusinnhold (HU), fantes bare fra 30 innsjøer. Fig. B13–2 viser at det var en svært svak og ikke signifikant sammenheng mellom Ca-konsentrasjoner og totalt organisk innhold (TOC) i prøvene (Kendalls $\tau = -0,2092$, $n = 30$, $p = 0,1038$). Dette reduserer sannsynligheten for at ubalanse i fordelingen av innsjøer langs andre LKMg påvirker resultater av analyser av variasjon langs KA.

B13b Resultater og tolkning

Den beregnede økologiske avstanden mellom endetrinnsnaturtypekandidatene langs KA var 3,821 ØAE (Fig. B13–3), mens summen av økologiske avstander mellom nabo-naturtypekandidater var 4,868 ØAE. Dette tilsvarer en ikke-additivitet på $u = 0,26$. Årsaken til ikke-additiviteten kan være svært stor spredning i artenes amplitude langs KA-gradienten; hele 107 av artene forekom bare i ett KA-trinn mens hele 47 forekom i alle KA-trinnene. Når så mange arter forekommer langs hele gradienten, blir endepunktnaturtypene mer like i artssammensetning enn det store antallet arter med snever amplitude skulle tilsi. Det er usikkert hvorvidt artene med svært snever amplitude i datasettet virkelig har en så snever amplitude. Mest sannsynlig er det nok at disse artene er sjeldne og derfor framstår som økologiske spesialister fordi sjøl ikke dette store datasettet er stort nok til å fange opp hele deres amplitude. Usikkerhet med hensyn til toleranserepresentativitet er et uttrykk for manglende generalisering av datasettet, noe som er typisk for datasett for artsgrupper som er lite iøynefallende og/eller hvis forekomst og miljørelasjoner er dårlig kjent av andre grunner (se NiN[2] Artikkel 2, kapittel B2c, punkt 9). I dette tilfellet vil den estimerte gradientlengden, $x_g = 3,96$ ØAE, kunne være et overestimat. Det faktum at svært kalkfattige sjøer (< 1 mg Ca/L) er svært sparsomt representert i datasettet, med bare 3 sjøer, kan trekke i samme retning. Det er mulig at det lave antallet arter som er observert i disse sjøene, 57, er urealistisk lavt og at flere av artene som finnes i KA#3 men ikke i KA#1 i materialet faktisk har en videre amplitude mot de mest kalkfattige innsjøene.

Økologiske avstander mellom nabo-naturtypekandidater (Fig. B13–3,4) viser at det er særlig stor endring i artssammensetningen mellom KA#2 (1–2 mg Ca/L) og KA#3 (2–4 mg Ca/L). Hele 151 av de 443 artene (34,1 %) av artene mangler i KA#2, men finnes i KA#3. Av disse har 74 mengdeverdien 2 eller høyere i KA#3. Grundigere inspeksjon av datamaterialet viser at svært mange av disse artene mangler i innsjøer med Ca-konsentrasjon under 3,0 mg/L, og indikerer at det kan finnes et intervall langs KA-gradienten omkring 3,0 mg/L der det finner sted en særlig stor endring i planteplanktonsammensetningen.

B13c Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Naturtypeinndelingshypotese B13–H1, som postulerer en oppdeling av KA i seks trinn, blir ikke bekreftet av analysene. Analysene viser imidlertid at det er langt større variasjon i planteplanktonartssammensetningen i F2 Sirkulerende innsjø-vannmasser enn det er i artssammensetningen av krepsdyrplankton i denne hovedtypen (se kapittel B2); et realistisk gradientlengdeestimat for KA for krepsdyrplankton basert på analyser av datasett B02 (se kapittel B2d) er 2,4 ØAE [verdier på 1,96 ØAE for lavland og 1,79 ØAE for skog (høydebeltet 200–800 m) ble beregnet på grunnlag av dataene, før etterhåndsvurderinger]. Gradientlengdeestimatet på 3,96 ØAE for planteplankton langs KA, som er basert på analyser av B13, gir grunnlag for oppdeling av KA tre eller fire datasettspesifikke trinn (se Fig. B13–4).

De datasettspesifikke trinninndelingene av F2 for krepsdyrplankton (B2A og B2B) og planteplankton (B13) skal gis lik vekt ved generalisering til en hovedtypespesifikk trinninndeling (se NiN[2] Artikkel 2, Tabell B1–2). Resultatene av analysene av datasettene B02 og B13 indikerer et samlet gradientlengdeestimat omkring 3,2 ØAE. Resultatene indikerer videre at trinn grensene bør trekkes omkring Ca = 2 og 10 mg/L, det vil si mellom nokså kalkfattig og intermediært vann, og mellom nokså kalkrikt og middels kalkrikt vann.

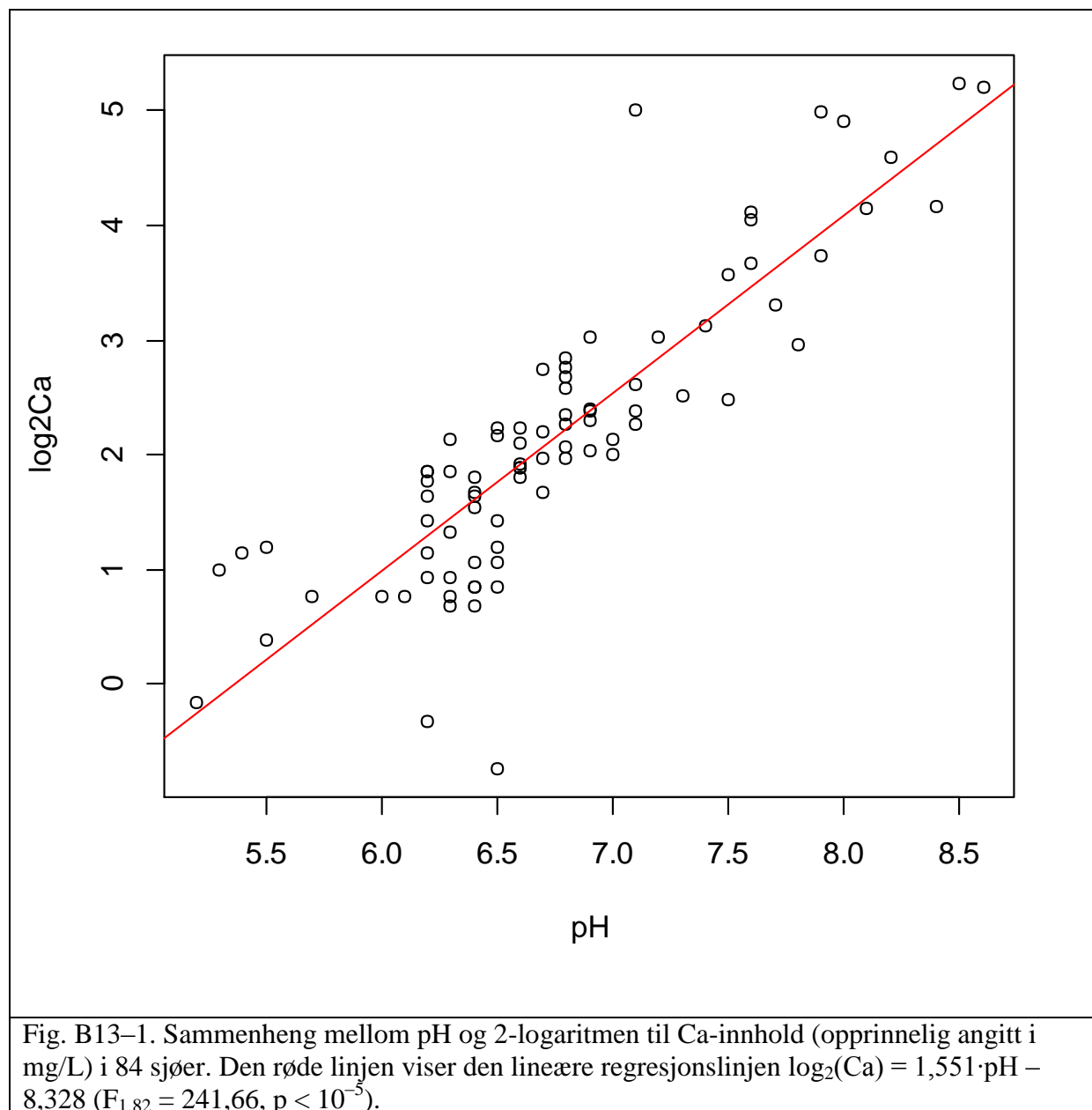
B13d Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

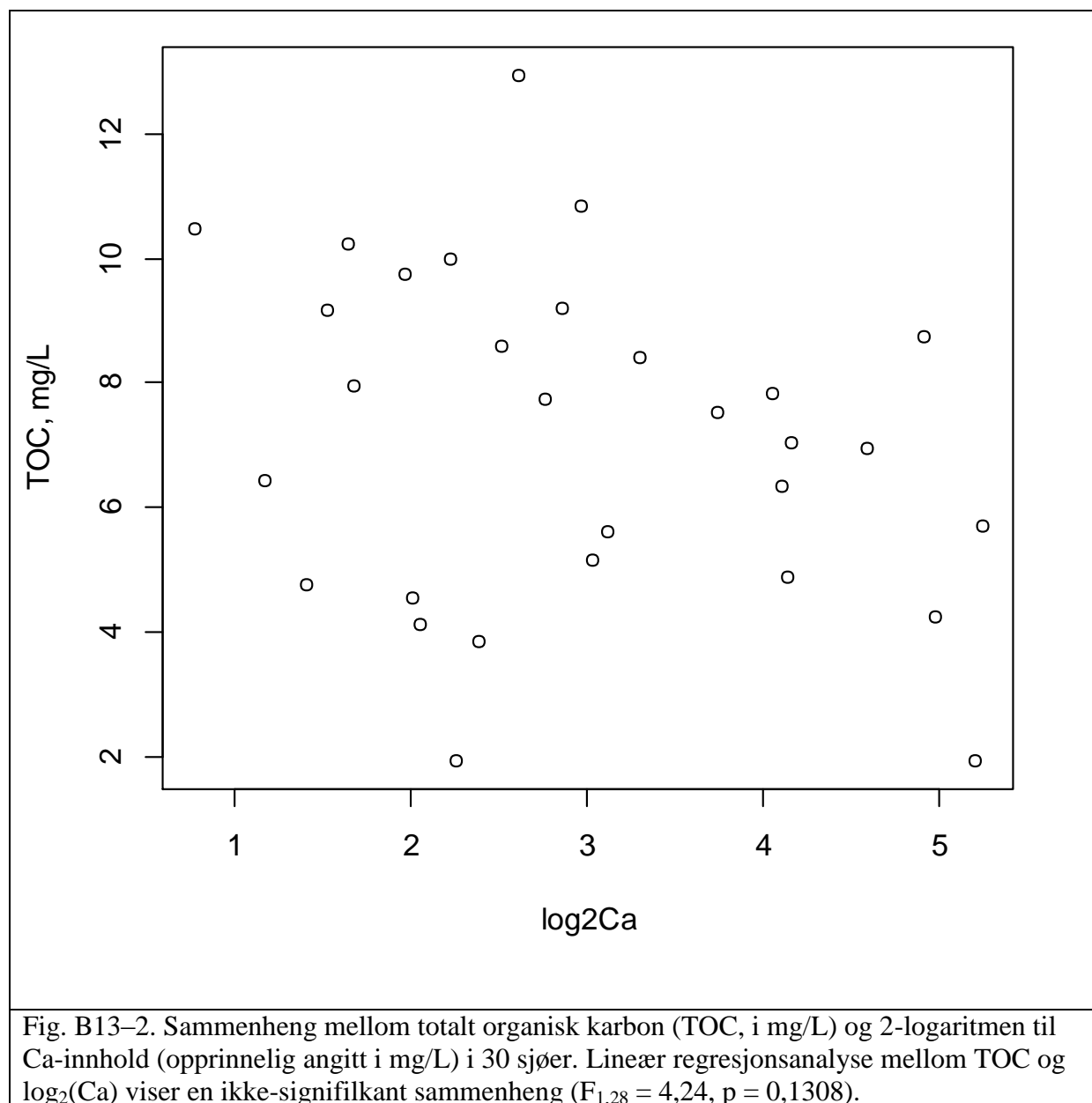
Analysene av datasett B13 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinninndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling A1 Ingen.
B Datasettspesifikk trinn- og klassedeling av LKM: B1 <u>Kalkinnhold (KA)</u> deles i 3–4 dtsT som blir en hLKM for F2
C Konsekvenser for grunntypeinndeling C1 KA er en hLKM i F2, og deles i 3 trinn som gir opphav til separate serier av grunntyper. Framlegg 4 til inndeling av F2 (NiN[2] Artikkel 3) må derfor endres.

Tabell B13–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B13.

Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	F2 Sirkulerende innsjø-vannmasser [jf. NiN[2] Artikkel 3]
1B	LKM som ikke blir adressert	Humusinnhold (HU) og Størrelsesrelatert miljøvariasjon (SM); ikke for noen av disse er det heller gjort noe forsøk på å standardisere variasjonen (datasettets størrelse, 93 sjøer, gjør det umulig). Datasettet omfatter variasjon i gjennomsnittsverdier for TOC i intervallet 1,93–12,94 og for SM fra 27 da til 369 km ²).
1C	LKM som blir adressert	Kalkinnhold (KA): ·a svært kalkfattig (< 1 mg Ca/L); ·bc nokså kalkfattig (1–2 mgCa/L); ·de intermediær (2–4 mgCa/L); ·f nokså kalkrik (4–10 mgCa/L); ·g middels kalkrik (10–20 mgCa/L); ·hi svært kalkrik (> 20 mgCa/L)
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN; sjøer i det aktuelle området plassert < 200 m o.h. (Vanddirektivets definisjon av lavland ; Anonym 2013)
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	Ikke direkte relevant
2C	Geografisk område	Telemark og tilgrensende deler av Aust-Agder, lavlandet Østafjells (Buskerud, Vestfold, Østfold, nedre Buskerud, Sør-Oppland og Sør-Hedmark
2D	Tilstandsvariasjon	Eutrofieringstilstand (7EU), miljøgifter og annen forurensning (7MG), begrenset til intervall som tilfredsstiller definisjonen av god miljøtilstand iht VRDs definisjon (Anonym 2013). Dette anses å omfatte 7EU trinn *1–*3 (ubetydelig – svak)
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for den adresserte LKM (jf. punkt 1C)	En utvidelse av trinndelingen av KA i NiN[2] Artikkel 3 er lagt til grunn (se 1C)
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	1 KA·a 2 KA·bc 3 KA·de 4 KA·f 5 KA·g 6 KA·hi
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnskala
6B	Dominansindikator	Biomasseandel
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(c) Volumenheter á 1 000 000 m ³
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(b) Planteplankton
9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetssindeksen A	A = 0,8 Artslista omfatter 444 algetaksa, de fleste bestemt til artsnivå.
B	Toleranserepresentativitetsindeksen R	R = 1,0
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	3 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	BS
B	Artsliste sammenstilt av:	Sammenstilt av BS, tilrettelagt for analyse av RH





1					
0,954	2				
2,472	1,518	3			
3,329	2,375	0,857	4		
3,711	2,757	1,239	0,755	5	
3,821	2,867	1,349	1,131	0,784	6

Fig. B13–3. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister fra F2 Sirkulerende innsjø-vannmasser som inngår i datasett B13. Naturtypekandidatene er angitt med KA-trinn (se Tabell B13–1). Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for nabotrinn langs KA. Mellomblå celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for endetrinn langs KA.

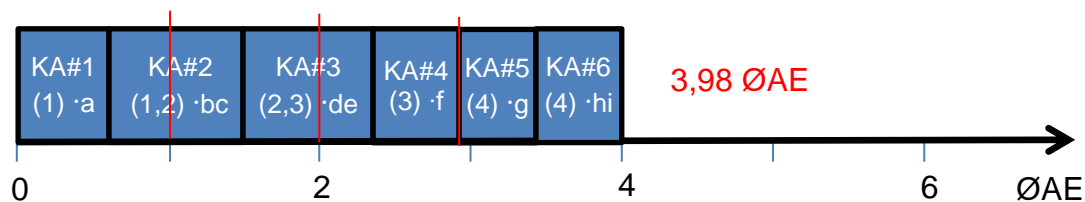


Fig. B13–4. Datasett B13: fordeling av naturtypekandidater (kandidattrinn) og gradientlengdeestimer for kalkinnhold (KA) i F2 Sirkulerende innsjø-vannmasser. Kandidattrinn (i naturtypeinndelings-hypotesten) er betegnet #1, #2 etc.; tentativ datasettspesifikk inndeling i fire trinn er betegnet (1), (2) etc., og trinn i basistrinninndelingen i NiN versjon 2.0 (NiN[2] Artikkel 3 er betegnet ·a, ·b, etc. Trinngrenser i den tentative datasettspesifikke delingen i fire trinn er angitt med tynn, rød vertikal strek. Dersom KA skal deles i tre trinn, indikerer resultatene av analysene av B13 at grenser bør trekkes mellom KA·b og KA·c, og mellom KA·f og KA·g, det vil si ved ca. 2 og ved ca. 10 mg Ca/L. Alle mål på plassering langs LKMg er angitt i økologiske avstandsenheter (ØAE), estimert på grunnlag av estimer fra direkte beregning av PDgeo.

B14 Datasett B14: Moser på nakent berg

Rune Halvorsen, Hans Blom og Torbjørn Høitomt

B14a Metadata og formulering av naturtypeinndelingshypoteser

Datasett B14 inneholder til sammen 73 artslister som gir mulighet for å teste hypoteser om artssammensetningsvariasjonen langs LKM som i Framlegg 4 (NiN[2] Artikkel 3) er antatt å være viktigst i hovedtypen T1 Nakent berg, og for testing av hypoteser og relasjoner mellom T1 og T5 Grotte og overheng.

Metadata for B14 (som beskriver det generaliserte artslistedatasettets egenskaper) er oppsummert i Tabell B14–1. De 73 artslistene i B14 inneholder tilsammen 381 mosearter (114 levermoser og 267 bladmoser), angitt for nakent berg på Vestlandet fra Boknafjorden (Ro) i sør til Stad (Selje, SG) i nord. Artslistedatasettet omfatter bioklimatiske soner fra og med boreonemoral til og med mellomboreal og strekker segt fra kysten og østover til overgangen mellom de bioklimatiske seksjonene O2 (klart oseaanisk seksjon) og O1 (svakt oseaanisk seksjon). Artsutvalget inkluderer alle direkte steinboende arter i definisjonsområdet som det fantes tilgjengelig kunnskap om, samt primært jord- og torvmarksboende arter som er i stand til å opprettholde levedyktige påpulasjoner på stein og berg med minimalt jorddekke. Også arter som er knyttet til mineraljord i hulrom, sprekker etc. i berg er inkludert. Arter som kun forekommer eller er kjent som innvokst over bergsubstrat fra kanten, enten fra jorddekt mark, torv eller ved, er utelatt.

De 32+32 artslistene som utgjør deldatasettene B14A og B14B, og de 10+10 artslistene som utgjør deldatasettene B14C og B14D, utgjør kjernedatasett for T1. Sammen med deldatasett B14E (som inneholder alle 28 par av artslister for KA#2 og KA#4 som er sammenliknbare med hensyn på alle andre LKM; sortert først på HF, dernest UE og til sist OR innenfor VF#1&VS#1; dernest for VF#2 og til sist for VS#2; innenfor VF#2 og VS#2 er KA-parene for UF#1 listet først) åpner disse for å evaluere følgende fire naturtypehypoteser (se Fig. B14–1):

B14–H1 (kat. 1): (a) Helningsbetinget forstyrrelsesintensitet (HF) er en viktig LKM i T1, og inngår i hovedtypens kompleksmiljøvariabelgruppe. (b) Det er gjennomgående betydelig forskjell i artssammensetning mellom sammenliknbare naturtypekandidater på bergknaus (HF#1) og bergvegg (HF#2), uavhengig av plassering langs andre viktige LKM.

B14–H2 (kat. 1): (a) Kalkinnhold (KA) er en hLKM for T1, som bør deles i 5 datasettspesifikke trinn. (b) Variasjonen i artssammensetning mellom ytterpunktene langs KA er avhengig av plasseringen langs andre viktige LKM (UE og OR), og er størst når miljøstress- og forstyrrelsesintensiteten er lav. (c) Variasjonen langs KA avtar fra bergvegg til overheng og innover i grotter.

B14–H3 (kat. 1): Uttørkingseksponering (UE) er en hLKM for T1, og bør deles i 4 datasettspesifikke trinn.

B14–H4 (kat. 1): Overrisling (OR) er en hLKM for T1, og bør deles i 3 datasettspesifikke trinn.

I Framlegg 4 er en lang rekke potensielle tLKM listet opp som tLKM for T1, og benyttet til grunntypeinndeling av denne hovedtypen. For to av disse, Berggrunn med avvikende kjemisk sammensetning (BK) og Naturlig gjødsling (NG), er kunnskapen om

moseartenes respons for mangelfull til at generaliserte artslister kan settes opp. Ytterligere to LKM som er aktuelle for grunntypeinndeling av T1, vindutsatthet (VI) og snødekkebeting vekstsesongreduksjon (SV), er utelatt fra datasettet fordi de bare er relevante i fjellet. Langsom suksisjon (LA), som er en omvendt artsuttynningsgradient, er utelatt fordi den blir trinndeling på en standardisert, pragmatisk måte. For de to øvrige tLKM i framlegget til grunntypeinndeling av T1, gir deldatasettene B14A og B14B mulighet til testing av følgende hypoteser:

B14–H5 (kat. 2a): (a) Vannpåvirkningsintensitet (VF) er en viktig LKM i T1, og inngår i hovedtypens kompleksmiljøvariabelgruppe. (b) Vannsprutintensitet (VS) er en viktig LKM i T1, og inngår i hovedtypens kompleksmiljøvariabelgruppe.

I Framlegg 4 er T5 Grotte og overheng skilt ut fra T1 Nakent berg som egen hovedtype på grunnlag av antakelsen om at det er stor variasjon langs LKM Grottebeting skjerming (GS). Deldatasett B14F åpner for å teste hypotese B14–H2c samt følgende naturtypehypotese:

B14–H6 (kat. 2b): (a) Grottebeting skjerming (GS) er en sLKM som gir grunnlag for å skille ut en T5 som en spesiell natursystem-hovedtype forskjellig fra T1.

Sammensetningen av deldatasett og naturtypehypoteser er illustrert i Fig. B14–1.

B14b Fordeling av artsantall og artsoptima langs antatt viktige LKM

Antallet arter som ble registrert med mengdeverdi 1 eller høyere i ei artsliste er et uttrykk for artstilfanget (artspoolstørrelsen) i den aktuelle naturtypekandidaten. Artstilfanget var større for bergvegg (HF#2) enn bergknaus (HF#1) i alle 24 parene av naturtypekandidater for kombinasjoner av KA, UE og OR (Tabell B14–2). Gjennomsnittlig artsantall i én naturtypekandidat var henholdsvis 84 i bergvegg og 62 på bergknaus. Artsantallet var høyest omkring midten av UE og gjennomgående litt høyere i UE#3 (svakt uttørkingsutsatt; gjennomsnitt for 12 kombinasjoner av HF, KA og OE = 96) enn i UE#2 (gjennomsnitt = 88). Lavest gjennomsnittlig artsantall ble funnet i UE#4 (svært tørkeutsatt; gjennomsnitt = 41), mens gjennomsnittsverdien i UE#1 var 67. Artstilfanget var om lag det samme for OR#1 og OR#2 (gjennomsnittsverdier for 16 kombinasjoner av HF, KA og UE var henholdsvis 84 og 83), og sank betraktelig fra OR#2 til OR#3, som hadde gjennomsnittlig artstilfang = 52 arter. Fire naturtypekandidater plassert sentralt og i nedre del av 'UE-OR-rommet' i Fig. B14–1 (kombinasjonene av UE#2–3 og OR#1–2) hadde gjennomgående større artstilfang enn de andre 8 naturtypekandidatene som var utsatt for miljøstress i form av ekstrem skygge (UE#1), stor uttørkingseksponering (UE#4) eller mer eller mindre konstant fuktige forhold (OR#3).

Artstilfanget varierte langs KA fra svært lavt i KA#1 til en topp i KA#3 (Tabell B14–3).. Høyest artstilfang ble funnet for kombinasjonen UE#2&OR#1&KA, både på bergknaus (HF#1), 107 arter, og på bergvegg (HF#2), 151 arter (Tabell B14–2). Artsantallet avtok igjen mot den ekstremt kalkrike enden av KA (Tabell B14–3).

Også for nakent berg i flomsonen (landstrandsonen) langs elver og innsjøer (VF#2) og i fosseregnsonen langs elver (VS#2) var artstilfanget større på bergvegg enn på bergknaus (Tabell B14–4). Det var ingen systematisk forskjell i artstilfang mellom flomsonen og fosseregnsonen.

Artslistedatasett B14 inneholder også angivelser av artenes antatte optima langs de antatt viktige LKM. Over en fjerdedel (91) av artene hadde sitt optimum for kombinasjonen UE#2 & OR#1, det vil si på nokså lite uttørkingseksponert, ikke overrisset nakent berg (Tabell

B14–5), mens antallet arter med optimum for nokså uttørkingseksponert berg (UE#3 & OR#1) også var høyt (66). Overraskende nok, det lave artsantallet i denne naturtypekandidaten tatt i betraktning, hadde hele 34 arter sitt antatte optimum på svært uttørkingseksponert, ikke overrislet berg (UE#4 & OR#1). Et svært høyt antall arter (50) ble også registrert med optimum for nokså lite uttørkingseksponert, iblant overislet berg (UE#2 & OR#2). Svært få arter (til sammen 41, eller bare 10,7 % av alle artene på artslista) hadde sitt optimum i en av de fire naturtypekandidatene for ofte overrislet berg (OR#3).

B14c Resultater og tolkning: Deldatasett B14A og B14B

Bergninger av økologiske avstander mellom naturtypekandidater i deldatasett B14A (nakent, nokså kalkfattig berg, dvs. KA#2) og B14B (nakent, nokså kalkfattig berg, dvs. KA#4) er sammenstilt i Fig. B14–2,3, med tilhørende gradientlengdeberegninger i Tabeller B14–6,7,8 og 10. De aller fleste gradientlengdeberegningene for UE, OR og KA hadde økologiske avstandsestimater med god additivitet (ikke-linearitetsparameter $u < 0,1$).

Gradientlengdeestimatene for UE varierte lite mellom KA#2 og KA#4, men var gjennomgående høyere for bergknaus (HF#1) enn for bergvegg (HF#2), og avtok jevnt med økende grad av overrisling fra OR#1 til OR#3 (Tabell B14–6). Største gradientlengde langs UE, $x_g = 5,71\text{--}5,72$ ØAE, ble funnet for HF#1 & OR#1, mens tilsvarende verdier for bergvegg (HF#2) var $x_g = 4,68\text{--}5,23$ ØAE. Estimerte gradientlengder for UE for bergknaus (HF#1 & OR#3) var $x_g = 3,12\text{--}3,56$ ØAE, for bergvegg (HF#2 & OR#3) $x_g = 3,18\text{--}3,54$ ØAE. Dette bekrefter at UE er en hLKM for T1 (naturtypeinndelingshypotese B14–H3). Med unntak for ikke-overrislet bergknaus (HF#1 & OR#1), der UE#1 omfattet et intervall på over 1,5 ØAE for KA#2 og ca. 1,0 ØAE for KA#4, omfattet det svært lite uttørkingseksponerte trinnet (UE#1) svært liten variasjon i artssammensetning (0,42–0,81 ØAE), og tilfredsstilte derfor ikke kravet for å gi grunnlag for en egen serie av grunntyper slik trinnet var avgrenset i artslistedatasettet. For øvrig var UE-trinnene jevnt spredd langs gradienten. I strid med naturtypeinndelingshypotese B14–H3, indikerte resultatene at antallet trinn langs UE er avhengig av graden av overrisling.

Gradientlengdeestimatene for OR varierte mellom $x_g = 3,18$ ØAE og $x_g = 5,71$ ØAE. Med unntak for de særlig høye verdiene som ble observert for svært uttørkingseksponerte, kalkrike bergknauser og bergvegger ($x_g = 5,37\text{--}5,71$ ØAE) og de lave gradientlengdene i hver 'serie' av gradientlengder for UE der alle andre LKM ble holdt konstant, ble det ikke funnet systematisk variasjon i gradientlengde langs OR. Av 16 gradientlengdeestimater i Tabell B14–7 var 11 i intervallet 4,0–5,0 ØAE. Dette bekrefter at OR er en hLKM for T1 (naturtypeinndelingshypotese B14–H4), men indikerer at OR skal deles i 4 og ikke i 3 datasettspesifikke trinn, slik hypotesen antyder.

Forskjellen i artssammensetning mellom de 24 sammenliknbare kombinasjonene av HF#1 (bergknaus) og HF#2 (bergvegg) for UE#1–4, OR#1–3, KA#2 og KA#4 var konsistent større enn 1,2 ØAE, som svarer til en gradientlengde på $x_g = 2,0$ ØAE, bare for ikke overrislet mark (OR#1). Dette gjaldt uavhengig av graden av uttørkingseksponering (UE) (Tabell B14–8). Den største forskjellen i artssammensetning mellom bergknaus og bergvegg ($x_g = 3,21$ ØAE) ble funnet for svært lite uttørkingseksponert, nokså kalkrikt, ikke overrislet berg (UE#1 & OR#1 & KA#4). Naturtypeinndelingshypotese B14–H1b om en gjennomgående betydelig forskjell i artssammensetning mellom sammenliknbare naturtypekandidater på bergknaus (HF#1) og bergvegg (HF#2), uavhengig av plassering langs andre viktige LKM, blir dermed ikke bekreftet. Resultatene stiller også spørsmålstegn ved hvorvidt HF er en så viktig LKM for T1 at den skal inngå i hovedtypens kompleksvariabelgruppe (hypotese B14–H1a).

For sammenliknbare naturtypekandidater på flomberg og fosseberg ble gradientlengdeestimer i intervallet $x_g = 2,06\text{--}2,14$ ØAE funnet.

Artssammensetningen i naturtypekandidatene på flomberg (VF#2) var konsistent, betydelig forskjellig fra alle naturtypekandidater på ikke flomutsatt berg (VF#1); minste økologiske avstand ('oversatt' til gradientlengdeestimat) mellom en kandidat for VF#2 og den mest like, ikke flomutsatte naturtypekandidaten (for UE#2 og OR#3) var $x_g = 2,49$ ØAE (Tabell B14–10), mens tilsvarende minste gradientlengdeestimat for en kandidat for VS#2 (med UE2 & OR#2) var $x_g = 1,92$ ØAE. Med unntak for kalkrike bergknauser (HF#1 & KA#4) hadde også flomknauser og fossebergknauser betydelig forskjellig artssammensetning ($x_g = 1,86\text{--}2,55$ ØAE). Det faktum at også naturtypekandidatene for VF#2 hadde en artssammensetning som bare var marginalt mer lik naturtypekandidater for OR#3 enn OR#2 (se Fig. B14–2,3) viser at både vannpåvirkningsintensitet (VF), som skiller flomberg fra annet nakent berg, og vannsprutintensitet (VS), som skiller fosseberg fra annet nakent berg, representerer distinkte artssammensetningsgradienter og ikke 'forlengelser' av f.eks. overrisling (OR). Disse resultatene bekrefter dermed naturtypeinndelingshypotesene B14–H5a og B14–H5b om at VF og VS er tLKM for T1.

GNMDS- og DCA-ordinasjonene av deldatasett B14A viser i store trekk den forventete gradientstrukturen, med spredning av naturtypekandidatene langs akser 1 og 2 på grunnlag av plassering langs UE og OR (Fig. B14–7,8). I GNMDS-ordinasjonen ble naturtypekandidater for ulike OE-trinn skilt langs akse 1, mens kandidater for ulike UE-trinn ble skilt langs akse 2. Naturtypekandidatene for OR#2 og OR#3 (sigevannspåvirkete og overrislete naturtypekandidater) ble langt klarere skilt i ordinasjonsdiagrammet enn kandidatene for OR#1 og OR#2, til tross for at det ikke var noen systematisk forskjell i artssammensetningsulikheter (Tabell B14–7). Langs GNMDS-akse 2 plasserte de svært uttørkingsekspoonerte naturtypekandidatene (UE#4) seg langt fra naturtypekandidatene for UE#3, mens også den svært lite uttørkingsekspoonerte ikke-overrislete kandidaten, særlig på bergknaus (HF#1 & UE#1 & OR#1), framsto som artssammensetningsmessig distinkt. Naturtypekandidatene for VF#2 og VS#2 plasserte seg i mellomrommet mellom de sigevannspåvirkete og de overrislete seriene av naturtypekandidater.

DCA-ordinasjonen separerte også serier av naturtypekandidater for ulike OR-trinn langs første akse (egenverdi 0,353, akselengde 2,73 S.D.-enheter), mens også serier for bergknaus og bergvegg ble separert langs denne akse, på en slik måte at naturtypekandidater for bergknaus (HF#1) framsto som mer like bergvegg-naturtypekandidater på neste, høyere overrislingstrinn enn bergknauser på dette trinnet (Fig. B14–8). Langs DCA-akse 2 (egenverdi 0,280, akselengde 2,51 S.D.-enheter) fordelte naturtypekandidatene seg relativt jevnt etter UE-trinn, med unntak for at de svært uttørkingsekspoonerte kandidatene som framsto som mer ulike sine naboer enn andre naturtypekandidater. GNMDS-akse 1 var sterkt korrelert med DCA-akse 1 (Kendalls $\tau = 0,7407$, $P < 1 \cdot 10^{-5}$, $n = 32$), mens GNMDS-akse 2 var korrelert med DCA-akse 2 (Kendalls $\tau = 0,4280$, $P = 0,0011$, $n = 32$). De to ordinasjonene bekreftet hverandre dermed. Ordinasjonsanalysen viser dermed at de to LKM UE og OR gir opphav til tilnærmet uavhengige gradienter i artssammensetning på nakent berg.

Gradientlengdene for de to GNMDS-aksene var henholdsvis 1,407 og 1,318 H.C.-enheter, noe som (grovt sett; jf. kap. A3c) svarer til noe under 3 ØAE mellom endenaturtypekandidatene langs de to LKM UE og OR. DCA-ordinasjonen indikerer forskjeller i artssammensetning i samme størrelsesorden; inntil 2 S.D. (ca. 3 ØAE) langs OR og noe mindre langs UE. Også etter at man har tatt hensyn til at dette er økologiske avstander mellom naturtypekandidater og ikke mellom endepunkter for gradientene, indikerer ordinasjonsanalysene klart at variasjonen i artssammensetning langs gradientene UE og OR er mindre enn resultatene av den direkte gradientlengdeberegningen skulle tilsi. En mulig forklaring på den tilsynlatende uoverensstemmelsen er de sterke artsrikdomsgradientene langs

UE og, særlig, langs OR; spesielt er reduksjonen i artsrikdom mot overrislet og svært uttørkingseksponerte berg sterk, og sannsynligvis sterk nok til å influere på de direkte gradientlengdeestimatene. Det tilsier at en konservativ tolkning bør legges til grunn når analyseresultatene skal omsettes til et framlegg til grunntypeinndeling av T1.

B14d Resultater og tolkning: Deldatasett B14C, B14D og B14E

De tre deldatasettene B14C, B14D og B14E adresserer sammenliknbar variasjon i artssammensetning relatert til kalkinnhold (KA). Deldatasett B14C inneholder artslistene for kombinasjonen UE#1 & OR#3 (dvs. svært lite uttørkingseksponert, ofte overrislet berg), mens deldatasett B14D inneholder artslistene for kombinasjonen UE#3 & OR#2 (dvs. nokså uttørkingseksponert, ikke overrislet berg). Beregningene av artssammensetningsulikhet (Fig. B14–4,5) og gradientlengder (Tabell B14–11) viste liten forskjell mellom de fire seriene av sammenliknbare naturtypekandidater, $x_g = 5,86\text{--}6,45 \text{ } \text{ØAE}$. Naturtypekandidatene okkuperte gjennomgående et noe større intervall langs gradienten, målt i ØAE, mot økende kalkinnhold, men alle naturtypekandidater utspente et intervall på minst 1 ØAE. Det var liten variasjon og ingen systematisk forskjell i artssammensetningsulikhet mellom sammenliknbare naturtypekandidater for KA#2 og KA#4 som funksjon av UE og OR; gradientlengdeestimer i intervallet $x_g = 1,93\text{--}2,70 \text{ } \text{ØAE}$ ($n = 28$) ble funnet. Dette gir støtte til naturtypeinndelingshypotese B14–H2a om at KA er en hLKM for T1, men gir ikke entydige svar på hvor mange trinn KA bør deles i. Resultatene gir ikke støtte til hypotese B14–H2b om at det er systematisk variasjon i artssammensetning langs KA, som er avhengig av plasseringen langs andre viktige LKM. Tvert imot tyder resultatene på at artsutskiftingen langs KA er om lag den samme, uavhengig av uttørkingseksponering (UE) og overrisling (OR).

Forskjellen i artssammensetning mellom bergknaus (HF#1) og bergvegg (HF#2) for ulike KA-trinn fra KA#1 til KA#5 viste verken systematisk variasjon eller systematisk forskjell i forhold til KA#2 og KA#4 (sammenlikn Tabeller B14–8 og B14–9).

B14e Resultater og tolkning: Deldatasett B14F

Beregningene av artssammensetningsulikhet i deldatasett B14F gir ingen klare indikasjoner på mønstre i artssammensetning langs grottebetings skjerming (GS), bortsett fra at det er betydelig, kanskje vesentlig forskjell ($2,583\text{--}2,600 \text{ } \text{ØAE}$) mellom sammenliknbare naturtypekandidater utenfor grotte (GS#1) og under overheng (GS#2) og en forskjell på $1,727 \text{ } \text{ØAE}$ mellom kandidater for GS#2 og GS#3 i grotte (Fig. B14–6). Til tross for at artslistene for T5 Grotte og overheng er beheftet med betydelig usikkerhet på grunn av kunnskapsmangler, bekrefter resultatene klart naturtypehypotese B14–H6 og viser at det er grunnlag for å skille ut T5 som spesiell hovedtype forskjellig fra T1. På grunn av at svært få arter inngår i artslistene for (nokså) uttørkingseksponerte overheng, framstår disse som svært forskjellige fra tilsvarende naturtypekandidater på nakent berg såvel som fra lite uttørkingseksponerte overheng. Kraftig artsuttynning gjør at disse resultatene ikke er pålitelige.

B14f Diskusjon av naturtypeinndelingshypotesene

Analysene av generalisert datasett B14 gir klare svar på de viktigste spørsmålene som knytter seg til grunntypeinndeling av T1 Nakent berg, og som er formulert i naturtypeinndelingshypotesene B14–H1-5. Hovedkompleksmiljøvariabelgruppa for T1 består, som antatt, av kalkinnhold (KA), uttørkingseksposering (UE) og overrisling (OR). Variasjonen i artssammensetning langs KA synes ikke å påvirkes nevneverdig av de andre hLKM, men datasettet inneholder bare fullstendige serier av artslister for naturtypekandidater for to kombinasjoner av UE og OR, og ikke-overrislet berg (OR#1) er ikke blant disse. Det store antallet arter med optimum for UE#1 & OE#1 og UE#4 & OE#1, og ikke minst det store antallet svært kalkknaus- og kalkbergarter som foretrekker svært uttørkingseksposerte steder, kan indikere at det likevel er større variasjon langs KA på ikke overrislet enn på overrislet berg. Gradientlengdeberegningene indikerer oppdeling av KA i 5 eller 6 trinn på sigevannspåvirket og overrislet berg, men Tabell B14–3 viser at en vesentlig årsak til høye gradientlengdeestimer er kraftig artsuttynning, både i den kalkfattige og i den kalkrike enden av gradienten. Dette kan være en artifakt som skyldes manglende kunnskap om artenes amplitude nær ekstremene langs KA. Usikkerheten omkring dette forsterkes av at begge gradientekstremerne er sjeldne, svært kalkrike lokaliteter til dels meget sjeldne, i området artslistedatasettet adresserer. Inntil flere artslistedatasett er sammenstilt for T1 taler dette for en konservativ tilnærming til grunntypeinndeling av T1 basert på KA. I tråd med dette er KA delt i 5 hovedtypetilpassete trinn, på en slik måte at basistrinnene KA·a og KA·b slås sammen til et kalkfattig trinn; KA·c og KA·d som i de fleste andre hovedtyper (f.eks. T4 Fastmarksskogsmark) er fordelt på et nokså kalkfattig og et intermediært trinn slås sammen til et 'svakt intermediært' trinn; KA·e og KA·f som i T4 er fordelt på et intermediært og et nokså kalkrikt trinn slås sammen til et 'sterkt intermediært' trinn; mens den 'fattigste' delen av det svært kalkrike T4-hovedtypetilpassete trinnet KA·hi slås i T1 sammen med KA·g til et kalkrikt trinn. Dermed isoleres for T1 KA·5 som et svært kalkrikt trinn som bare omfatter de aller mest kalkrike bergene (kalkstein, marmor). Dette harmonerer med at kalkberg på ikke overrislet berggrunn har en svært distinkt artssammensetning med mange spesialiserte arter som bare forekommer på slike steder. Det mest kalkfattige basistrinnet, KA·a, framstår derimot som lite distinkt artssammensetningsmessig, med en moseflora som gradvis tynnes ut mot det kalkfattige. En oppsplitting av intermediærtrinnet KA·de er i overensstemmelse med observasjoner gjort under arbeidet med å sammenstille artslistedatasettet: mange arter lot seg klart plassere med optimum enten i den kalkfattige eller den kalkrike delen av det intermediære. På overrislet berg slås de hovedtypetilpassete trinnene KA·4 og KA·5 sammen til ett trinn.

En konservativ tilnærming til trinndeling av UE og OR, den betydelige artsuttynningen mot gradientendepunktene og ordinasjonsresultatene tatt i betraktning, tilsier en konsistent inndeling av OR i 3 hovedtypetilpassete trinn og en inndeling av UE i 4 hovedtypetilpassete trinn (ikke 5 som artssammensetningsulikhetsberegningene isolert sett antydte) på ikke overrislet berg (OR#1), som gradvis aggregeres til 3 trinn på sigevannspåvirket berg (OR#2) ved at trinnene UE#1 og UE#2 aggregeres, og så en ytterligere aggregering (av trinnene UE#3 og UE#4) for OR#3.

Analyseresultatene gir ikke grunnlag for å trekke et konsistent skille mellom grunntyper for bergknaus (HF#1) og bergvegg (HF#2), men viser at det i hvert fall på ikke overrislet berg, på flomberg og fosseberg må trekkes et slikt skille. Inntil flere artslistedatasett for nakent berg foreligger (fra andre områder), er det derfor ikke foretatt noen oppsplitting av grunntyper for OR#2–3 i separate grunntyper for bergknaus og bergvegg.

Analyseresultatene viser at flomsoneberg og fosseberg er artssammensetningsmessig betydelig forskjellig fra 'normale' berg, og at vannpåvirkningsintensitet (VF), som skiller flomberg fra annet nakent berg, og vannsprutintensitet (VS), som skiller fosseberg fra annet nakent berg, er tLKM for T1.

Resultatene av analyser og drøfting er illustrert i grunntypedigrammer for T1 i NiN[2] Artikkel 3.

B14g Konklusjon: Konsekvenser for type-, klasse- og trinninndeling

Analysene av datasett B14 har følgende konsekvenser for typeinndelingssystem og klasse- og trinndeling av LKM:

A Konsekvenser for hovedtypeinndeling

A1 T5 Grotte og overheng opprettholdes som spesiell hovedtype, distinkt forskjellig fra T1 Nakent berg.

B Datasettspesifikk trinn- og klassesedeling av LKM:

B1 Kalkinnhold (KA) deles i 5 dtsT ved aggregering av de 9 basistrinnene som følger: KA·1 omfatter KA·ab; KA·2 omfatter KA·cd; KA·3 omfatter KA·ef; KA·4 omfatter KA·gh; og KA·5 omfatter KA·i.

B2 Uttørkingseksponering (UE) deles i 4 dtsT.

B3 Overrisling (OR) deles i 3 dtsT.

B4 Helningsbetinget forstyrrelsesintensitet (HF) deles i 2 dtsT.

B5 Vannpåvirkningsintensitet (VF) er en tLKM i T1 og deles i 2 dtsT.

B6 Vannsprutintensitet (VS) er en tLKM i T1 og deles i 2 dtsT.

Konsekvenser for grunntypeinndeling

C1 T1 Nakent berg deles i 40 grunntyper for 5 KA × 4 UE × 2 HF for ikke overrislet berg (OR·1); 12 grunntyper for 4 KA × 3 UE for sigevannspåvirket berg (OR·2) og 8 grunntyper for 4 KA × 2 UE for overrislet berg (OR·3).

C2 T1 omfatter dessuten 8 grunntyper for hver av VF·2 og VS·2 i kombinasjoner med 4 KA × 2 HF.

Tabell B14–1. Metadata for generalisert artslistedatasett B14.		
Tema	Deltema	Kommentar
1 Avgrensning av variasjon i økologisk rom		
1A	Hovedtyper som blir adressert	<u>T1 Nakent berg</u> ; <u>T5 Grotte og overheng</u>
1B	LKM som ikke blir adressert	<u>Berggrunn med avvikende kjemisk sammensetning (BK)</u> (bare basistrinn BK·0 'normal' berggrunn inkludert) <u>Langsom suksesjon (LA)</u> (bare trinn LA·ef+ konsoliderings- og ettersuksesjonsfase inkludert) <u>Naturlig gjødsling (NG)</u> (bare trinn NG·0a uten eller med svakt preg av naturlig gjødsling inkludert) <u>[Vindutsatthet (VI) og Snødekkebettinget vekstsesongreduksjon (SV)]</u> er uaktuelle på grunn av den geografiske/økologiske avgrensningen av datasettes definisjonsområde]
1C	LKM som blir adressert	<u>Helningbettinget forstyrrelsesintensitet (HF)</u> : #1 (HF·0ab) bergknaus; #2 (HF·+) bergvegg <u>Uttørkingseksposering (UE)</u> : #1 (UE·0a) svært lite uttørkingseksposert; #2 (UE·bc) nokså lite uttørkingseksposert; (UE·de) nokså uttørkingseksposert; (UE·fg) svært uttørkingseksposert <u>Overrisling (OR)</u> : #1 (OR·0) ikke overrislet; #2 (OR·ab) i blant overrislet; #3 (OR·c) ofte overrislet <u>Kalkinnhold (KA)</u> : #1 (KA·a) svært kalkfattig ('ekstremfattig'); #2 (KA·bc) middels kalkfattig; #3 (KA·de) intermediær; #4 (KA·fg) middels kalkrik; #5 (KA·hi) svært kalkrik ('ekstremrik') <u>Vannbettinget forstyrrelsesintensitet (VF)</u> : #1 (VF·0a) ikke flomutsatt; #2 (VF·bcdef) landstrandsone langs elver og innsjøer <u>Vannsprutintensitet (VS)</u> : #1 (VS·0abcd) uten eller med svakt preg av vannsprut; #2 (VS·e) fosseregnpreg <u>Grottebettinget stabilisering (GS)</u> : #1 (GS·0) utenfor grotte; #2 (GS·a) overheng; #3 (GS·bc) ytre og midtre del av grotte
2 Avgrensning av variasjon relatert til andre kilder til variasjon enn LKM		
2A	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske soner	BN-MB
2B	Regionale miljøvariabler: bioklimatiske seksjoner	O2–O3
2C	Geografisk område	Ytre Vestlandet, mot sør avgrenset av Boknafjorden (Ro), mot nord til og med Stad (avgrenset av fylkesgrensa mellom Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal), mot øst til og med sammenhengende område i bioklimatiske seksjoner O2 og O3
2D	Tilstandsvariasjon	Naturtilstand
2E	Andre kilder til variasjon	Ingen
4 Avgrensning av (abstrakte) naturtyper det er sammenstilt artslister for		
4A	Definisjon av trinn for hver av de adresserte LKM (jf. punkt 1C)	Basistrinninndelingen i NiN[2] Artikkel 3 er fulgt
4B	Definisjon av naturtyper som adresseres i hver av artslistene som inngår i datasettet	Se Fig. B14–1.
6 Standardisering av artsmengdeangivelser		
6A	Valg av artsmengdeskala	6-trinnsskala (standardisert generalisert artslistedatasett)
6B	Dominansindikator	Dekning
7 Standardisering av observasjonsenheter		
7	Valg av standard observasjonsenhet	(b) Enkeltpolygoner, med anslått medianstørrelse = 5 m ² .
8 Artsutvalg		
	Angi artsgruppe(r) som omfattes av artslista	(a2m) moser

9 Fullstendighet og representativitet		
A	Angi fullstendighetssindeksen A	$A = 0,95$; arter som er mangelfullt kjent i definisjonsområdet, f.eks. fordi ingen av forf. har sett den der eller fordi den er ytterst sjelden eller tvilsom, er utelatt. Artslista omfatter 381 mosearter (114 levermoser, 267 bladmoser). Også arter som ikke primært er knyttet til nakent bergsubstrat er inkludert.
B	Angi toleranserepresentativitetsindeksen R	$R = 1,0$
10 Kunnskapsstatus		
	Angi NiNs kunnskapsstatusindikator	4 (god) på en skala fra 0 (ingen) til 5 (sikker)
11 Dokumentasjon av kilder		
A	Referanser til kilder for empirisk informasjon	Hallingbäck et al. (2006, 2008), Hedenäs et al. (2014), Damsholt (2009), Flatberg (2013), Nyholm (1954–69).
B	Artsliste sammenstilt av:	Hans Blom, Torbjørn Høitomt & Rune Halvorsen

Tabell B14–2. T1 Nakent berg: Artstilfang (totalt antall arter registrert med mengdeverdi 1 eller høyere) i ulike kombinasjoner av viktige LKM.

LKM-kombinasjon	UE#1	UE#2	UE#3	UE#4
HF#1 (knaus) & OR#1 & KA#2	44	91	88	48
HF#1 (knaus) & OR#2 & KA#2	63	89	90	53
HF#1 (knaus) & OR#3 & KA#2	33	53	58	45
HF#1 (knaus) & OR#1 & KA#4	64	107	90	34
HF#1 (knaus) & OR#2 & KA#4	76	92	82	32
HF#1 (knaus) & OR#3 & KA#4	38	49	41	22
HF#2 (vegg) & OR#1 & KA#2	60	119	119	60
HF#2 (vegg) & OR#2 & KA#2	90	113	100	44
HF#2 (vegg) & OR#3 & KA#2	52	75	78	47
HF#2 (vegg) & OR#1 & KA#4	94	151	128	42
HF#2 (vegg) & OR#2 & KA#4	122	137	104	35
HF#2 (vegg) & OR#3 & KA#4	64	78	72	34

Tabell B14–3. T1 Nakent berg: Artstilfang (totalt antall arter registrert med mengdeverdi 1 eller høyere) som funksjon av kalkinnhold (KA) for ulike kombinasjoner av andre viktige LKM.

LKM-kombinasjon	KA#1	KA#2	KA#3	KA#4	KA#5
HF#1 (knaus) & UE#1 & OR#3	18	33	42	52	26
HF#1 (knaus) & UE#3 & OR#2	16	38	47	64	32
HF#2 (vegg) & UE#1 & OR#3	45	90	112	100	38
HF#2 (vegg) & UE#3 & OR#2	34	82	111	104	48

Tabell B14–4. T1 Nakent berg: Artstilfang (totalt antall arter registrert med mengdeverdi 1 eller høyere) i VF#2 (flomsonen langs elver og innsjøer) og i VS#2 (fosseregnsonen) for ulike kombinasjoner av viktige LKM.

LKM-kombinasjon	VF#2		VS#2	
	KA#2	KA#4	KA#2	KA#4
HF#1 (knaus)	73	62	62	79
HF#2 (vegg)	106	109	96	128

Tabell B14–5. T1 Nakent berg: Antall arter med optimum for angitt kombinasjon av LKM-trinn.

LKM-kombinasjon	UE#1	UE#2	UE#3	UE#4
OR#3	3	10	15	13
OR#2	9	50	25	6
OR#1	12	91	66	34

Tabell B14–6. T1 Nakent berg: Estimerte gradientlengder (x_g) og reviderte grenser mellom naturtypekandidater for uttørkingseksponering (UE), gitt at alle andre LKM holdes konstant. Alle LKM er skalert med nullpunkt i den tørkeutsatte enden. u = ikke-linearitetsindeksen.

LKM-kombinasjon	Grenser mellom naturtypekand.			x_g	u
	1 & 2	2 & 3	3 & 4		
HF#1 & KA#2 & OR#1	1,63	3,12	4,42	5,72	0,00
HF#1 & KA#2 & OR#2	0,79	1,76	2,92	4,02	0,00
HF#1 & KA#2 & OR#3	0,81	1,69	2,51	3,12	0,08
HF#2 & KA#2 & OR#1	1,05	2,07	3,28	4,68	0,21
HF#2 & KA#2 & OR#2	0,54	1,26	2,48	3,86	0,16
HF#2 & KA#2 & OR#3	0,65	1,35	2,25	3,18	0,04
HF#1 & KA#4 & OR#1	1,50	2,95	4,32	5,71	0,00
HF#1 & KA#4 & OR#2	0,70	1,61	3,03	4,62	0,04
HF#1 & KA#4 & OR#3	0,74	1,56	2,55	3,56	0,01
HF#2 & KA#4 & OR#1	1,04	2,11	3,56	5,23	0,18
HF#2 & KA#4 & OR#2	0,50	1,29	2,78	4,40	0,08
HF#2 & KA#4 & OR#3	0,42	1,07	2,25	3,54	0,00

Tabell B14–7. T1 Nakent berg: Estimerte gradientlengder (x_g) og reviderte grenser mellom naturtypekandidater for overrisling (OR), gitt at alle andre LKM holdes konstant. Alle LKM er skalert med nullpunkt i den tørkeutsatte enden. u = ikke-linearitetsindeksen.

LKM-kombinasjon	Grenser mellom naturtypekand.		x_g	u
	1 & 2	2 & 3		
HF#1 & KA#2 & UE#1	1,26	2,93	4,46	0,00
HF#1 & KA#2 & UE#2	0,87	2,32	3,86	0,00
HF#1 & KA#2 & UE#3	1,23	2,89	4,43	0,00
HF#1 & KA#2 & UE#4	1,55	3,31	4,68	0,00
HF#2 & KA#2 & UE#1	1,02	2,55	4,09	0,00
HF#2 & KA#2 & UE#2	0,83	2,26	3,18	0,00
HF#2 & KA#2 & UE#3	1,00	2,54	4,10	0,00
HF#2 & KA#2 & UE#4	1,28	2,81	4,08	0,00
HF#1 & KA#4 & UE#1	1,22	2,92	4,52	0,00
HF#1 & KA#4 & UE#2	1,05	2,69	4,36	0,00
HF#1 & KA#4 & UE#3	1,32	3,21	5,05	0,00
HF#1 & KA#4 & UE#4	1,63	3,77	5,71	0,00
HF#2 & KA#4 & UE#1	1,26	2,93	4,45	0,00
HF#2 & KA#4 & UE#2	1,03	2,63	4,29	0,00
HF#2 & KA#4 & UE#3	1,00	2,71	4,56	0,00
HF#2 & KA#4 & UE#4	1,41	3,42	5,37	0,00

Tabell B14–8. T1 Nakent berg: Estimerte gradientlengder (x_g) mellom sammenliknbare naturtypekandidater for helningsbetinget forstyrrelsesintensitet (HF), gitt at alle andre LKM holdes konstant.

LKM-kombinasjon	UE				VF#2	VS#2
	#1	#2	#3	#4		
KA#2 & OR#1	2,48	2,18	2,25	2,65	2,14	2,07
KA#2 & OR#2	1,96	1,91	2,16	2,49		
KA#2 & OR#3	1,49	1,74	2,14	2,67		
KA#4 & OR#1	3,21	2,64	2,29	2,12	2,06	2,10
KA#4 & OR#2	2,21	2,04	1,91	1,61		
KA#4 & OR#3	2,10	1,84	1,73	1,88		

Tabell B14–9. T1 Nakent berg: Estimerte gradientlengder (x_g) mellom sammenliknbare naturtypekandidater for helningsbetinget forstyrrelsesintensitet (HF), gitt at alle andre LKM holdes konstant.

LKM-kombinasjon	KA				
	#1	#2	#3	#4	#5
UE#1 & OR#3	1,87	1,49	2,15	2,10	2,22
UE#3 & OR#2	2,26	2,10	2,26	1,91	2,52

Tabell B14–10. T1 Nakent berg: Økologiske relasjoner mellom henholdsvis naturtypekandidater for landstrandsonen langs elver og innsjøer (VF#2) og fossegrensonen (VS#2) og naturtypekandidater for VF#1 og VS#1: estimerte gradientlengder (x_g) og mest like naturtype.

LKM-kombinasjon	VF#2		VS#2		x_g (VF#2 vs. VS#2)
	Mest like naturtype	x_g	Mest like naturtype	x_g	
HF#1 & KA#2	UE#2 & OR#3	2,89	UE#2 & OR#3	2,22	2,31
HF#2 & KA#2	UE#2 & OR#3	2,64	UE#2 & OR#2	1,92	2,55
HF#1 & KA#4	UE#2 & OR#3	2,81	UE#2 & OR#2	2,41	1,86
HF#2 & KA#4	UE#2 & OR#3	2,49	UE#2 & OR#2	2,07	2,15

Tabell B14–11. T1 Nakent berg: Estimerte gradientlengder (x_g) og reviderte grenser mellom naturtypekandidater for kalkinnhold (KA), gitt at alle andre LKM holdes konstant. Alle LKM er skalert med nullpunkt i den kalkfattige enden. u = ikke-linearitetsindeksen.

LKM-kombinasjon	Grenser mellom naturtypekand.				x_g	u
	1 & 2	2 & 3	3 & 4	4 & 5		
HF#1 & UE#1 & OR#3	1,10	2,15	3,35	4,97	6,35	0,20
HF#2 & UE#1 & OR#3	1,19	2,44	3,63	4,88	5,86	0,22
HF#1 & UE#3 & OR#2	1,11	2,14	3,25	4,93	6,39	0,10
HF#2 & UE#3 & OR#2	1,32	2,52	3,62	5,11	6,45	0,12

Tabell B14–12. T1 Nakent berg: Estimerte gradientlengder (x_g) mellom sammenliknbare naturtypekandidater for kalkinnhold (KA) trinn KA#2 og KA#4, gitt at alle andre LKM holdes konstant.

LKM-kombinasjon	UE				VF#2	VS#2
	#1	#2	#3	#4		
HF#1 & OR#1	2,26	2,40	2,43	2,68	2,25	2,12
HF#1 & OR#2	2,24	2,20	2,17	2,28		
HF#1 & OR#3	2,15	2,30	2,46	2,70		
HF#2 & OR#1	2,49	2,58	2,50	2,63	2,09	2,21
HF#2 & OR#2	2,34	2,29	2,04	1,93		
HF#2 & OR#3	2,24	2,22	2,25	2,25		

4 KA	#5 svært kalkrik	65 [1135]	31 [2135]	68 [1325]	34 [2325]
	#4 nokså kalkrik	57 [1134]	23 [2134]	55 [1324]	21 [2324]
	#3 intermediær	64 [1133]	30 [2133]	67 [1323]	33 [2323]
	#2 nokså kalkfattig	43 [1132]	09 [2132]	41 [1322]	07 [2322]
	#1 svært kalkfattig	63 [1131]	29 [2131]	66 [1321]	32 [2321]
(a)		#1bergknaus	#2 bergvegg	#1bergknaus	#2 bergvegg
		1 HF		1 HF	
		UE#1 & OE #3 svært lite uttørkingseksponert, ofte overrislet		UE#3 & OE #2 nokså uttørkingseksponert, i blant overrislet	
		Kombinasjon av UE & OE			

2 UE	#3 nokså uttørkings- eksponert	4 KA	#4 nokså kalkrik	17 [2314]	72 [2314GS2]	
	#2 nokså lite uttørkings- eksponert	4 KA	#5 svært kalkrik		71 [2215GS2]	
			#4 nokså kalkrik	16 [2214]	70 [2214GS2]	73 [2214GS3]
			#2 nokså kalkfattig	02 [2212]	69 [2212GS2]	
(a)				#1(bergvegg) utenfor grotte	#2 overheng	#3 ytre og midtre del av grotte
				GS		

Fig. B14–1. Visualisering av naturtypeinndelingshypotesene som er testet ved analyse av deldatasett fra B14. (a) Artslistene 01–12, 15–26, 35–46 og 49–60 utspenner rektangelet av 4 × 3 naturtypekandidater for UE og OR for to kombinasjoner av HF (HF#1 og HF#2) og KA (KA#2 og KA#4). De 24 artslistene for KA#2 utgjør, sammen med fire artslistene for KA#2 med VF#2 eller VS#2 (høyre, gulfarget kolonne) deldatasett B14A. De 24 artslistene for KA#2 utgjør, sammen med fire artslistene for KA#4 med VF#2 eller VS#2 (høyre, gulfarget kolonne) deldatasett B14B. Disse to deldatasettene er benyttet til testing av hypoteser B14–H1, H3, H4 og H5. (b) De ti artslistene for kombinasjonen UE#1 & OR#3 [røddinnrammet rute i Fig. (a), oransje bakgrunn i (b)], for alle kombinasjoner av HF og KA, som utgjør Deldatasett B14C, samt de ti artslistene for kombinasjonen UE#3 & OR#2 [blåinnrammet rute i Fig. (a), fiolett bakgrunn i (b)], for alle kombinasjoner av HF og KA, som utgjør Deldatasett B14D. Disse deldatasettene benyttes til å teste hypotesene B14–H2(a,b). (c) Artslister som representerer sammenliknbar variasjon langs GS og som blir benyttet til å teste hypotesene B14–H2c og H6. OR#1 (ikke overrislet) og HF#2 (bergvegg) er ansett sammenliknbart med natur i grotte og under overheng.

[illegible]

1131																				
1.506	1132																			
2.022	0.912	1133																		
3.660	2.154	1.829	1134																	
5.559	4.053	3.728	1.899	1135																
1.120	2.080	2.992	3.989	5.888	2321															
1.846	0.893	1.357	2.305	4.204	1.684	2322														
3.088	1.635	1.291	1.969	3.856	2.273	1.241	2323													
4.089	3.122	2.210	1.260	2.301	3.828	2.242	1.556	2324												
5.466	4.228	3.587	2.074	1.333	5.205	3.619	2.933	1.377	2325											

Fig. B14–4. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister som inngår i datasett B14C (nakent berg, svært lite uttørkingseksponert og ofte overrislet, dvs. konstant UE#1 & OR#3, for ulike kombinasjoner av HF og KA). Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen HF, UE, OR og KA; se Fig. B14–1). Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for ulike KA-trinn, men samme HF-trinn; og mørkere blå for sammenliknbare endetrinn langs KA. Oransje celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for ulike HF-trinn, men samme trinnkombinasjon for HF og KA.

1221																				
1.400	1222																			
1.879	0.776	1223																		
3.443	2.167	1.564	1224																	
5.421	4.145	3.542	1.978	1225																
1.353	2.251	3.028	3.935	5.913	2221															
1.901	1.295	1.589	2.240	4.218	1.695	2222														
2.787	1.736	1.357	1.903	3.847	2.194	0.886	2223													
3.942	2.926	2.150	1.145	2.373	3.667	2.041	1.474	2224												
5.662	4.558	3.871	2.391	1.509	5.388	3.761	3.194	1.721	2225											

Fig. B14–5. Økologisk avstandsmatrise mellom artslister som inngår i datasett B14D (nakent berg, svært lite uttørkingseksponert og ofte overrislet, dvs. konstant UE#3 & OR#2, for ulike kombinasjoner av HF og KA). Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon (trinn langs de aktuelle LKM, ordnet i rekkefølgen HF, UE, OR og KA; se Fig. B14–1). Forklaring til fargete celler: Lyseblå celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for ulike KA-trinn, men samme HF-trinn; og mørkere blå for sammenliknbare endetrinn langs KA. Oransje celler inneholder ØA for sammenlikning mellom naturtypekandidater for ulike HF-trinn, men samme trinnkombinasjon for HF og KA.

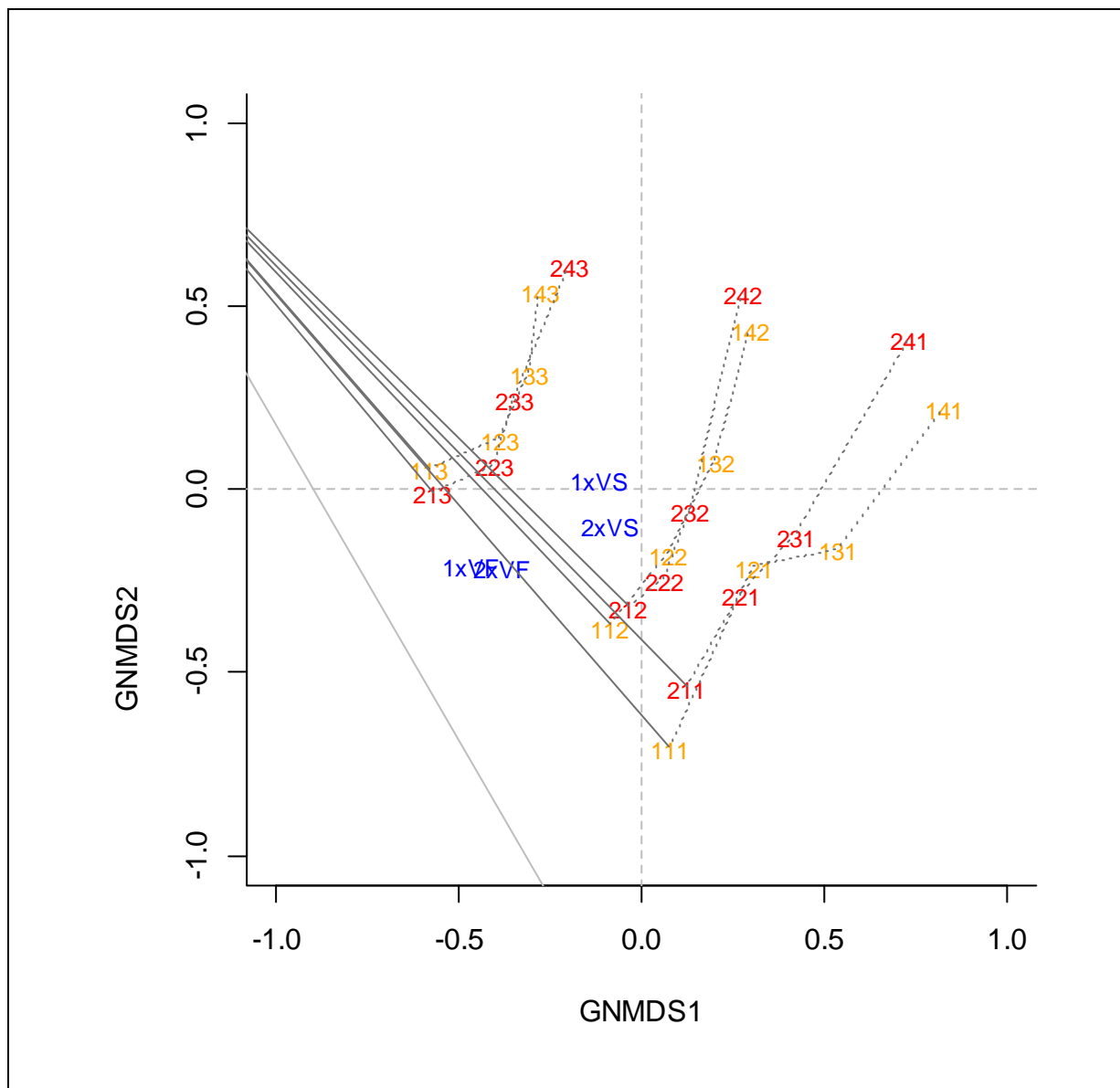
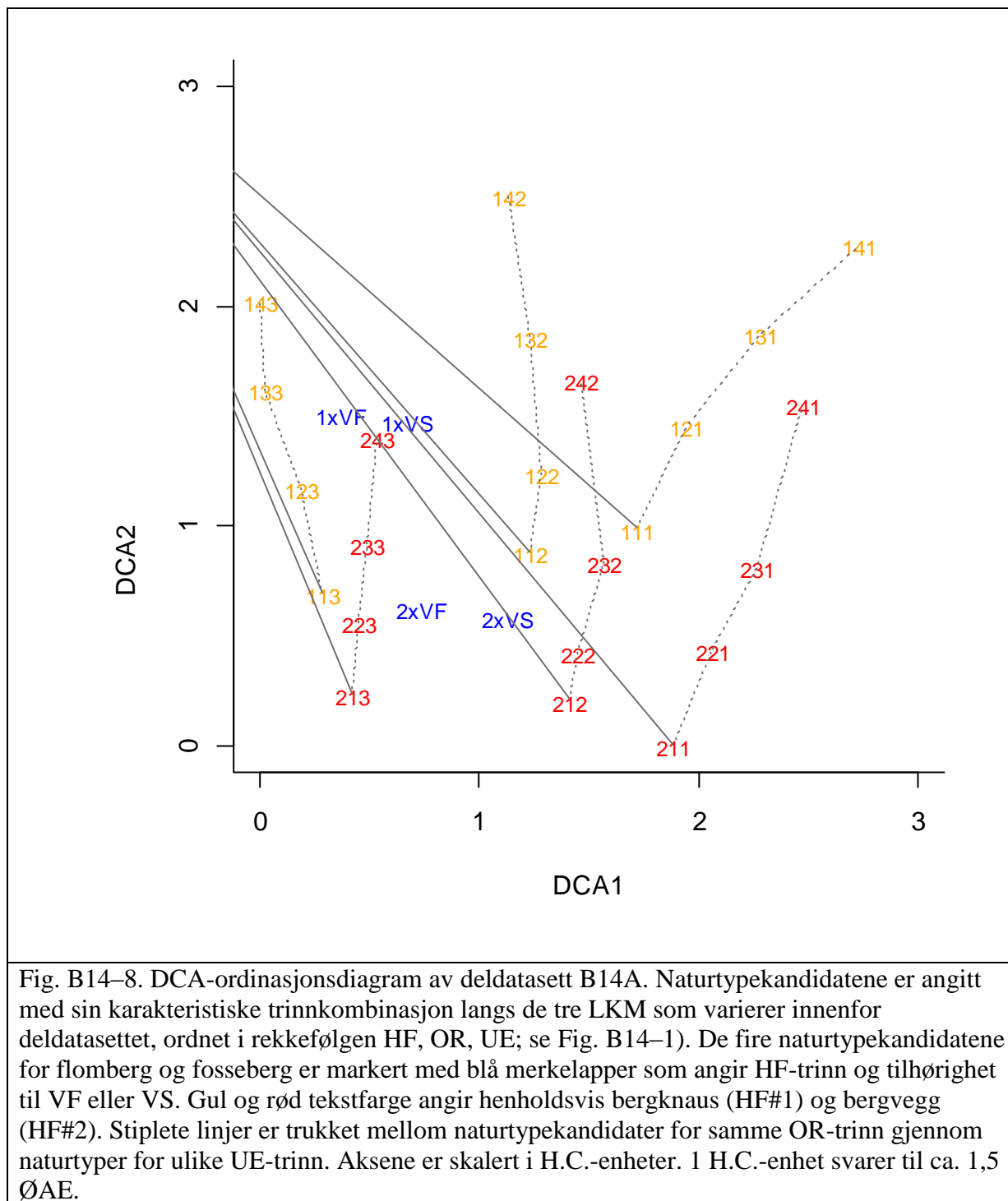


Fig. B14–7. GNMDS-ordinasjonsdiagram av deldatasett B14A. Naturtypekandidatene er angitt med sin karakteristiske trinnkombinasjon langs de tre LKM som varierer innenfor deldatasettet, ordnet i rekkefølgen HF, OR, UE; se Fig. B14–1). De fire naturtypekandidatene for flomberg og fosseberg er markert med blå merkelapper som angir HF-trinn og tilhørighet til VF eller VS. Gul og rød tekstfarge angir henholdsvis bergknaus (HF#1) og bergvegg (HF#2). Stiplede linjer er trukket mellom naturtypekandidater for samme OR-trinn gjennom naturtyper for ulike UE-trinn. Aksene er skalert i H.C.-enheter. 1 H.C.-enhet svarer til ca. 2 ØAE.



Referanser

- Ahti, T. & Stenroos, S. 2013. Nordic lichen flora. 5. Cladoniaceae. – Nordic lichen society & Museum of Evolution, Uppsala University, Uppsala.
- Anonym, 2013a. R version 3.0.2 for Windows. – The R foundation for statistical computing, Wien, <http://cran.r-project.org>.
- Anonym, 2013b. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. – Direktoratgruppen for miljøtilstandsprosjektet 'Vann fra fjell til fjord', Trondheim.
- Bendiksen, E., Brandrud, T.E., Røsok, Ø., Framstad, E., Gaarder, G., Hofton, T.H., Jordal, J.B., Klepsland, J.T. & Reiso, S. 2008. Boreale lauvskoger i Norge. Naturverdier og udekket vernebehov. – Norsk Inst. Naturforsk. Rapp. 367: 1-331.
- Bouttier, J., Di Francesco, P. & Guitter, E. 2003. Geodesic distance in planar graphs. – Nucl. Phys. Ser. B 663: 535-567.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. – Ecol. Monogr. 27: 327-349.
- Buch, H. 1947. Über die Wasser- und Mineralstoffversorgung der Moose. II. – Soc. scient. fenn. Commentes biol. 20: 16: 1-49.
- Busby, J.R. & Whitfield, D.W.A. 1978. Water potential, water content, and net assimilation of some boreal forest mosses. – Can. J. Bot. 56: 1551-1558.
- Baadsvik, K. 1974. Phytosociological and ecological investigations in an alpine area at Lake Kamtjern, Trollheimen Mts, Central Norway. – K. norske Vidensk. Selsk. Skr. 1974: 5: 1-61.
- Czekanowski, J. 1909. Zur differential Diagnose der Neandertalgruppe. – Korrespondenzbl. dt. Ges. Anthrop. 40: 44-47.
- Dahl, E. 1957. Rondane: Mountain vegetation in South Norway and its relation to the environment. – Skr. norske Vidensk.-Akad. Oslo mat.-naturvid. Klasse 1956: 3: 1-374.
- Dahl, E. & Hadač, E. 1941. Strandgesellschaften der Insel Ostøy im Oslofjord. – Nyt Mag. Naturvid. 82: 251-312.
- Damsholt, K. 2009. Illustrated flora of Nordic liverworts and hornworts. – Nordic Bryological Society, Lund.
- De'ath, G. 1999. Extended dissimilarity: a method of robust estimation of ecological distances from high beta diversity data. – Pl. Ecol. 144: 191-199.
- Du Rietz, G.E. 1949. Huvudenheter och huvudgränser i svensk myrvegetation. – Svensk bot. Tidskr. 43: 274-309.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. geobot. 18: 1-248.
- Ekstam, U. & Forshed, N. 1992. Om hävdens upphör: Kärlväxter som indikatorarter i ängs- och hagmarker. – Fälths Tryckeri, Värnamo.
- Faith, D.P., Minchin, P.R. & Belbin, L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. – Vegetatio 69: 57-68.
- Flatberg, K.I. 2013. Norges torvmoser. – Akademika, Trondheim.
- Fransson, S. 1972. Myrvegetation i sydvästra Värmland. – Acta phytogeogr. suec. 57: 1-133.
- Fremstad, E. 1981. Flommarksvegetasjon ved Orkla, Sør-Trøndelag. – Gunneria 38: 1-90.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. – Norsk Inst. Naturforsk. Temahefte 12: 1-279.
- Fremstad, E., Aarrestad, P.A. & Skogen, A. 1991. Kystlynghei på Vestlandet og i Trøndelag. Naturtype og vegetasjon i fare. – Norsk Inst. Naturforsk. Utredn. 29: 1-172.
- Gauch Jr, H.G & Whittaker, R.H. 1972. Coenocline simulation. – Ecology 53: 446-451.

- Gjerde, I., Sætersdal, M., Rolstad, J., Storaunet, K.O., Blom, H.H., Gundersen, V. & Heegaard, E. 2005. Productivity-diversity relationships for plants, bryophytes, lichens, and polypore fungi in six northern forest landscapes. – *Ecography* 28: 705-720.
- Gjærevoll, O. 1956. The plant communities of the Scandinavian alpine snow-beds. – *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1956: 1: 1-405.
- Hallingbäck, T., Lönnell, N., Weibull, H., Hedenäs, L. & von Knorring, P. 2006. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Sköldmossor - blåmossor. Bryophyta: Buxbaumia - Leucobryum. – Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Hallingbäck, T., Lönnell, N., Weibull, H., von Knorring, P., Korotynska, M., Reisborg, C. & Birgersson, M. 2008. Nationalnyckeln til Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Kompaktmossor-Kapmossor. Bryophyta: Anoetangium-Orthodontium. – Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Halvorsen, R. 1977. Myrvegetasjon i indre Østfold. – Oslo, Awarded contribution to the European Philips Competition for Young Scientists and inventors 1977, unpubl.
- Hedenäs, L., Reisborg, C. & Hallingbäck, T. 2014. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Skirmossor - baronmossor. Bryophyta: Hookeria - Anomodon. – Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Heegaard, E. 1997. Ecology of Andreaea in western Norway. – *J. Bryol.* 19: 527-636.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. – Cornell University, Ithaca, N.Y.
- Hill, M.O. & Gauch Jr, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. – *Vegetatio* 42: 47-58.
- Hill, M.O., Preston, C.D., Bosanquet, S.D.S. & Roy, D.B. 2007. BRYOATT: attributes of British and Irish mosses, liverworts and hornworts with information on native status, size, life form, life history, geography and habitat. – Centre for ecology and hydrology, Huntingdon, U.K.
- Holien, H. & Tønsberg, T. 2006. Norsk lavflora. – Tapir, Trondheim.
- Hosokawa, T., Odani, N. & Tagawa, H. 1964. Causality of the distribution of corticolous species in forests with special reference to the physio-ecological approach. – *Bryologist* 67: 396-411.
- Jordal, J.B. & Gaarder, G. 1995. Biologiske undersøkingar i kulturlandskapet i Møre og Romsdal i 1994. Planter og sopp i naturbeitemarker og naturenger –Fylkesmannen Møre Romsdal LandbrAvd. Rapp. 1995: 2: 1-99.
- Kalela, A. 1954. Zur Stellung der Waldtypen im System der Pflanzengesellschaften. – *Vegetatio* 5-6: 50-62.
- Kendall, M.G. 1938. A new measure of rank correlation. – *Biometrika* 30: 81-93.
- Kielland-Lund, J. 1981. Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. – *Phytocoenologia* 9: 53-250.
- Klokk, T. 1980. River bank vegetation along lower parts of the river Gaula, Orkla and Stjørdalselva, Central Norway. – *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1980: 4: 1-70.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. Ny revidert utgave ved Hildur Krog og Tor Tønsberg, ed. 2. – Universitetsforlaget, Oslo.
- Kruskal, J.B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. – *Psychometrika* 29: 1-27.
- Kruskal, J.B. 1964. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. – *Psychometrika* 29: 115-129.
- Kruskal, J.B., Young, F.W. & Seery, J.B. 1973. How to use KYST, a very flexible program to do multidimensional scaling and unfolding. – Bell Labs., Murray Hill, New Jersey, unpubl.

- Kuusipalo, J. 1985. An ecological study of upland forest site classification in southern Finland. – *Acta for. fenn.* 192: 1-77.
- Kvalvik, M.S. & Bär, A. 2012. Skjøtselsplan for kystlynghei. Spjutøya, Lurøy kommune, Nordland. – *Bioforsk Rapp.* 7: 156: 1-21.
- Kvalvik, M.S., Bär, A. & Dyrhaug, M. 2012. Skjøtselsplan for kystlynghei. Nordsolvær, Lurøy kommune, Nordland. – *Bioforsk Rapp.* 7: 151: 1-20.
- Kvalvik, M.S., Carlsen, T.H., Dyrhaug, M. & Bär, A. 2012. Skjøtselsplan for kystlynghei og slåtte-mark. Dyrøya, Buøya, Grytøya og Sauøya, Lurøy kommune, Nordland. – *Bioforsk Rapp.* 7: 133: 1-67.
- Kvalvik, M.S., Carlsen, T.H., Johansen, L., Thorvaldsen, P., Dyrhaug, M. & Bär, A. 2013. Verdifulle kystlyngheilokaliteter på Ytre Helgeland. Resultater fra kartlegging av kystlynghei fra Bindal i sør til Rødøy i nord. – *Bioforsk Rapp.* 8: 156: 1-287.
- Kvalvik, M.S. & Dyrhaug, M. 2013. Skjøtselsplan for kystlynghei. Risøya, Rødøy kommune, Nordland. – *Bioforsk Rapp.* 8: 123: 1-34.
- Lahti, T. & Väisänen, R.A. 1987. Ecological gradients of boreal forests in South Finland; an ordination test of Cajanders's forest site type theory. – *Vegetatio* 68: 145-156.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. 7 utgåve ved R. Elven. – Det Norske Samlaget, Oslo, Norway.
- Losvik, M.H. 1993. Hay meadow communities in western Norway and relations between vegetation and environmental factors. – *Nord. J. Bot.* 13: 195-206.
- Losvik, M.H. 2007. Regional species pools of hay meadows: a case study. – *Appl. Veg. Sci.* 10: 239-248.
- Lundqvist, J. 1968. Plant cover and environment of steep hillsides in Pite Lappmark. – *Acta phytogeogr. suec.* 53: 1-153.
- Malmer, N. 1962. Studies on mire vegetation in the Archaean area of Southwestern Götaland (South Sweden). I. Vegetation and habitat conditions on the Åkhult mire. – *Opera bot.* 7: 1: 1-322.
- Minchin, P.R. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. – *Vegetatio* 69: 89-107.
- Moen, A. 1990. The plant cover of the boreal uplands of Central Norway. I. Vegetation ecology of Sølendet nature reserve; haymaking fens and birch woodlands. – *Gunneria* 63: 1-451.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. – Statens Kartverk, Hønefoss.
- Moen, A., Norderhaug, A. & Skogen, A. 1993. Nasjonal registrering av verdifulle kulturlandskap. 2. Håndbok for feltregistrering. Viktige vegetasjonstyper i kulturlandskapet, Midt-Norge. – Norsk Inst. Naturforsk. & Dir. Naturforv., Trondheim.
- Måren, I.E., Jonovský, Z., Spindelböck, J.P., Daws, M.I., Kaland, P.E. & Vandvik, V. 2010. Prescribed burning of northern heathlands: *Calluna vulgaris* germination cues and seed-bank dynamics. – *Pl. Ecol.* 207: 245-256.
- Måren, I.E. & Vandvik, V. 2009. Fire and regeneration: the role of seed banks in the dynamics of northern heathlands. – *J. Veg. Sci.* 20: 871-888.
- Nilsen, L.S. & Moen, A. 2009. Coastal heath vegetation in central Norway. – *Nord. J. Bot.* 27: 523-538.
- Norderhaug, A. 1988. Urterike slåtteenger i Norge. Rapport fra forprosjekt. – *Økoforsk Utredn.* 1988: 3: 1-92.
- Nordhagen, R. 1928. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. – *Skr. norske Vidensk.-Akad. Oslo mat.-naturvid. Klasse* 1927: 1: 1-612.
- Nordhagen, R. 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. – *Bergens Mus. Skr.* 22: 1-607.

- Nyholm, E. 1954-69. Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II. Musci. – Stockholm, Swedish natural science research council.
- Odland, A. 1981. Pre- and subalpine tall herb and fern vegetation in Røldal, W Norway. – Nord. J. Bot. 1: 671-690.
- Odland, A. 2005. Oligotrophic and mesotrophic vegetation in southern Scandinavian mountains. Gradients in species and community distribution extracted by numerical analyses of earlier published vegetation descriptions. – *Phytocoenologia* 35: 985-1018.
- Odland, A. & Munkejord, H.K. 2008. Plants as indicators of snow layer duration in southern Norwegian mountains. – *Ecol. Indic.* 8: 57-68.
- Odland, A. & Munkejord, H.K. 2008. The importance of date of snowmelt for the separation of different oligotrophic and mesotrophic mountain vegetation types in Southern Norway. – *Phytocoenologia* 38: 3-21.
- Oksanen, J., Blanchet, F.R., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G., Solymos, P., Stevens, M.H.H. & Wagner, H.H. 2012. Package 'vegan' Version 2.0-3. – <http://cran.r-project.org>, The R foundation for statistical computing.
- Olsson, G.A., Austrheim, G., Bele, B. & Grøntvedt, E. 1995. Seterlandskapet i Budalen og Endalen, Midtre Gauldal, Midt-Norge. Kulturhistoriske og økologiske forhold i fjellets kulturlandskap. – Fylkesmannen Sør-Trøndelag Miljøvernavd. Rapp. 1995: 2: 1-96.
- Proctor, M.C.F., Oliver, M.J., Wood, A.J., Alpert, P., Stark, L.R., Cleavitt, N.L. & Mishler, B.D. 2007. Desiccation-tolerance in bryophytes: a review. – *Bryologist* 110: 595-621.
- Rørslett, B. 1983. Tyrifjord og Steinsfjord. Undersøkelse av vannvegetasjon 1977-1982. – Norsk Inst. Vannforsk. Oppdragsrapp. 1510-1511: 1-300+301-160.
- Samuelsson, G. 1917. Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von Dalarne. – Nova Acta regiae Soc. scient. upsal. Ser. 4 4: 8: 1-252.
- Sandlund, O.T., Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O.H., Fjeldstad, H.-P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. & Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. – Miljødirektoratet Rapp. 22: 1-59.
- Sjörs, H. 1948. Myrvegetation i Bergslagen. – *Acta phytogeogr. suec.* 21: 1-299.
- Skre, O. & Oechel, W.C. 1981. Moss functioning in different taiga ecosystems in interior Alaska. I. Seasonal, phenotypic, and drought effects on photosynthesis and response patterns. – *Oecologia* 48: 50-59.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. Biometry, ed. 3. – Freeman, New York.
- Solli, A. & Nordgulen, Ø. 2007. Berggrunnskart over Norge og kaledonidene i Sverige og Finland målestokk 1:2 000 000. – Norges geologiske undersøkelse, Trondheim.
- Steinnes, A. 1988. Vern og skjøtsel av kysthei i Rogaland. – *Økoforsk Rapp.* 1988: 11: 1-119.
- Swan, J.M.A. 1970. An examination of some ordination problems by use of simulated vegetation data. – *Ecology* 51: 89-102.
- Vandvik, V., Heegaard, E., Måren, I.E. & Aarrestad, P.A. 2005. Managing heterogeneity: the importance of grazing and environmental variation on post-fire succession in heathlands. – *J. appl. Ecol.* 42: 139-149.
- Velle, L.G., Nilsen, L.S., Norderhaug, A. & Vandvik, V. 2014. Does prescribed burning result in biotic homogenization of coastal heathlands? – *Global Change Biol.* 20: 1429-1440.
- Velle, L.G. & Vandvik, V. 2014. Succession after prescribed burning in coastal *Calluna* heathlands along a 340-km latitudinal gradient. – *J. Veg. Sci.* 25: 546-558.
- Wheeler, B.D. & Proctor, M.C.F. 2000. Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires. – *J. Ecol.* 88: 187-203.
- Williamson, M.H. 1978. The ordination of incidence data. – *J. Ecol.* 66: 911-920.
- Yoshioka, P.M. 2008. Misidentification of the Bray-Curtis similarity index. – *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 368: 309-310.

- Ødegaard, F., Brandrud, T.E., Hansen, L.O., Hanssen, O., Öberg, S. & Sverdrup-Thygeson, A. 2011. Sandområder – et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II. – Norsk Inst. Naturforsk. Rapp. 712: 1-82.
- Økland, R.H. 1986. Rescaling of ecological gradients. I. Calculation of ecological distance between vegetation stands by means of their floristic composition. – Nord. J. Bot. 6: 651-660.
- Økland, R.H. 1989a. A phytoecological study of the mire Northern Kisselbergmosen, SE Norway. I. Introduction, flora, vegetation and ecological conditions. – Sommerfeltia 8: 1-172.
- Økland, R.H. 1989b. Hydromorphology and phytogeography of mires in inner Østfold and adjacent part of Akershus, SE Norway, in relation to regional variation in SE Fennoscandian mires. – Opera bot. 96: 1-122.
- Økland, R.H. 1990a. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. – Sommerfeltia Suppl. 1: 1-233.
- Økland, R.H. 1990b. A phytoecological study of the mire Northern Kisselbergmosen, SE Norway. II. Identification of gradients by detrended (canonical) correspondence analysis. – Nord. J. Bot. 10: 79-108.
- Økland, R.H. 1990c. Regional variation in SE Fennoscandian mire vegetation. – Nord. J. Bot. 10: 285-310.
- Økland, R.H. 1997. Population biology of the clonal moss *Hylocomium splendens* in Norwegian boreal spruce forests. III. Six-year demographic variation in two areas. – Lindbergia 22: 49-68.
- Økland, R.H. & Bendiksen, E. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in the Grunningsdalen area, Telemark, SE Norway. – Sommerfeltia 2: 1-224.
- Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation-environment relationships of boreal coniferous forests in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. – Sommerfeltia 16: 1-254.
- Økland, R.H., Økland, T. & Rydgren, K. 2001a. A Scandinavian perspective on ecological gradients in north-west European mires: reply to Wheeler and Proctor. – J. Ecol. 89: 481-486.
- Økland, R.H., Økland, T. & Rydgren, K. 2001. Vegetation-environment relationships of boreal spruce swamp forests in Østmarka Nature Reserve, SE Norway. – Sommerfeltia 29: 1-190.
- Økland, T. 1996. Vegetation-environment relationships of boreal spruce forest in ten monitoring reference areas in Norway. – Sommerfeltia 22: 1-349.
- Aarrestad, P.A. & Vandvik, V. 2000. Vegetasjonsendringer i vestnorsk kysthei - effekter av skjøtselsformene brann og sauebeite ved rehabilitering av gammel lynghei på Lurekalven i Hordaland. – Norsk Inst. Naturforsk. Fagrapp. 44: 1-55.