

Feltrapport i geofag 1

VOSSO- EN RISIKOANALYSE AV FREMTIDENS FARER



Kilde: stock.adobe.com

Einar Nicolai Gaard Storvestre

Innhold

INTRODUKSJON.....	1
OVERSIKT OVER VOSSO	2
FLOMHENDELSER	3
ÅRSAKER TIL FLOM I VOSSO	3
NATURLIGE ÅRSAKER	3
MENNESKESKAPTE ÅRSAKER.....	4
PROSESSER UNDER EN FLOM	5
FRAMSKRIVNINGER.....	8
FOREBYGGING OG HÅNDTERING AV FLOM I VOSSO	10
STRUKTURELLE TILTAK:	10
IKKE-STRUKTURELLE TILTAK:.....	11
KONKLUSJON	12
KILDER.....	13

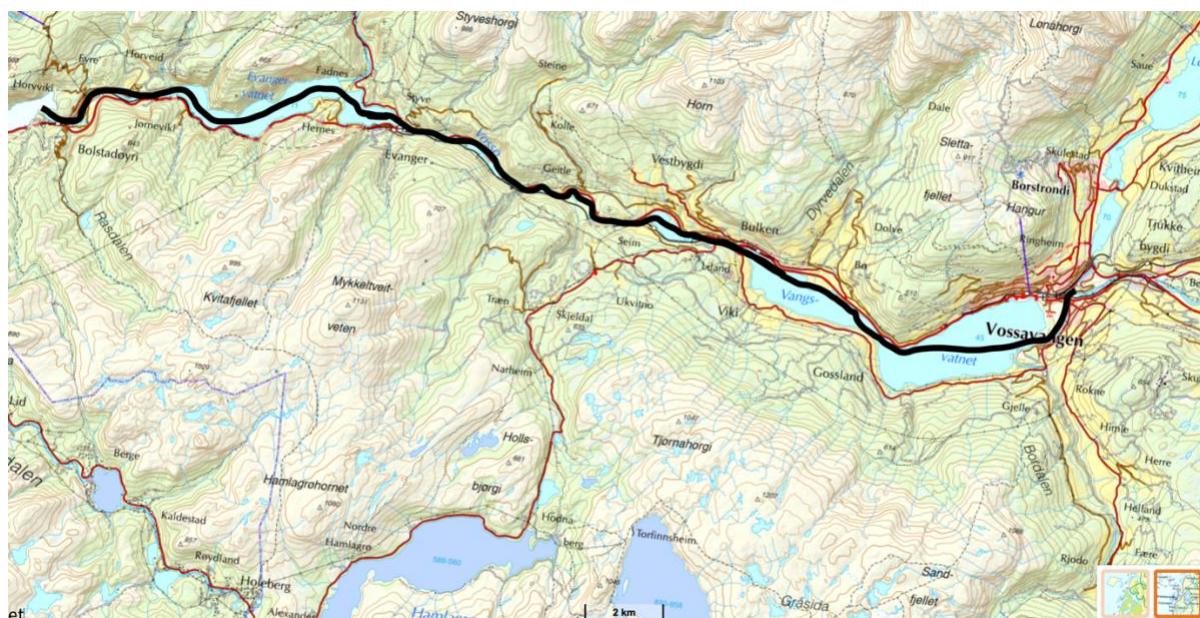
Introduksjon

I denne feltrapporten skal jeg ta for meg og vurdere risikoen for flom ved elven Vosso på Voss, i dag og i fremtiden. Ved denne oppgaven ønsker jeg å få bedre innsikt i hvordan fremtidens klimaendringer skaper problemer, og hvilke tiltak som kan iverksettes for å redusere skadene ved ekstremvær og flom. Jeg har valgt denne oppgaven siden Voss er et sted jeg har tilbrakt mye tid, og ofte kjører gjennom. Da har jeg med egne øyne sett den store variasjonen i vannstand, og hvilke store ødeleggelsjer flom og oversvømmelser av elven gir, både materielt og menneskelig. I tillegg har bred mediedekning av storflommen i 2014 pirret interessen min for å utforske de enorme kreftene bak ødeleggelsene. Derfor skal jeg i denne oppgaven se på årsakene og hva som skjer under en flom, i tillegg til forskjellige tiltak for å skire Vosso-vassdraget på en bærekraftig måte i fremtiden som også tar hensyn til omgivelsene

En utfordring kommer sjeldent alene, og samtidig som prognosene om økende ekstremvær og nedbør, vokser lokalsamfunnet. Det betyr at man må se enda nærmere

på tiltak som håndterer overvann og flom. Derfor må også nye arealplaner ta hensyn til større vannmengder, som ikke bør komme på avveie. Dette er en ekstra stor utfordring med tanke på prognosene om hyppigere og mer ekstreme nedbørsmengder grunnet fremtidens klima. Da vil overvann og flom skape store problemer, spesielt i tettbebygde arealer, som er i stadig vekst. I etterkant av den store flommen i Vosso i 2014, har mange ønsket bedre flomsikring for å unngå enda en katastrofe i Voss sentrum. Dette har støtt på problemer og diskusjoner mellom naturforkjemper og lokalbefolkningen.

Oversikt over Vosso:



Figur 1: Vosso tegnet i svart. (Kart hentet fra norgeskart.no)

Vossovassdraget strekker seg fra Tvedemoen ved Vossevangen, til utløpet i Bolstadfjorden ved Bolstadøyri (ca 12 km). Vassdraget dannes av Raundals- og Strandaelva, og alle tre har vernestatus mot kraftutbygging gjennom den tredje verneplanen for vassdrag i 1986 (Wikipedia, 2024). Vassdraget har sitt utløp i Vangsvatnet, hvor vernestatusen er gjeldende til utløpet (Selland & Rosvold, 2024). Vosso er verdifull geologisk, og påvirkes av dens tilhørende geotop. Videre er Vosso det mest vannrike vassdraget på Vestlandet på grunn av et nedbørsfelt på nesten 1600 km^2 . Topografisk er nedbørfeltet variert med høyfjell og lavland. Videre er vassdraget grundig dokumentert av flere målestasjoner ved blant annet bulken, der tallene går så langt

tilbake som til 1891. Vassdraget har historisk vært viktig for sportsfiske av laks. Der spesielt mange engelske handelsmenn tok turen. Etter hvert har laksebestanden sunket betraktelig, og siden 2014 har det vært registrert svært lite fangst. I 2020 ble kun 70 kg fisket opp, derav 66 kg sjøørret og fire kg laks (Selland & Rosvold, 2024).

Flomhendelser

Vosso har vært stadig voksende, og hatt en lang historikk med flom. I perioden 1961-1990 økte vannføringen med 13% sammenlignet med de foregående 30 årene. Navnet til en flom tas i utgangspunkt i hvor ofte en tilsvarende flom statistisk sett vil inntrefte, dette gir betegnelser som 20-års flom osv. Det er anslått at ved en 100-års flom i Vosso vil vannstanden stige syv meter. På de siste åtte årene har voss kommune har opplevd fem 20-årsflommer. Den kanskje mest kjente flomhendelsen skjedde i 2014. Da inntraff en såkalt 200-års flom Voss og Vosso. Flommen i 2014 hadde en vannføring på omtrent $800 \frac{m^3}{s}$, og var så katastrofalt ødeleggende at erstatninger utbetalt av forsikringsselskap var på omtrent 500 millioner kroner. (Skog et.al., 2020)

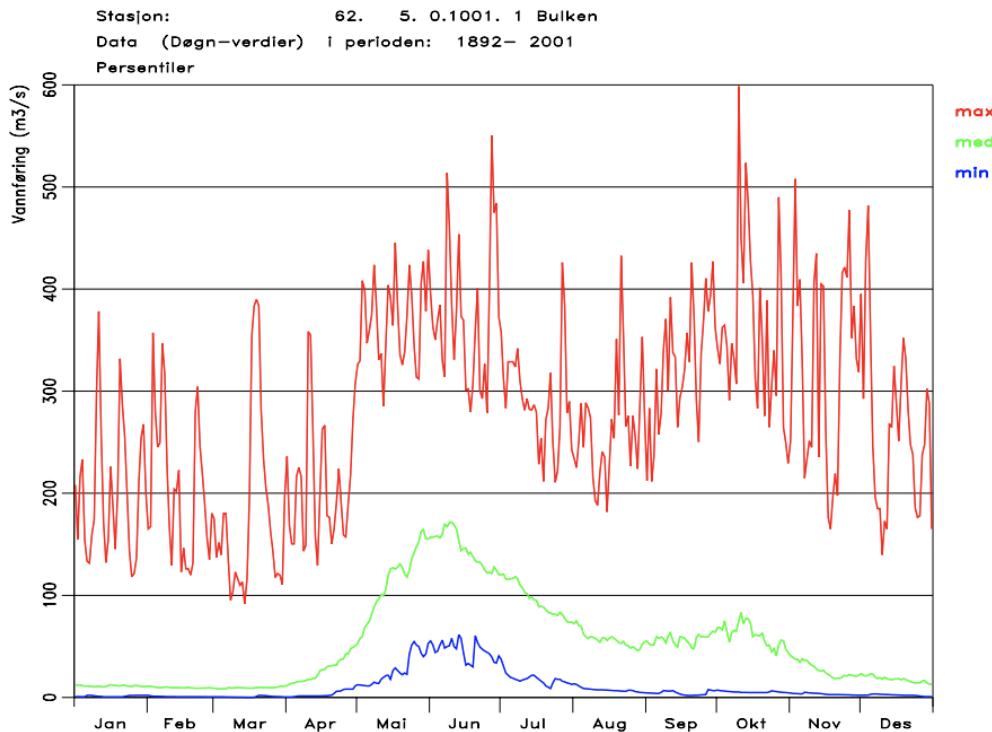
Årsaker til Flom i Vosso

Når det gjelder årsaker til flom i Vosso er disse mange, og sesongbasert. Spesielt byr høstsesongen på mye nedbør, og vårsesongen preges av snøsmelting.

Naturlige Årsaker:

Hovedårsakene til flom i Vosso er nedbør, temperatur, og snøsmelting. Intense og langvarige regnfall fører til store vannmengder og overvann, som oversvømmer elvebreddene i Vosso. Høye temperaturer på våren, eller regn på snødekket, fører til rask snøsmelting som øker vannføringen. Det skjer stort sett hvert år en vårfлом i Vosso i forbindelse med snøsmeltingen i mai og juni. De årlige flommene har omgivelsene stort sett tilpasset seg, slik at de sjeldent medfører skadefinnings. Der skader av noe

omfang skjer gjerne i forbindelse med flommer som har lengre gjentaksintervall. Flommenene med lengre intervaller (storflommene) forekommer oftest på høsten (oktober – desember).



(kilde: Holmqvist, 2003)

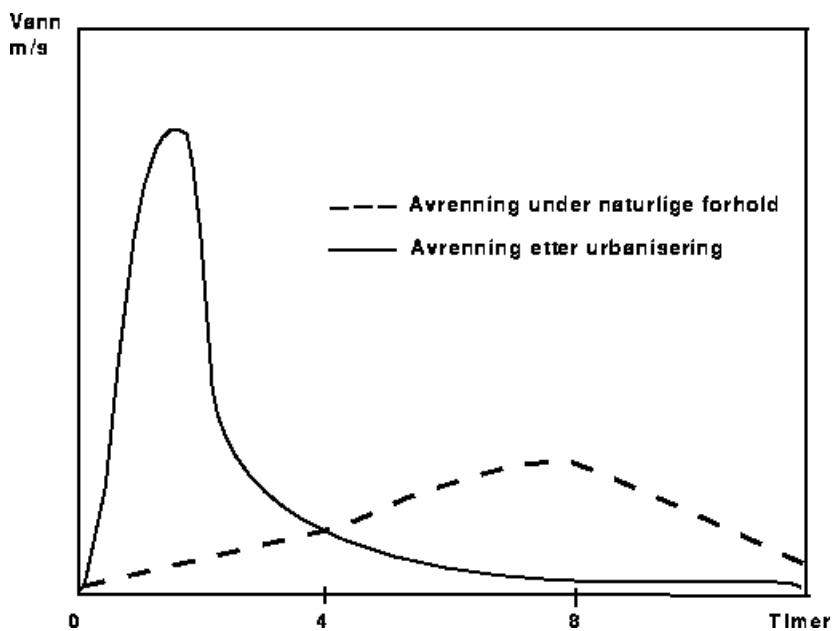
Figur 2: Grafen viser hydrologiske data for Vosso. Kurvene viser ovenfra: største, median og minste observerte vannføring fra 1892 til 2001 ved målestasjonen 62.5 Bulken ved utløpet av Vangsvatnet.

Ut fra figur 1 ser man at den største vannføringen vanligvis er i mai-juni, mens de mest ekstreme tilfellene er på høsten.

Menneskeskapte Årsaker:

Menneskers endring av antroposfæren gjør oss mindre robuste i møte med ekstremvær og flom. Den første faktoren impermeable overflater i byområder som asfalt og betong. Disse øker avrenning og forverrer flomproblemer i urbane områder. En annen viktig faktor er land- og skogbruk. Større andel dyrket mark og skoghogst påvirker jordens evne til å absorbere vann. Det er en del gårder og næringseiendommer i nærheten av Voss, som

driver skogrydding. Dersom vegetasjonen ville ha absorbert regnvannet, er bakken mettet eller impermeabel og vannet renner direkte over overflaten til nærliggende vannløp.



(kilde: regjeringen.no, 1994)

Figur 3: Illustrasjon av forskjellene i tidspunkt for avrenning i urbanisert og naturlig nedbørsfelt.

Som vi ser på figur 2, er kurven for avrenning etter urbanisering sterkt fremskyndet, og arealbruk i nedbørsfelt har stor betydning for vanntilsig til vassdragene. På Voss er det flere bymessige strøk, og menneskelig inngrep som har endret de naturlige hydrologiske prosessene. Det natrulige dreneringssystemet som elver og bekker, blir erstattet av rør. Det gjør at vannstrømmene transporteres raskt ut i vassdragene, fordunstning reduseres og flomforholdene forverres. Noe som også fremskyver den hydrologiske prosessen, er at løsmasser dekker av flater med liten infiltrasjonskapasitet. Som et resultat av å utjevne terrenget og fjerne naturlig vegetasjon, øker overflateavrenningen betydelig. Dette skjer også utenfor tettbebygde strøk som ved næringseiendommer. Der lukker de bekker, driver flatehogst og planerer bakken.

Prosesser under en Flom

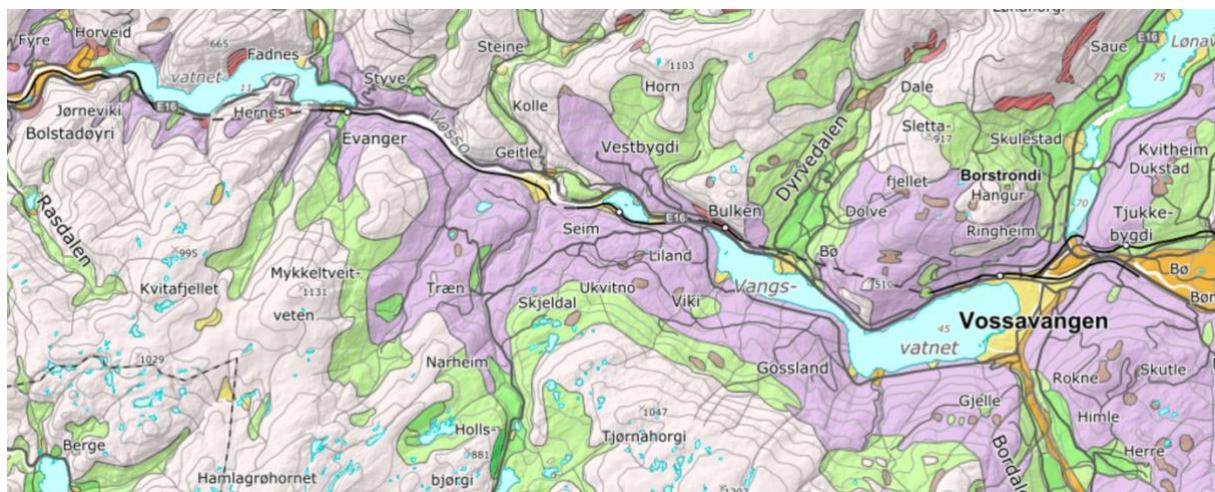
Flom og erosjon er naturlige prosesser som både økosystemer og mennesker har lært å tilpasse seg til over tid. Elver og landskapet rundt påvirker hverandre: vannet graver seg

inn i elvens yttersvinger, mens sedimenter avsettes i innersvingene på grunn av lavere hastighet, noe som fører til at elveløpet skifter. Som et resultat kan elven utvikle store meandersvinger, og vannet kan skape nye løp korteste vei, før prosessen starter på nytt.

Flommer kan ha gunstige effekter. En positiv side er at den letter fiskevandringsrutene (som for laks), skifter ut vannet og renser elveløpene, samt tilfører grunnvann til planter. Flom kan også føre til avsetning av fruktbare sedimenter på flommarkene. Spesielt leirepartikler har stort overflateareal som kan binde næringsstoffer som kalium, magnesium og kalsium, samt mikronæringsstoffer som jern, som kan være gunstig for landbruket etter at flommen har avtatt. Ved Vosso og Norge generelt har imidlertid flommenes skadepotensial vært hovedfokus.

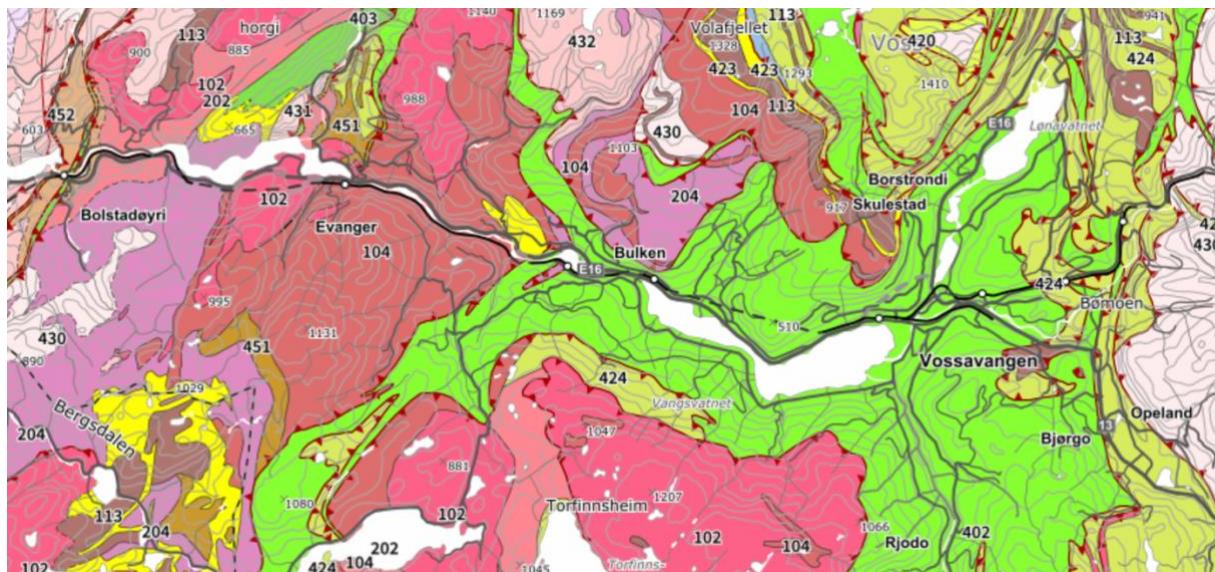
Under en storflom øker vannføringen dramatisk, noe som resulterer i en betydelig økning i vannets strømstyrke. Denne økte strømstyrken gir vannet mer kraft til å erodere elvebredder og elvebunner. Da øker elvens hydrauliske erosjon, altså at vannets kraft presser mot elvebredden og bunnen, som kan føre til utglidning i elveleiet. De store vannmengdene øker også bunntransporten av stein, sand og grus. Materialet fraktes langs bunnen av vassdraget, og intensiteten øker eksponentielt med vannhastigheten. Dette fører til at større partikler som sand, grus og små steiner ruller eller hopper langs elvebunnen, også kalt saltasjon. De største partiklene som ikke påvirkes av saltasjon, blir ved sterk nok strøm bunnsept langs vassdraget.

Vannstrømmen fjerner og transporterer løsmateriale fra elvebunnen og -breddene. Ved flom og større vannmengder øker turbulensen i vannet, og små partikler som leire holdes og fraktes lengre i vassdraget. Det gir økt abrasjon, som vil si at sedimenter og partikler i vannet virker som slipemidler, og eroderer ned berggrunnen og jordsmonnet. Sedimenter kan forurense vannet, skade fiskebestanden og redusere vannkvaliteten. Innsjøer virker som sedimentasjonsbasseng for bunntransport og erosjonsmateriale. Derfor avsettes det meste av materialet ved elvenes innløp i innsjøer eller fjorder. Da oppstår det deltaområder, og mange skiftene elveløp.



Figur 4: Løsmassekart over Vosso, der forvitningsmateriale er markert i illa (Kilde: NGU, 2024)

Ovenfor ser vi at løsmassene rundt Vosso består stort sett av forvitningsmateriale. Forvitningsmateriale er ofte løsere og mer utsatt for erosjon sammenlignet med fast fjell. Ved en flom i Vosso vil det skje betydelig erosjon av forvitningsmaterialet, som kan endre elveløpet og forårsake skade på infrastruktur som: tog, veier, broer, hus og jordbruksjord. Løst forvitningsmateriale transportereres lett av elven under flom. Da kan det bli sedimentering nedstrøms, som kan heve elvebunnen og redusere elvens kapasitet, og dermed øke risikoen for fremtidige flommer.

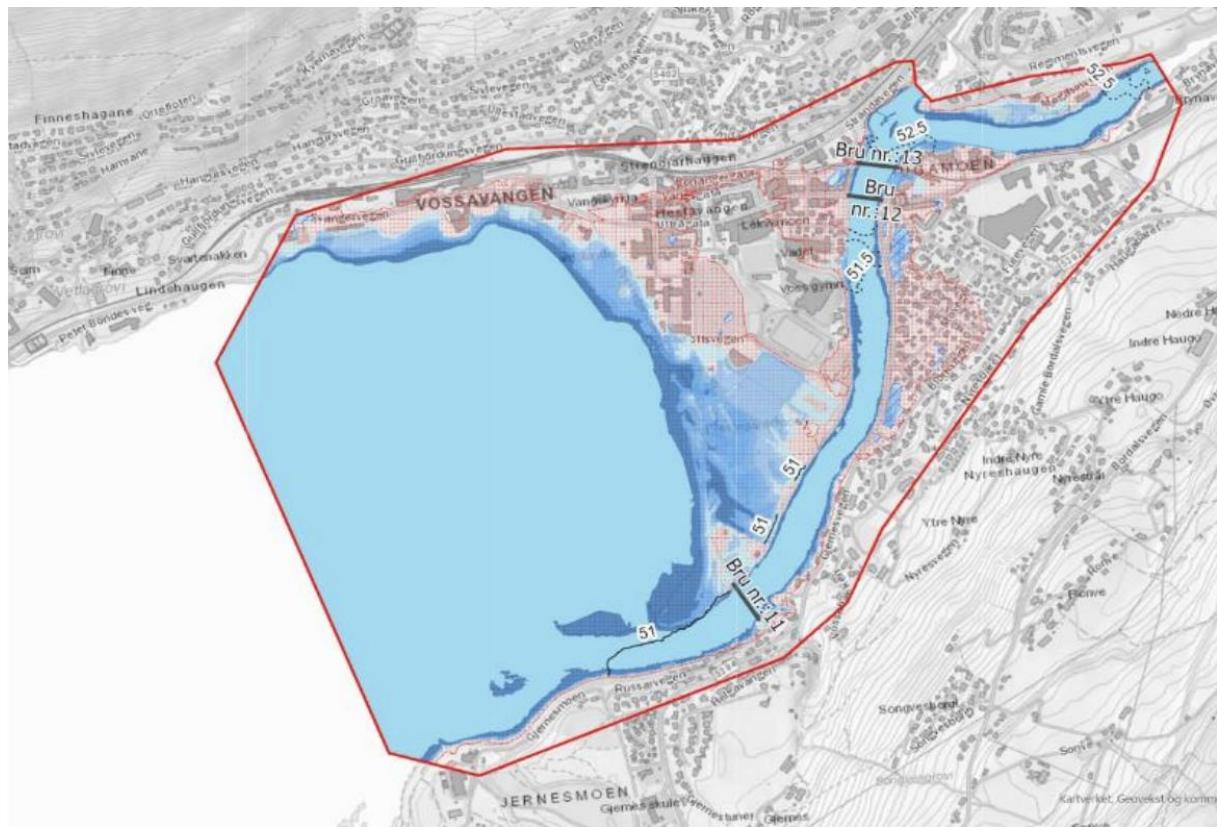


Figur 5: Kart over berggrunnen rundt Vosso. Der fyllt er lysegrønn. (Kilde: NGU, 2024)

Her ser vi at berggrunnen rundt øvre og midtre del av Vosso er preget av omdannet fyllitt og skyvedekkebergarter (NVE, 2009). Fyllitt er en metamorf bergart som dannes fra leirskifer og er kjent for sin flakete struktur. Det anslås å være kvartære avsetninger og former, men over et langt tidsrom som gir variasjoner i landskapet. Fyllitt omdannes primært ved platekollisjoner, og har relativt lav styrke sammenlignet med andre metamorfe bergarter, som gjør den mer utsatt for sedimentering ved erosjon. Fyllitt er faktisk den mykeste av de metamorfe leirbergartene. Som nevnt tidligere vil erosjon og avsetning kunne heve elvebunnen, og ytterligere øke flomrisikoen. I tillegg har fyllitt i likhet med leirskifer lav permeabilitet, som øker overflateavrenningen og risikoen for flom (SNL, 2024).

Framskrivninger

Klimaet fremover er spådd å bli villere og våtere. Det forventes i løpet av det neste århundret at nedbørsmengden økes med 15 % årlig på Voss (Voss herad, 2020). Derfor vil flom forårsaket av nedbør øke, mens flom forårsaket av snøsmelting i Vosso reduseres. Derfor vil vassdrag i Vestland fylke forvente større flommer enn tidligere. En 200-års flom i Vosso vil i 2100 ha 40% høyere vannføring (Vingerhagen, 2020). Endringer i vegetasjon og klimamønstre på hele kloden, men også ved Voss, vil påvirke mengden og fordelingen av nedbør, fordampning og vannlagring, noe som igjen påvirker vannressursene. I tillegg spår forskere høyere temperaturer, som igjen vil føre til flere og større flommer.



Figur 5: Flomsonekart for øvre del av Vosso, Vangsvatnet og Voss sentrum ved en 200-års flom i dag (blått) og i år 2100 (skravert i rødt) (Kilde: Vingerhagen, 2020)

Det er tydelig at klimapåslaget for flommen i 2100 har et mye større skadeomfang. Der flere broer sannsynligvis vil kollapse, og boligfelt oversvømmes.

Sted	Antall skadeflommer (i løpet av 25 år)		Antall skadeflommer etter tiltak (i løpet av 25 år)	
	Dagens klima	Fremtidig klima	Dagens klima	Fremtidig klima
Vosso gjennom Voss sentrum	1	4	0	0
Vangsvatnet	1-2	10	0	0
Evanger	6	Ca. 30	0	5

Figur 6: oversikt over fremtidige flommer, differensiert etter klimapåslag (Skog et.al, 2020)

Dette viser at tiltak for å unngå og redusere flom er helt nødvendig med tanke på endringene i klima.

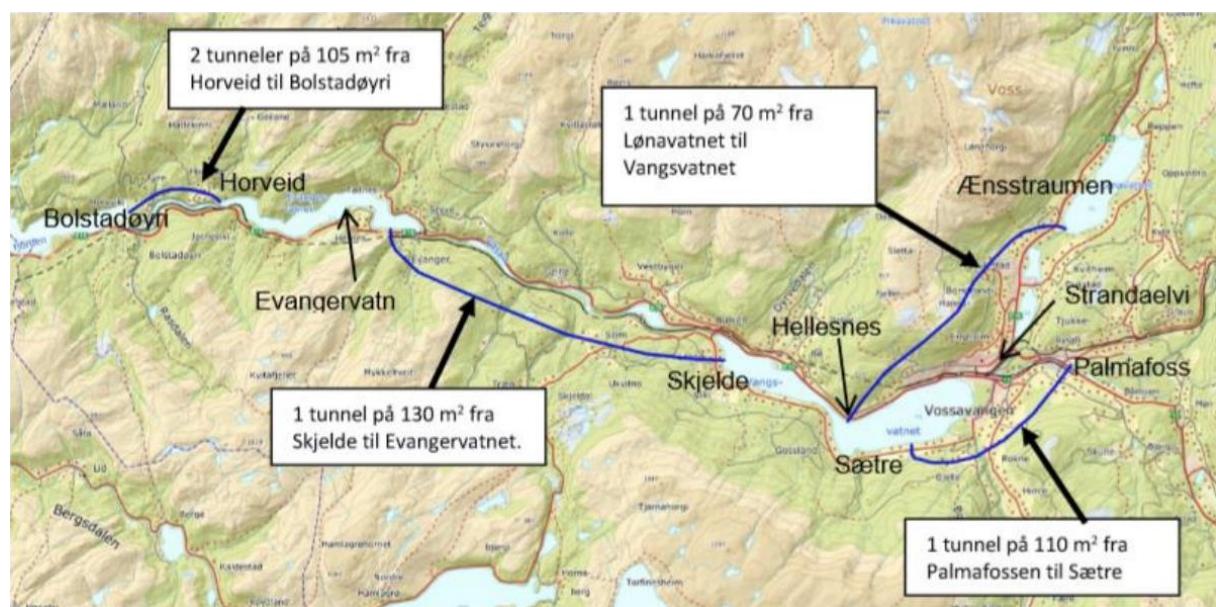
Forebygging og Håndtering av Flom i Vosso

Stadige flomproblemer gjorde at utløpet ved Vangsvatnet i 1991-1993 ble utvidet, og Vossos løp nedenfor utløpet ble utvidet ved å spreng bort $20.000\ m^3$ fjell. Vangsvatnet har også blitt senket to ganger, sist i 2000 (Kartverket.no, 2024). Dette har ikke løst problemet og det fortsatt er nødvendig med flere tiltak.

Strukturelle Tiltak:

Det er flere måter å redusere flomrisikoen på ved bruk av strukturelle tiltak. Vossovassdraget og elvene som renner inn er alle vernede vassdrag. Det vil si at det ikke er mulig å regulere vannføringen. Derfor har mange spurt seg om det ikke er på tide å fjerne verningsstatusen for å bli bedre skodd mot storflommer, i tillegg til fornybar kraftproduksjon. Ved å bygge barrierer for å kontrollere vannstrømmen, så vil man ha bedre kontroll på vannmengdene og hastigheten. Dette vil redusere flomtopper ved å etablere magasiner som midlertidig holder tilbake en del av vannføringen. Dette er vanlig i blant annet Mellom-Europa, men ikke utbredt i Norge utenom kraftproduksjon. En av grunnene til vernet er at vassdraget har betydelige verneverdier for miljø og biomangfold (NVE, 2021).

Et annet strukturelt tiltak er å lage flomveier. Disse rørene har stor nok kapasitet til å lede bort vannet ved omfattende nedbørsituasjoner.



Figur 7: Viser mulige flomtuneller som kan brukes til å omdirigere vannmengdene. (Skog et.al. 2020)

Dette vil sikre mot lokale flomhendelser i Voss sentrum, og erosjonsskader. Dette kan også kontrollere vannstanden i Vangsvatnet. (Skog et.al, 2020). Dette kombinert med et reaktivt tiltak for å redusere flom, som for eksempel flommurer og flomverk, vil lede vannet vekk fra viktige arealer. Et annet tiltak for å redusere bunnerosjon og massetransport er terskelbygging. Dette har man allerede ved utløpet av Vangsvatnet ved Bulken, men kan vurderes flere steder langs elven for å redusere farten til vannmassene. Det kan også vurderes å bygge forbygninger av elvebredden for å stabilisere. Det innebærer steinplastring langs elvebreddene, som vil si 0,5-1m med steinblokker langs yttersiden av meanderløpene for å redusere erosjon.

Ikke-strukturelle Tiltak:

Når det gjelder ikke strukturelle tiltak menes det mer «naturlige» tiltak som ikke innebærer store konstruksjoner og infrastrukturer.

Et forebyggingsstiltak er å stabilisere skråningene og elvebunnen langs vassdragene ved steinsetting og tilsåing. Dette er ikke noe nytt, og har foregått i statlig regi i over 150 år (Regjeringen.no, 1994). Vegetasjon binder sammen grunnen og hindrer at løsmassene flyttes. Imidlertid kan vegetasjonsbaserte tiltak bruke lang tid på å bli fulletablerte. Å bevare natur, og ivareta eksisterende terrengformer, er et godt tiltak siden naturen har en egen evne til å dempe flom. Vegetasjon og økosystemer har en gunstig bremsende effekt på vannmasser, og bør derfor bevares. Spesielt trær har lange røtter som øker jordens porøsitet og vannets infiltrasjon. Myrene er også viktige flomdempere. Den dominerende mosearten i myr er torvmose, og kan holde 20 ganger sin egen vekt med vann, som sinker avrenningen. Dette i lag med kantvegetasjon minimerer avrenning, vannmengder og flomtopper (Magnussen et.al, 2017).

For å bidra til opptak og fordøyning av flom, kan tidlige grøfter og dreneringer tettes, slik at naturlig vannbalanse opprettes. Det bidrar til å gjenopprette naturlige hydrologiske

prosesser i naturen, og viktige økosystemer for biodiversitet. Da innfiltrerer vannet jorden i større grad, øker jordens evne til å absorbere og danner våtmarker. Ved å fordøye vannet, reduseres også overflateavrenningen, hastigheten og volumet av vann som når elvene samtidig. Det sprer vannmengdene over en lengre tidsperiode og bidrar til å redusere flomtoppene. Ved å redusere hastigheten på avrenningen, kan man også redusere erosjon av jord og sedimenttransport til elver og bekker.

Et tiltak som allerede er i bruk, er å bruke store datasett med meteorologiske data (nedbør, temperatur, grunnvannsnivåer osv.) for å forutsi flom og varsle lokalbefolkningen. Likevel kan det være nyttig å ta i bruk enda flere data om vannveier, kritiske høyder, flomvannstander og stikkrenner for å forutsi flom. Muligens kan også kunstig intelligens forbedre varslingssystem.

For å legge best mulig til rette og unngå naturkatastrofer spiller arealplanlegging en viktig rolle. Derfor bør fremtidig arealplanlegging være utarbeidet med hensyn til hydrologiske prosesser (Håheim, 2015). Der det før var trygt å bygge og bo, kan klimaendringer nå gjøre det utrygt. Som sett på figur 5, vil store områder bli berørt av flom i fremtiden og det er en god ide å la være å utnytte slike arealer, i hvert fall utrede en god risikoanalyse. Ved den store Oktober-flommen i 2014 hevet kommunen byggegrensen i sentrum med 2 meter (kartverket.no, 2024). Denne grensen må kanskje heves ytterligere, og utbygging må flyttes til områder som er ikke i flom-sonen. Siden innbyggertallet på Voss er forventet å øke med 1360 personer frem til 2040, kan dette bli en utfordring (Voss herad, 2020).

Konklusjon

Vi befinner oss midt i en klimakrise og naturkrise. Flom er intet nytt fenomen, men kommer i større utgaver med kortere intervaller. Å kontrollere og redusere flom er en utfordrende oppgave, som krever kunnskap og grundige analyser for å utforme nye tiltak. Alle ønsker å redusere ødeleggelsjer; Strukturelle tiltak som demninger og flomtuneller gjør nettopp dette, men på bekostning av viktige verneverdier. Derfor bør ikke tiltakene være for inngripende og skåne natur- og biomangfold, i tillegg til at de må de være

effektive nok til å hindre massive ødeleggelsjer. Samfunn er stadig under utbygging, og med større flommer i fremtiden, er det også viktig å gjøre en risikoanalyse av nye og etablerte bolig- og næringsområder, for å minimere risiko for tap eller skade på menneskeliv. Er vi godt forberedt og informert, kan vi handle raskt i tillegg til å hjelpe andre når uhellet først er ute. Spørsmålene er store, og svar er dyre, derfor krever dette temaet mer oppmerksomhet og gode bærekraftige løsninger.

Kilder

Norges geologiske undersøkelse (NGU): Berggrunnskart hentet fra
https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/, den 10.mai

Holmqvist, Erik, *Flomberegninger i Vosso*, Norges vassdrags- og energidirektorat, hentet fra https://publikasjoner.nve.no/dokument/2003/dokument2003_01.pdf, den 10.mai 2024

Håheim, J. (2015) OVERVASSNORM Rettleiar ved planarbeid og utbyggingsprosjekt. Voss kommune. <https://www.va-norm.no/wp-content/uploads/2015/12/B1-Retningslinjerovervasshandtering-utg.2.pdf>, hentet 4.mai 2024

Kartverket.no: Voss lærte på den våte måten, hentet fra <https://kartverket.no/om-kartverket/nyheter/geodataarbeid/2024/mai/voss-herad-og-bruk-av-geodata-etter-flommen-2013>, den 20.mai 2024

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE, 2009): 062/1 Vossovassdraget, hentet fra: <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdragsforvaltning/verneplan-for-vassdrag/vestland/062-1-vossovassdraget/>, den 10.mai

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE, 2021): Vossovassdraget..
<https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdragsforvaltning/verneplan-for-vassdrag/vestland/062-1-vossovassdraget/>, hentet 4.mai 2024

Regjeringen.no, NOU 1994: 12, Energidepartementet, hentet fra
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1994-12/id139493/?ch=24>, den 10.mai 2024

Selland, Svein-Gunnar; Rosvold, Knut A.: *Vosso i Store norske leksikon* på snl.no.

Hentet 4. mai 2024 fra <https://snl.no/Vosso>

Skog, M. Jjunju, E. Aurand, K. Johannessen, F. Aryal, P.K. Gaut, S. Bjølstad, H.K.O, Eriksen, P.J. Vabø, I. Hauglum, S. Holst, K. Rekkavik, I. (2020): *PROSJEKTERING AV SIKRINGSTILTAK MOT FLOM I VOSSOVASSDRAGET, FORPROSJEKT (SWECO rapport 56816001-GEN-RAP-040)* SWECO. <https://docplayer.me/189274857-Prosjektering-av-sikringstiltak-mot-flom-i-vossovassdraget-forprosjekt-prosjektnummer-tidl.html>, hentet 4.mai 2024

Store norske leksikon (2005-2007): *fyllitt* i *Store norske leksikon* på snl.no. Hentet 10. mai 2024 fra <https://snl.no/fyllitt>

Vingerhagen, S. (2020): *Flomsonekart Delprosjekt Voss Sweco Norge AS (NVE EKSTERN RAPPORT NR.13/2020)*, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2020/eksternrapport2020_13.pdf, hentet 5 mai 2024

Vingerhagen, S. (2020) Flomsonekart for 200-års flom og 200-års flom i år 2100 https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2020/eksternrapport2020_13.pdf, hentet 4.mai 2024

Voss herad (2020): *VOSS HERAD 2020-2032 VEDLEGG TIL KOMMUNEPLANEN SIN AREALDEL RISIKO OG SÅRBARHETSANALYSE*. Voss herad, https://voss.herad.no/_f/p1/iea7a6807-3db7-4072-b238-ce9f4715f531/ros-analyse_revidert190620.pdf, hentet 20. mai 2024