



YourExtreme 2024

TryggTech



T.H.Ø.O

Tor Henrik Øverby Olsen

3år NTNU Bachelor I ingenørfag Geomatikk, Bacheloroppgave om maskinlæring på punktskyt for objektgjenkjenning. Gjennomført prosjekt med overvannsmodelering med Scalgo 1 semester MSc Informatikk USN



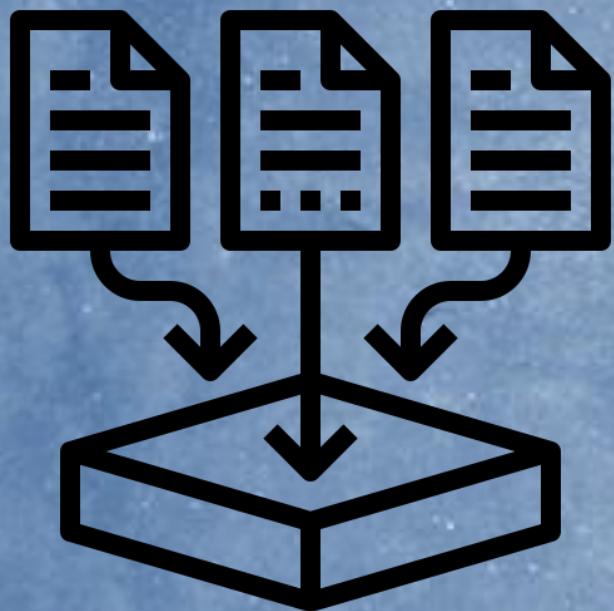


TryggTech

TryggTech bygger på eksisterende data for å skape ett innovativt, proaktivt system for risikoforvaltning av ras som øker sikkerheten på norske veier gjennom kontinuerlig overvåking via modellering automatiserte responsmekanismer.

TryggTech

1. AI-Modell



Maskinlæringsmodell for rasrisiko som analyserer historiske, geologiske, og sanntidsdata. Oppdateres kontinuerlig for nøyaktige vurderinger.

2. Overvåkning



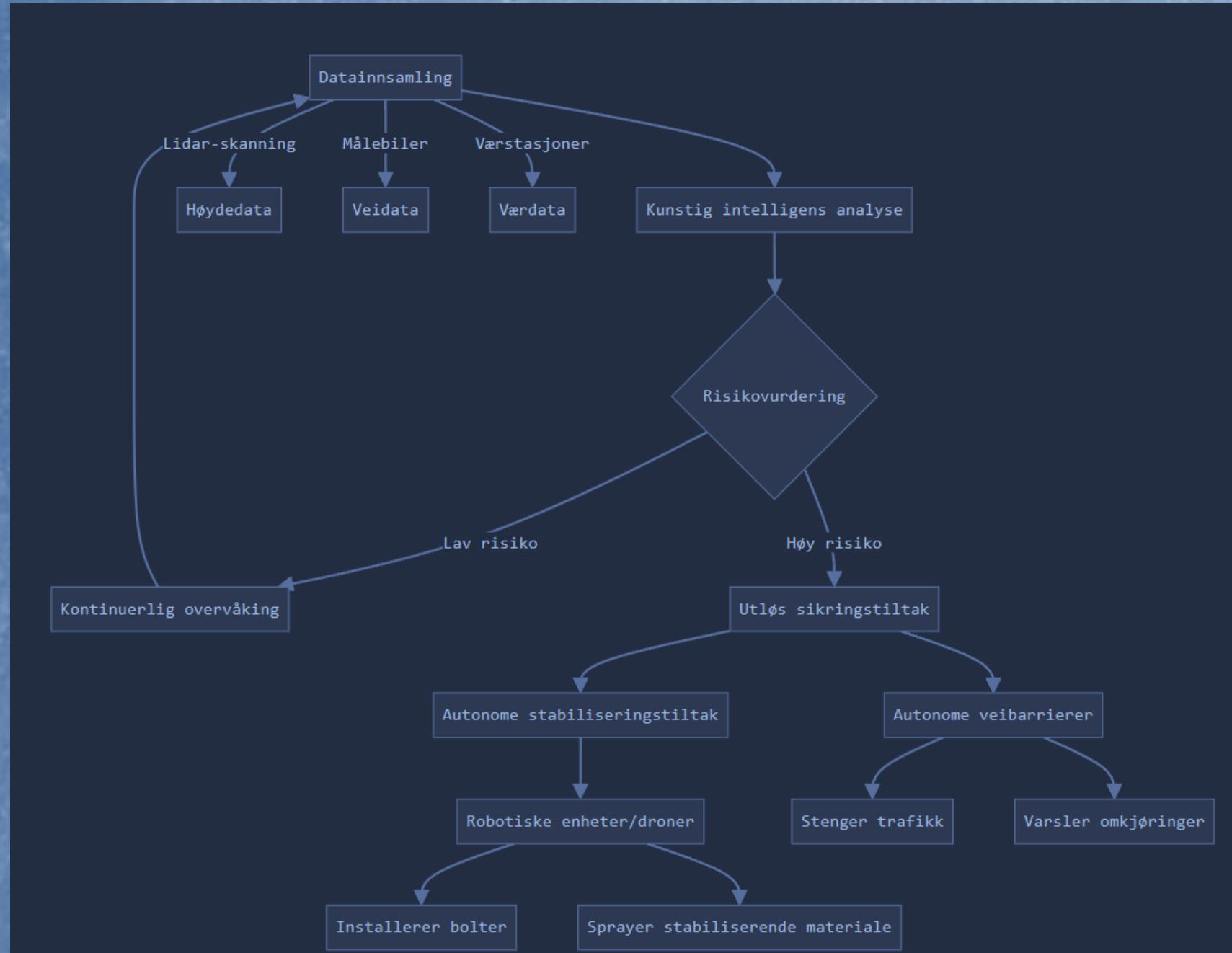
Sentral plattform for sanntidsanalyse, alarmer, dronekoordinering og myndighetskontakt. Automatiserte rapporter

3. Sikringstiltak



Autonome droner med LiDAR og fjellsikring, AI-navigasjon og sanntidsdata. Robust og koordinert for effektiv drift.

Flytdiagram



Datainnsamling:

- Lidar-skanning for detaljerte høydedata
- Målebiler for veidata
- Værstasjoner for meteorologisk informasjon

Kunstig intelligens analyse:

- Behandler og analyserer all innsamlet data
- Identifiserer mønstre og potensielle faresignaler

Risikovurdering:

- Basert på AI-analysen vurderes risikoen for skred eller andre geofarer
- Ved lav risiko fortsetter kontinuerlig overvåking
- Ved høy risiko utløses sikringstiltak

Autonome sikringstiltak:

Stabiliseringstiltak:

- Robotiske enheter eller droner sendes til risikoområdet
- Utfører stabilisering ved å installere bolter eller spraye stabiliserende materialer

Veibarrierer:

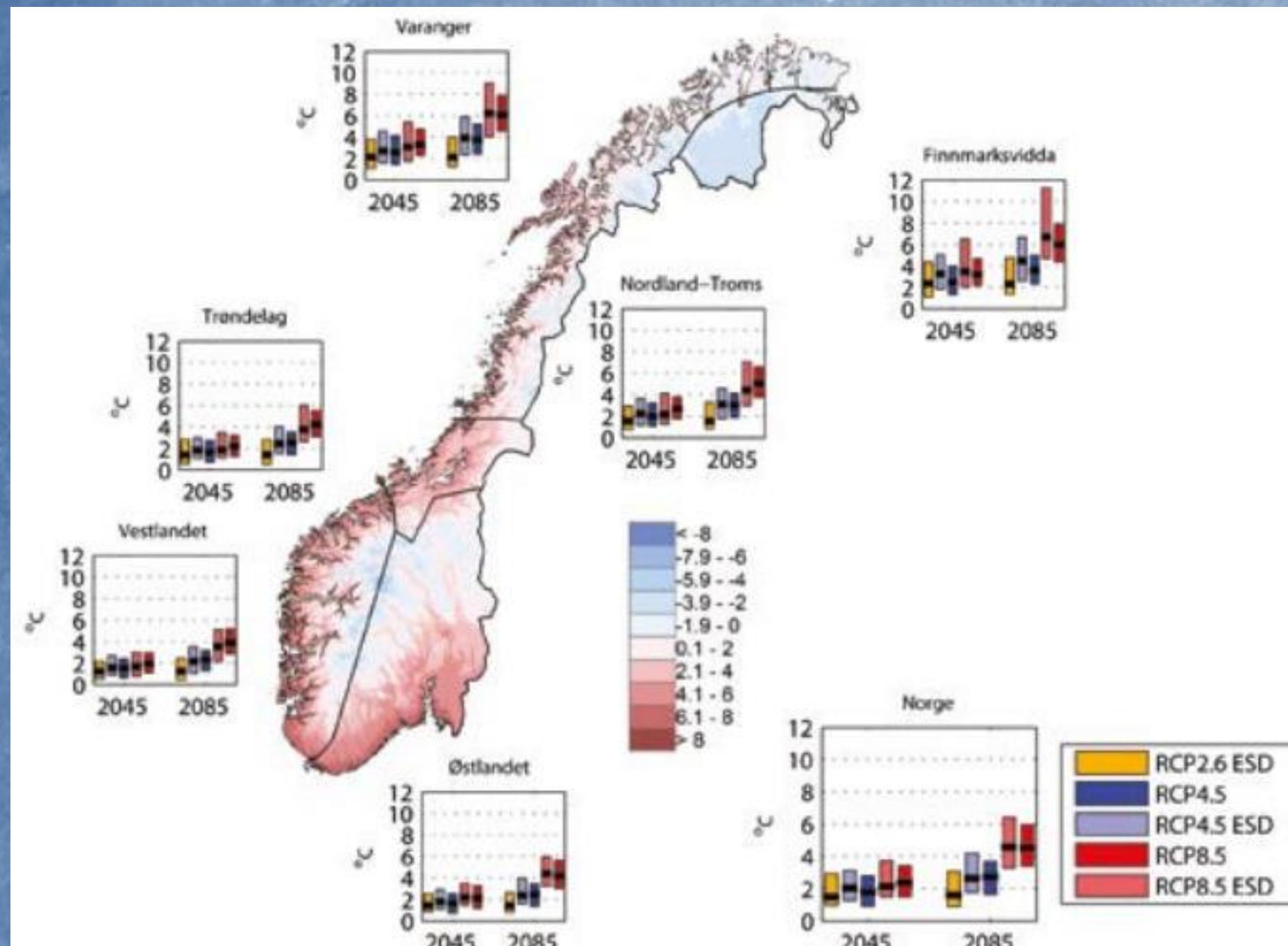
- Stenger automatisk trafikken i risikoområder
- Varsler om nødvendige omkjøringer og omdirigerer trafikk

Norge står overfor en unik utfordring i skjæringspunktet mellom **natur** og **infrastruktur**.

Vårt dramatiske landskap, med dype fjorder og bratte fjellsider, har formet et **veinett** som ofte balanserer på kanten av naturen selv. Dette **samspillet** mellom menneskeskapt infrastruktur og vill natur skaper ikke bare noen av verdens mest spektakulære veistrekninger, men også betydelige **sikkerhetsutfordringer**. I møte med **klimaendringer** og **økende ekstremvær**, står vi nå overfor **en forsterket trussel** fra ras og steinsprang. Hyppigere og kraftigere nedbør, kombinert med mer intense **fryse-tine-syklinger**, akselererer **erosjonsprosesser** og destabiliserer fjellsider. Denne utviklingen krever en ny tilnærming til **overvåking** og **sikring** av våre veier - en tilnærming som er like dynamisk og tilpasningsdyktig som naturen selv.



Klimaendringer



Beregnet endring i årstempertatur (°C) fra perioden 1971–2000 til 2031–2060 («2045») og 2071–2100 («2085») for utslippsscenarioene RCP2.6 (gul), RCP4.5 (blå) og RCP8.5 (rød) for forskjellige regioner. ESD-simuleringer er gjort for alle scenarioer. RCM-simuleringer er gjort for RCP4.5 og RCP8.5. Medianframskrivning er gitt som svart strek, mens lav og høy framskrivning er henholdsvis nedre og øvre del av boksen. Kartet viser årstempertatur i referanseperioden 1971–2000, og grensene mellom de ulike regionene er markert med svarte streker. [12]

Klimaendringer

Klimaendringenes innvirkning på rasfare i Norge illustrerer behovet for en ny tilnærming til overvåkning og sikring av våre veier. De **regionale variasjonene** i temperatur- og nedbørsendringer vi observerer, understreker at én størrelse ikke passer alle når det gjelder risikovurdering og forebyggende tiltak.

Vi står overfor en fremtid der:

- Økt nedbørsintensitet og -frekvens kan destabilisere fjellsider raskere enn noensinne.
- Hyppigere fryse-tine-syklinger akselererer forvitring av fjell, noe som øker risikoen for ras og steinsprang.

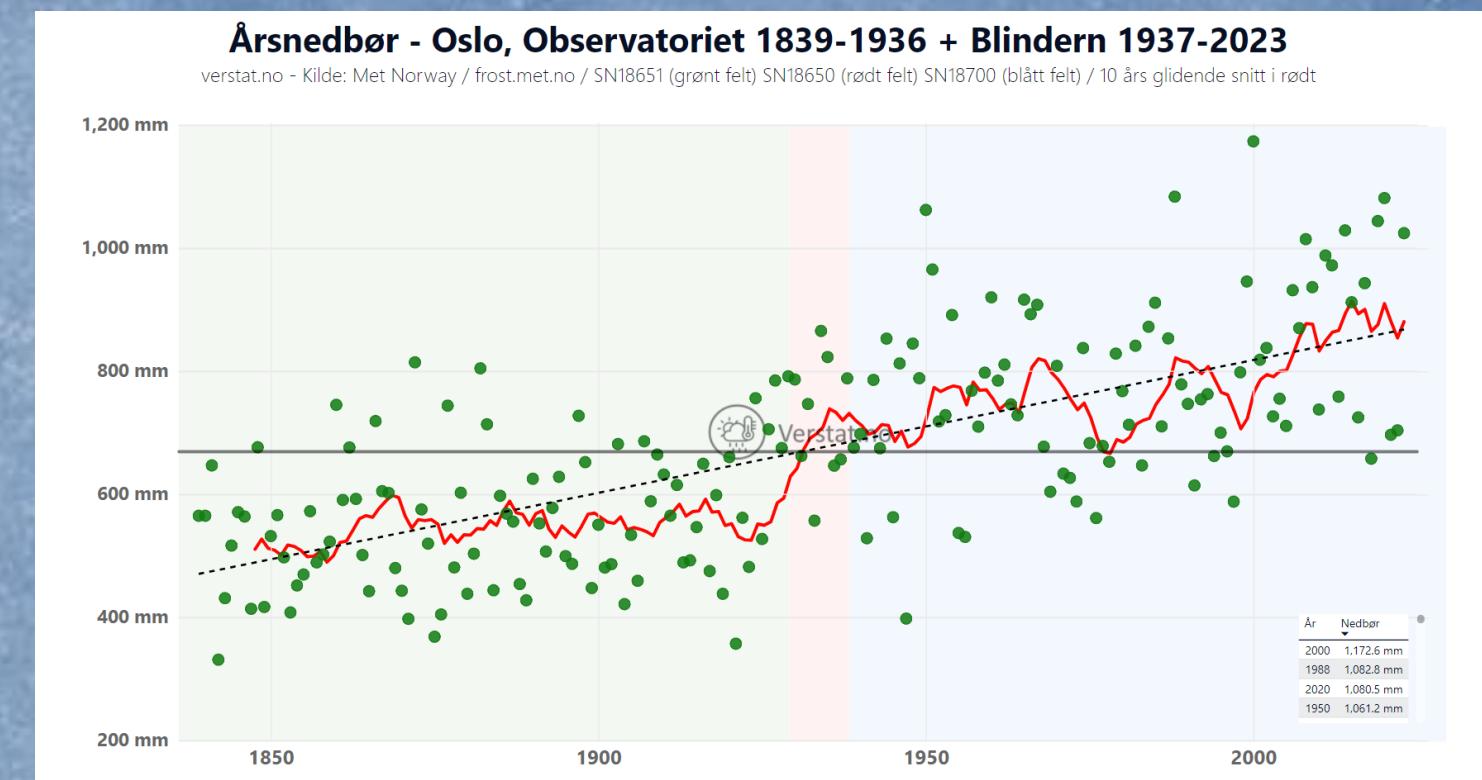
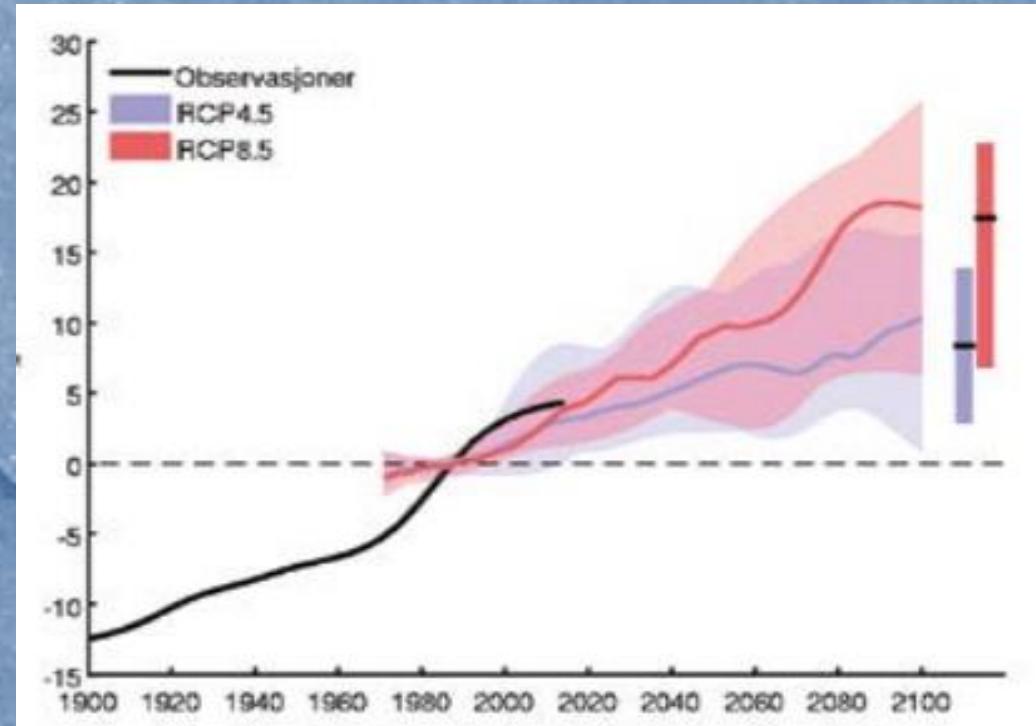
Ekstreme værfenomener kan oppstå plutselig og uventet, noe som krever umiddelbar respons.

Disse utfordringene krever en **dynamisk** og **adaptiv** tilnærming.

Vi trenger et system som kan:

- Integrere **sanntidsdata** fra multiple kilder for kontinuerlig risikovurdering.
- Tilpasse seg raskt til endrede forhold og nye **mønstre i klimadata**.
- Levere **skreddersydde prediksjoner** og responser for ulike geografiske områder.
- Aktivere **preventive tiltak** proaktivt, basert på sofistikerte prediktive modeller.

Ved å utvikle en slik fleksibel og **intelligent løsning**, kan vi ikke bare reagere på, men også forutse og forebygge potensielle katastrofer. Dette representerer et paradigmeskifte **fra reaktiv kriehåndtering til proaktiv risikostyring** - en tilnærming som er like dynamisk og tilpasningsdyktig som naturen selv. [12][13]



Bakgrunn - Løsning

Bakgrunn

Norge står overfor betydelige utfordringer knyttet til ras og steinsprang langs veier og jernbaner, særlig i områder med bratte fjellvegger. Klimaendringer har ført til økt hyppighet av ekstremvær, som igjen øker risikoen for geofarer. Dagens overvåkningsmetoder, selv om de er avanserte, har begrensninger som må adresseres for å møte fremtidens utfordringer.

Nåværende metoder og deres begrensninger:

- Målebiler med LiDAR: Samler inn detaljerte 3D-data langs veiene, men kun noen få ganger årlig.
- Nasjonal detaljert høydemodell (NDH): Gir omfattende høydedata for hele Norge, men oppdateres sjeldent.
- Hydrologisk modellering: Brukes for å forutsi effekten av overvann og ekstremnedbør, men mangler direkte kobling til geofareovervåkning.
- Satellittbasert InSAR: Måler små bevegelser i terrenget over tid, men har begrenset oppløsning og oppdateringsfrekvens.
- Geotekniske instrumenter: Gir nøyaktige målinger på spesifikke punkter, men dekker ikke store områder.

Disse metodene gir verdifull innsikt, men mangler den kontinuerlige overvåkingen og raske responsen som er nødvendig for å håndtere akutte geofarer effektivt.

Løsning

TryggTech representerer et paradigmeskifte i hvordan vi overvåker, forutsier og responderer på geofarer. Ved å integrere kunstig intelligens (KI), avansert sensor teknologi og autonome systemer, skaper TryggTech et helhetlig økosystem for geofareovervåkning og -håndtering.

Nøkkelenheter

Integrt dataanalyse

- Kombinerer data fra eksisterende kilder (LiDAR, NDH, satellitter) med nye, hyppigere målinger.
- Bruker maskinlæring for å analysere historiske data og identifisere langsigte trender.

Kontinuerlig overvåkning

- Netteverk av IoT-sensorer plassert i risikousatte områder for sanntidsovervåkning.
- Autonome droner utfører regelmessige LiDAR-skanninger og multispektrale bildeopptag.

Prediktiv modellering

- KI-algoritmer analyserer data fra multiple kilder for å forutsi sannsynligheten for geofarer.
- Integrerer værprognosar, seismisk aktivitet og geologiske data for helhetlig risikovurdering.

Automatiserte responsystemer

Når KI-systemet identifiserer kritiske risikoområder, aktiveres flere autonome enheter:

- Stabiliseringsdroner installerer bolter eller sprayer forsterkende materialer på utsatte områder.
- Trafikkstyringsdroner aktiverer veibarrierer og omdirigerer trafikk til sikre alternative ruter.

Systemet koordinerer med nødetater og veimyndigheter for rask respons.

Adaptiv læring og forbedring

- Systemet lærer kontinuerlig fra nye data og hendelser for å forbedre prediksionsmodellene.
- Regelmessige simuleringer og "what-if" analyser optimaliserer beredskapsplanleggingen.

Ved å implementere TryggTech kan vi oppnå:

- Mer presis og kontinuerlig overvåking som oppdager selv små endringer over tid.
- Forbedret evne til å forutsi og forebygge ras og andre geofarer.
- Raskere og mer effektiv respons på akutte faresituasjoner.
- Reduserte kostnader knyttet til infrastrukturskader og trafikkforstyrrelser.
- Økt sikkerhet for trafikanter og lokalsamfunn i utsatte områder.

TryggTech representerer ikke bare en teknologisk innovasjon, men et helt nytt syn på hvordan vi forholder oss til og håndterer naturlige geofarer i Norge. Gjennom proaktiv overvåkning, presis prediksjon og automatisert respons, setter TryggTech en ny standard for sikkerhet og beredskap i møte med fremtidens klimautfordringer.



Hendelsesforløp



Steg 1

Kontinuerlig
Overvåkning og
Analyse

Steg 2

Risikoidentifikasjon og
Flagging

Steg 3

Umiddelbar Respons og
Verifisering

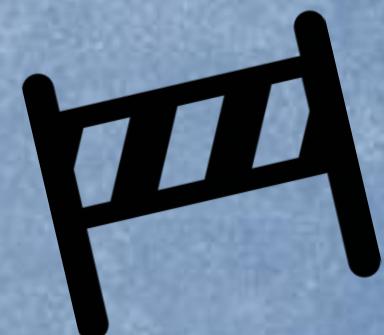


Oppfølging og Læring

Implementering av
Sikringstiltak

Beslutningsstøtte og
Tiltaksplanlegging

Langsiktig Forebygging





Scenario

Tidlig Deteksjon og Risikovurdering

TryggTechs AI-system analyserer kontinuerlig data fra multiple kilder:

- Historiske værmønstre og nylige ekstremværhendelser
- LiDAR-data fra siste målebilskanning
- Sanntids sensordata fra IoT-enheter plassert i risikoutsatte områder

Systemet identifiserer en høyrisiko-situasjon: En fjellvegg langs E39 viser tegn til ustabilitet

AI-modellen predikerer en 78% sannsynlighet for et betydelig ras innen de neste 48 timene

Umiddelbar Respons og Datainnsamling

TryggTech aktiverer sin autonome droneflåte, Trafikkstyringsdroner utplasseres for å:

- Etablere midlertidige, flygende LED-skilt som varsler trafikanter
- Dirigere trafikk til forhåndsdefinerte, sikre alternative ruter

Sensordroner sendes til det utsatte området for å:

- Utføre høyoppløselig LiDAR-skanning av fjellveggen
- Samle termiske bilder for å identifisere vanninntrengning og sprekkdannelser
- Måle vibrasjoner og mikroseismisk aktivitet i fjellmassen

Samtidig varsles lokale myndigheter og beredskapsteam automatisk via TryggTechs integrerte varslingssystem

Iverksetting av Forebyggende Tiltak

Basert på AI-anbefalinger og ekspertvalidering, aktiverer TryggTech sitt autonome sikringssystem:

Spesialiserte stabiliseringstrønner utplasseres for å:

- Sprøyte hurtigtørkende, fiberforsterket betong på kritiske svakhetsområder
- Installere selvborende fjellankre i forhåndsdefinerte mønstre for maksimal stabilitet

Drener-drønner introduserer vannabsorberende polymerer i vannførende sprekker for å redusere vanntrykket (ikke beskrevet videre men work in progress)

Kontinuerlig overvåking opprettholdes for å vurdere effekten av stabiliseringstiltakene i sanntid

Langsiktig Overvåkning og Læring

Etter den umiddelbare krisehåndteringen:

TryggTech-systemet fortsetter intensiv overvåkning av området i flere uker

AI-modellen oppdateres med nye data for å forbedre fremtidige prediksjoner

En omfattende rapport genereres, som inkluderer læringspunkter og anbefalinger for fremtidige forebyggende tiltak.

Erfaringer fra hendelsen integreres i TryggTechs maskinlæringsalgoritmer, hvilket styrker systemets evne til å håndtere lignende situasjoner i fremtiden

Dataanalyse og Beslutningsstøtte

TryggTechs AI analyserer raskt den nye datastrømmen:

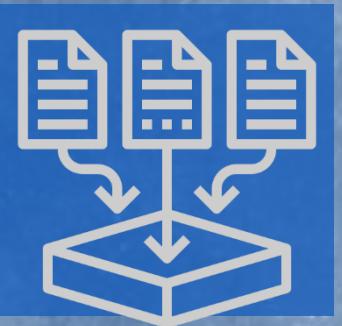
- 3D-modellering av fjellveggen avslører kritiske strukturelle svakheter
- Termiske analyser indikerer betydelig vanninntrengning i sprekkssystemer
- Vibrasjonsdata bekrefter ustabil fjellmasse

Systemet konkluderer med en oppdatert risikovurdering: 92% sannsynlighet for ras innen 24 timer

Eventuelt, en detaljert rapport genereres automatisk og sendes til geologer og ingeniører for validering



Komponenter



Avansert maskinlæringsmodell for rasrisiko, som integrerer historiske data, geologisk informasjon, værdata og sanntids sensordata. Kontinuerlig oppdatering gir presise risikovurderinger.



Sentralisert plattform for datainnsamling, analyse, og beslutninger. Sanntids visualisering, alarmsystem, dronekoordinering og integrert kommunikasjon med myndigheter. Automatiserte rapporter og handlingsplaner.



Droner med LiDAR, multispektral avbildning og stabilisering for fjellsikring. AI-styrt autonom navigasjon, sanntidsdata og robust design. Koordinert for effektiv dekning og oppgaveløsning.

Modell

- Predikere risiko for ras og steinsprang basert på innsamlede data. Analysere endringer i fjellstrukturer over tid. Optimalisere **ressursallokering** for **vedlikehold** og **sikring**.
 - Dyplæringsnettverk for analyse av LiDAR og multispektrale data
 - Tidsserieanalyse for å oppdage trender og mønstre i fjellbevegelser
 - Beslutningsstøttesystem for å prioritere **sikringstiltak**

Modell

Datakilder

- LiDAR-skanning fra målebiler og droner
- Multispektrale bilder fra droner
- Historiske værdata og prognoser
- Seismiske målinger
- Geotekniske undersøkelse



Nøkkelfunksjoner

- Sanntids risikovurdering basert på kontinuerlig datastrøm
- Prediksjon av potensielle rasområder med sannsynlighetsestimer
 - Automatisk generering av vedlikeholdsplaner basert på risikonivå

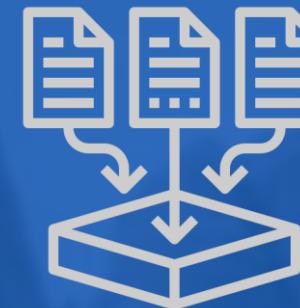
System

- Kontinuerlig overvåking av fjellvegger og risikoutsatte områder
- Integrering av data fra ulike kilder for helhetlig analyse
- Koordinering av **droneflåten** for datainnsamling og sikringstiltak

System

Hovedkomponenter

- Sentral databehandlingsenhet med høyytelses GPU-cluster
- Distribuerte **edge-computing-noder** for lokal databehandling
- Skalerbar **skyløsning** for datalagring og -analyse



Integrasjoner

- Meteorologisk institutt for sanntids og prognostiserte **værdata**
- Statens vegvesen for **trafikkinformasjon** og **veidata**
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) for **geologiske data**



Nøkkelfunksjoner

- Sanntids **datavisualisering** av overvåkede områder
- Automatisert **alarmering** ved detekterte risikoer
- Fjernstyring og koordinering av **droneoperasjoner**





Drone(r)

Strømkilde: Solcellepaneler med høykapasitetsbatterier for langvarig drift, autonome ladebiler.
Lade muligheter langs veinettet(?)

Kommunikasjon: 5G-tilkobling for sanntids dataoverføring og kontroll.

AI-integrasjon: Innebygd prosessering for umiddelbar beslutningstaking og koordinering med det sentrale AI-systemet

Værbestandighet: Kapabel til å operere under krevende værforhold, inkludert kraftig regn og sterk vind

Droner

Datainnsamlingsdroner:

Formål: Hyppig overvåking og datainnsamling av fjellvegger og omkringliggende områder

Utstyr:

- Høyoppløselige LiDAR-sensorer
- (Termiske kameraer)
- Multispektrale kameraer

Kapabiliteter:

- 3D-kartlegging av fjelloverflater
- Oppdagelse av termiske anomalier som indikerer potensielle ustabiliteter
- Vegetasjonsanalyse for å identifisere områder med erosjon



Stabiliseringsdroner:

Formål: Implementere umiddelbare stabiliseringstiltak på risikoutsatte områder

Utstyr:

- Spraydyser for påføring av stabiliserende materialer
- Robotarmer for plassering av bolter eller nett

Materialer i bruk:

- Hurtigtørkende betongspray
- Polyuretanskum for sprekkfylling
- Erosjonsresistente polymerer

Boltekapabiliteter:

- Installasjon av fjellbolter (15-25 cm lengde)
- Plassering av ekspanderbare fjellankre
- Påføring av harpiksbaserte armeringsjern

Trafikkstyringsdroner

Formål: Rask respons for trafikkstyring og sikkerhet

Utstyr:

- LED-skjermer med høy synlighet
- Høyttalere for lydvarsler
- Utplacerbare fysiske sperringer

Trafikkavledningsmetoder:

- Luftvisning av advarsler og omkjøringsinformasjon
- Formasjon av drone- "gjerder" for å sperre utsigge veier
- Koordinering med bakkebaserte smarte trafikksystemer



Fjellveggforsterkning

Sprøytebetong, hurtigtørkende, fiberforsterket betongblanding [8]

- Overflateforsegling av sprekker
- **Stabilisering** av løse steinblokker
- Forsterkning av svake soner

Fordeler:

- Rask herding for **umiddelbar styrke**
- Tilpasser seg ujevne overflater
- Kan påføres i tynne lag for **minimal vektøkning**

Polymerbaserte Forsterkningsstoffer, syntetiske harpikser og polymerer [9]

- Injisering i mikrofissurer
- Binding av løst materiale
- Vanntetning av porøse områder

Fordeler:

- Høy penetrasjonsevne
- Fleksibel og elastisk etter herding
- Motstandsdyktig mot kjemisk nedbrytning

Dronebasert påføringsteknikk, Spesialiserte droner utstyrt med sprøytesystemer

- AI-styrt **kartlegging** av kritiske områder
- Presis dosering og påføring av forsterkningsmaterialer
- **Sanntids** overvåkning av **påføringseffektivitet**

Fordeler:

- Tilgang til vanskelig tilgjengelige områder
- Minimal eksponering for menneskelig personell
- Rask responstid ved akutte stabiliseringsbehov

[10][11]

Miljøhensyn

- Bruk av **miljøvennlige** tilsetningsstoffer
- Minimering av avrenning og **forerensning**



Muligheter for integrasjon med eksisterende teknologi

Autonom Teknologi

Kongsberg Maritime's autonome fartøyteknologi

- Modifisere eksisterende algoritmer for dronenavigasjon i fjellterring
- Implementere svermintelligens for koordinert droneoperasjon
- Utvikle et sentralt fjernoperasjonssenter (ROC) for droneflåtestyring
- Implementere adaptiv ruteplanlegging basert på sanntids risikovurderinger

Sensorsystemer

Kongsberg Defence & Aerospace's avanserte sensorer

- Kalibrere sensorer for deteksjon av geologiske endringer og værforhold
- Utvikle nye algoritmer for analyse av fjellstruktur og stabilitet
- Montere mini versjoner av maritime sensorer på droner
- Implementere edge computing for preliminær dataanalyse på dronene

Satellittkommunikasjon

Kongsberg Satellite Services' satellittnettverk

- Optimalisere båndbreddebruk for dronebasert dataoverføring
- Utvikle redundante kommunikasjonsprotokoller for robust tilkobling
- Installere kompakte satellittkommunikasjonsmoduler på hver drone
- Etablere et dedikert satellittnettverk for TryggTech-systemet

Digital Twilling

Kongsberg Digital's digital tvilling-teknologi

- Utvide eksisterende modeller til å inkludere geologiske parametere
- Implementere maskinlæringsalgoritmer for prediksjon av rasscenarier
- Skape en sentral digital tvilling-plattform for alle overvåkede fjellområder
- Koble sanntidsdata fra droner og sensorer direkte til den digitale tvillingen



Implementerings strategi

Testing

1

Pilotprosjekter i spesielt rasutsatte områder. Dette kan være fjellveier eller veistrekninger nær fjellvegger som er kjent for høy skredaktivitet, for eksempel i Vestlandet eller Nord-Norge. I denne fasen vil systemet bli testet for å vurdere nøyaktigheten av prediksjoner, samt hvordan droner og sensorer fungerer i sanntid. **Testing** bør fokusere på ulike forhold som vær, geografi og de teknologiske komponentenes robusthet.

Samarbeid

2

For å kunne gjennomføre **implementeringen** effektivt, bør det være tett samarbeid med **relevante aktører** som Statens vegvesen, NVE, og lokale kommuner. Disse enhetene er ansvarlige for infrastruktur og vil være nøkkelpartnere i både testing og fullskala implementering. Statlige og lokale aktører må få opplæring i systemets funksjonalitet og bruk. Dette inkluderer hvordan systemet kan overvåkes, hvordan responsen fra droner og AI håndteres, og hvordan data fra systemet kan benyttes til beslutningsstøtte.

Trinnvis utrulling

3

Fase 1: Test og validering (6-12 måneder): Pilotprosjekter settes i gang for å teste og justere systemet i lokale forhold. Samtidig utvikles opplæringsprogrammer for nøkkelpersonell. **Fase 2:** Regional implementering (1-2 år): Systemet rulles gradvis ut til flere rasutsatte områder, med tilpasning til lokale forhold og teknisk støtte på plass. **Fase 3:** Fullskala nasjonal implementering (3-5 år): Full nasjonal utrulling med integrasjon av systemer og droner. Systemet kan utvides til å omfatte andre naturfarer som flom.

Videreutvikling

4

Etter full implementering vil det være viktig å sikre at systemet **oppdateres** og **vedlikeholdes** jevnlig. Dette inkluderer oppdatering av AI-modellen basert på nye data, oppgraderinger av sensorer og droner, og revisjon av samarbeidsprotokoller med aktører. **Over tid** kan systemet også utvides til andre risikoområder og land, samt tilpasse seg nye teknologiske innovasjoner.



Hvorfor TryggTech

Pro-aktivt

Forebygging av katastrofale hendelser ved hjelp av dette systemet kan forhindre tap av liv og redusere de enorme kostnadene forbundet med opprydningsarbeid etter et ras. Ved å oppdage risikoforhold i **sanntid** kan nødvendige **tiltak** iverksettes før en krise oppstår, noe som både beskytter mennesker og infrastruktur.

Ivereta
infrastruktur

Systemet vil ivareta kritisk infrastruktur ved å redusere risikoen for skred, som kan føre til alvorlige **økonomiske tap** og forstyrrelser i transport av varer og tjenester. Ved å **proaktivt** overvåke og forhindre rasfare, kan man unngå stenging eller ødeleggelse av veier, og dermed sikre kontinuitet i **samfunnskritiske operasjoner** som logistikk og økonomiske transaksjoner. Dette bidrar til å beskytte samfunnet mot de økonomiske og sosiale konsekvensene av avbrudd i infrastrukturen.

Samfunnssøkonomiske fordeler

Forebygging av ras og flom har blitt en stor prioritet for norske myndigheter, med et økende fokus på å redusere både menneskelige og økonomiske tap. I 2022 ble NVE tildelt et budsjett på **660 millioner kroner** for forebyggende tiltak mot flom og ras, samt **150 millioner kroner** til krise- og beredskapstiltak. [5][6]

Statens vegvesen, som har ansvar for vedlikehold og reparasjon av veiinfrastruktur, har også satt av betydelige midler for å håndtere slike utfordringer. Veiutviklingsbudsjettet for perioden 2022-2027 er på hele **237,29 milliarder~**, hvor en del er dedikert til reparasjoner og forbedringer etter skader forårsaket av ras. Slike hendelser, som stengte veier og transportforsinkelser, påfører også næringslivet betydelige indirekte kostnader. [5][6]

Ved å implementere et AI-basert system som kan forutsi ras og aktivere forebyggende tiltak, kan man **redusere** både **direkte** kostnader ved opprydning og **indirekte** tap knyttet til avbrutte transportoperasjoner, noe som vil gi økonomiske fordeler og sikre samfunnskritisk infrastruktur.

TryggTech

Implementeringen av dette AI-drevne systemet for **skredovervåking og forebygging** er kritisk for å møte de økende utfordringene knyttet til klimaendringer i Norge. Med mer ekstremvær og hyppigere **fryse-tine-sykluser**[4] har risikoen for **jord- og fjellskred** økt betraktelig, noe som utgjør en betydelig trussel mot infrastruktur, transportnettverk og menneskeliv. Systemet tilbyr en **kostnadseffektiv, proaktiv** løsning som kan redusere skader og tap betydelig sammenlignet med tradisjonelle metoder. De primære kjøperne og brukerne av dette systemet vil være **statlige etater** som Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Statens vegvesen, som har ansvar for skredsikring av vei- og jernbanenettverk, samt norske kommuner som er lovpålagt å sikre lokalsamfunnene mot naturfarer. For disse aktørene representerer systemet en **strategisk investering i samfunnssikkerhet**, som kan gi betydelige besparelser i form av **reduserte kostnader** til vedlikehold, reparasjoner og akuttberedskap, samtidig som det forbedrer evnen til å **beskytte liv og infrastruktur**.



Brukere

Stattelige etater (Norge)

NVE - Primær avnsvar for flom- og skredforebygging i Norge.

Statens vegvesen – Ansvarlig for sikkerhet på riks- og fylkesveier.

Bane Nor – Ansvarlig for jernbaneinfrastrukturen.

DSB (Direktoratet for samfunsikkerhet og beredskap).

Fylkeskommuner og kommuner i skredutsatte områder.

Stattelige etater (Globalt)

USA – United States Geological Survey(USGS) Hovedansvar for overvåkning, varsling og kartlegging av geologiske farer og skred risiko.

Canada – Transport Canada, Ansvar for vefsikkerhet og vedlikehold.

India – Indian Railways ansvarlig for sikkerheten for hele jernbanenettet.

Land, stater eller kommuner i skredutsatte regioner eller områder

Tilpassing for det globale marked

1

Modellen må trenes opp på nytt med lokale værdata og terrenuginformasjon for å tilpasse seg det spesifikke klimaet og topografiens.

2

Systemet må kobles til lokale sensornettverk og værprognosesystemer for å samle sanntidsdata og sikre nøyaktige prediksjoner.

3

Modellens algoritmer må justeres for å inkludere relevante risikofaktorer, som seismisk aktivitet eller spesifikke typer jord og fjell.



Tilpassing Andesfjellene

I Sør-Amerika, spesielt i land som Peru og Chile, finnes det omfattende fjellområder som Andesfjellene, hvor rasfare er et stort problem. Dette skyldes både bratte fjellsider og hyppige naturfenomener som jordskjelv, intense regnskyll og langvarig erosjon[3]

Klimatiske og topografiske forhold

I Andesfjellene kombineres hyppige jordskjelv med intense regnperioder, spesielt under El Niño-fenomener. Disse ekstremesituasjonene øker risikoen for jord- og steinskred betydelig. Modellen må derfor trenes opp på nytt med lokale værdata, jordskjelvhistorikk, og topografisk informasjon fra Andesfjellene for å forutsi rasfare mer nøyaktig. Systemet må integrere lokale sensornettverk som inkluderer både seismiske sensorer og værstasjoner for å gi sanntidsdata om plutselige jordskjelv og regnbyger, som er viktige triggere for ras i dette området.

Integrasjon av seismisk aktivitet

I tillegg til værdata må systemet også inkludere seismiske data, siden jordskjelv er en vanlig årsak til skred i Andesregionen. Dette krever justering av modellens algoritmer for å inkludere seismiske hendelser som en primær risikofaktor, noe som ikke nødvendigvis er like kritisk i andre regioner som Norge. Ved å bruke sanntids seismiske målinger kan systemet raskt flagge områder med økt risiko etter et jordskjelv, og aktivere droner for å inspisere fjellvegger og utføre stabiliseringstiltak om nødvendig.

Lokale utfordringer med terreng og vær

Fjellene i Andesregionen kan ha ekstreme høydeforskjeller og utfordrende værforhold, inkludert tynn luft og lave temperaturer i store høyder. Dette stiller krav til dronene, som må være i stand til å operere autonomt i disse vanskelige forholdene. Systemet må spesialtilpasses med droner som er designet for høytliggende terren, og som kan operere i tynne atmosfæriske forhold og håndtere lavere temperaturer uten at ytelsen påvirkes.



Utfordringer

1. Tverfaglig

Utviklingen av en effektiv modell vil kreve samarbeid mellom flere ulike fagfolk.

Vektlegging av ulike påvirkende faktorer på tvers av fagfelt vil være utfordrende.

4. Værdata

Værdata brukt for modellering må være nøyktig nok til å fange opp endringer som kan utløse ras. Plutselige regnskull eller fryse-tine sykluser.

2. GDPR

Den store mengden data som trengs for å trenne modellen må behandles og sikres i henhold til GDPR for å bevare personvern. For sanntids operasjoner vil dette være en stor utfordring[2]

5. Privat og Offentlig

Utviklingen vil kreve samarbeid mellom flere aktører.

3. Masse beregninger

Mangel på detaljerte malingar om fjell- og jordmassers tetthet kan føre til unøyaktig risiko vurdering

6. Droner

I vanskelig terrenget eller vær vil det være krav om robuste droner. I tillegg må det utvikles en løsning for å gjennomføre tiltak med dronene.

FNs bærekraftmål



Delmål 9.1: Utvikle pålitelig, bærekraftig og motstandsdyktig infrastruktur

Overvåkingssystemet bidrar til å beskytte kritisk infrastruktur som veier og jernbaner mot skred og ras, noe som sikrer pålitelig transport og beskytter økonomisk aktivitet.

Delmål 9.4: Oppgradere infrastruktur og gjøre den mer bærekraftig

Ved bruk av AI, droner og sanntidsdata bidrar systemet til innovasjon og digitalisering av overvåkings- og vedlikeholdssystemer, som gjør infrastrukturen mer motstandsdyktig og bærekraftig.[1]

Delmål 11.5: Redusere antall dødsfall og antall mennesker som påvirkes av katastrofer, inkludert klimarelaterte hendelser:

Ved å forutsi og forhindre skred gjennom kontinuerlig overvåkning, bidrar systemet til å redusere faren for tap av liv og skade på eiendom som følge av naturkatastrofer.

Delmål 11.B: Øke antallet byer og lokalsamfunn som har planer for klimatilpasning og risikohåndtering: Ved bruk av AI, droner og sanntidsdata bidrar systemet til innovasjon og digitalisering av overvåkings- og vedlikeholdssystemer, som gjør infrastrukturen mer motstandsdyktig og bærekraftig.[1]

Delmål 13.1: Styrke motstandskraften mot klimarelaterte farer og naturkatastrofer i alle land

Systemet gir tidlige varsler om rasfare som er forbundet med ekstreme værforhold, og bidrar dermed til å øke motstandskraften mot klimarelaterte hendelser som skred forårsaket av økt nedbør og temperaturendringer.

Delmål 13.3: Forbedre utdanning, bevissthet og menneskelig og institusjonell kapasitet for å håndtere klimaendringer. Systemet kan bidra til økt bevissthet blant myndigheter og samfunn om viktigheten av å overvåke klimaendringer og naturfarer, samtidig som det fremmer bruk av teknologi for å håndtere disse utfordringene.[1]

Kilder

- [1] <https://fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- [2] https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2018-06-15-38/gdpr/ARTIKKEL_4#gdpr/ARTIKKEL_4
- [3] <https://no.wikipedia.org/wiki/Andes>
- [4] <https://nhess.copernicus.org/preprints/nhess-2024-46/>
- [5] <https://www.worldhighways.com/wh10/news/norways-substantial-road-development-budget>
- [6] <https://norwaytoday.info/news/norways-government-allocates-more-money-to-flood-and-landslide-prevention/>
- [7] <https://www.tu.no/artikler/slik-sikres-tunneler/258237>
- [8] <https://precast.org/precasttoday/q1-2024/the-benefits-of-fiber-reinforced-concrete-in-precast-applications/>
- [9] https://www.mdpi.com/journal/polymers/special_issues/002564H139
- [10] <https://www.intechopen.com/chapters/84203>
- [11] <https://www.mdpi.com/2079-6439/10/4/37>
- [12] [Klima i Norge 2100 - miljodirektoratet.no](https://Klima%20i%20Norge%202100%20-%20miljodirektoratet.no)
- [13] [Klimastatus 2023 – Norsk klimastiftelse \(klimastiftelsen.no\)](https://Klimastatus%202023%20-%20Norsk%20klimastiftelse%20(klimastiftelsen.no))
- Bruk underveis:
 - [14] [Verdsetting av utrygghet ved skred - Menon Economics](https://Verdsetting%20av%20utrygghet%20ved%20skred%20-%20Menon%20Economics)
 - [15] [2020-44-Verdsetting-av-utrygghet-ved-skred.pdf \(menon.no\) , direkte til pdf](https://2020-44-Verdsetting-av-utrygghet-ved-skred.pdf)
 - [16] [Hydrometeorologiske terskler for jordskred på lokal skala - Undersøkelser i Hornindal og Gudbrandsdalen \(ui.no\)](https://Hydrometeorologiske%20terskler%20for%20jordskred%20p%C3%A5%20lokal%20skala%20-%20Unders%C3%B8kelser%20i%20Hornindal%20og%20Gudbrandsdalen%20(ui.no))
 - [17] [Brage NMBU: Skredfare i eksisterende bebyggelse : handleplikt og økonomisk ansvar \(unit.no\)](https://Brage%20NMBU%20-%20Skredfare%20i%20eksisterende%20bebyggelse%20%3A%20handleplikt%20og%20%C5%96konomisk%20ansvar%20(unit.no))
 - [18] [Your Extreme \(kongsberg.com\) , tidligere besvarelser](https://Your%20Extreme%20(kongsberg.com))
 - [19] [Prosjektarbeid INGG2300 Ingeniørfaglig systemtenkning- Sikkerhet og Beredskap , Nullvisjon i trafikken: Bruk av LiDAR og KI for tryggere veger \(Ikke offentlig\)](https://Prosjektarbeid%20INGG2300%20Ingeni%C3%9Frfaglig%20systemtenkning-%20Sikkerhet%20og%20Beredskap%20,%20Nullvisjon%20i%20trafikken%20-%20Bruk%20av%20LiDAR%20og%20KI%20for%20tryggere%20veger%20(Ikke%20offentlig))
 - [20] <https://www.onlinewebfonts.com/download/3bc578cf9fcda949af7a5bf3fffb4a>

TiHi



Tor Henrik Øverby Olsen