



MOBILITET

2024

➤ Mobilitet i klimakrisens tid: infrastruktur, sårbarhet og innovasjon

Naturbaserte løsninger (NBS) for å sikre mot erosjon, skred (og flom)

Anders Solheim & Amy Oen, NGI

Innhold:

- NBS og sikringstiltak
- Noen eksempler (mest fra Pyreneene):
- Barrierer ift. implementering
- Refleksjoner / meldinger: Hva kan NBS brukes / ikke brukes til?



Sikringstiltak mot skred

Tradisjonelle 'grå' tiltak

Active mitigation measures (reduce Hazard)



Passive mitigation measures (reduce consequences)



Fell et al. (2005)

- ↗ Kostnader pga. skader etter ekstremvæershendelser (flom, tørke, skred, stormflo, etc.) er store og økende.
- ↗ Klimaendringer, men også andre store endringer, som demografi og arealbruk, forverrer situasjonen.
- ↗ Tradisjonelle, 'grå' sikringskonsepter er ofte dyre, lite fleksible, landskapsmessig inngripende ('stygge') og kan påvirke økosystemer negativt.
- ↗ Naturbaserte løsninger er tilgjengelige for mange problemer, men trenger oppskalering og, i mange tilfeller 'proof of concept', såvel som standarder og guidelines.



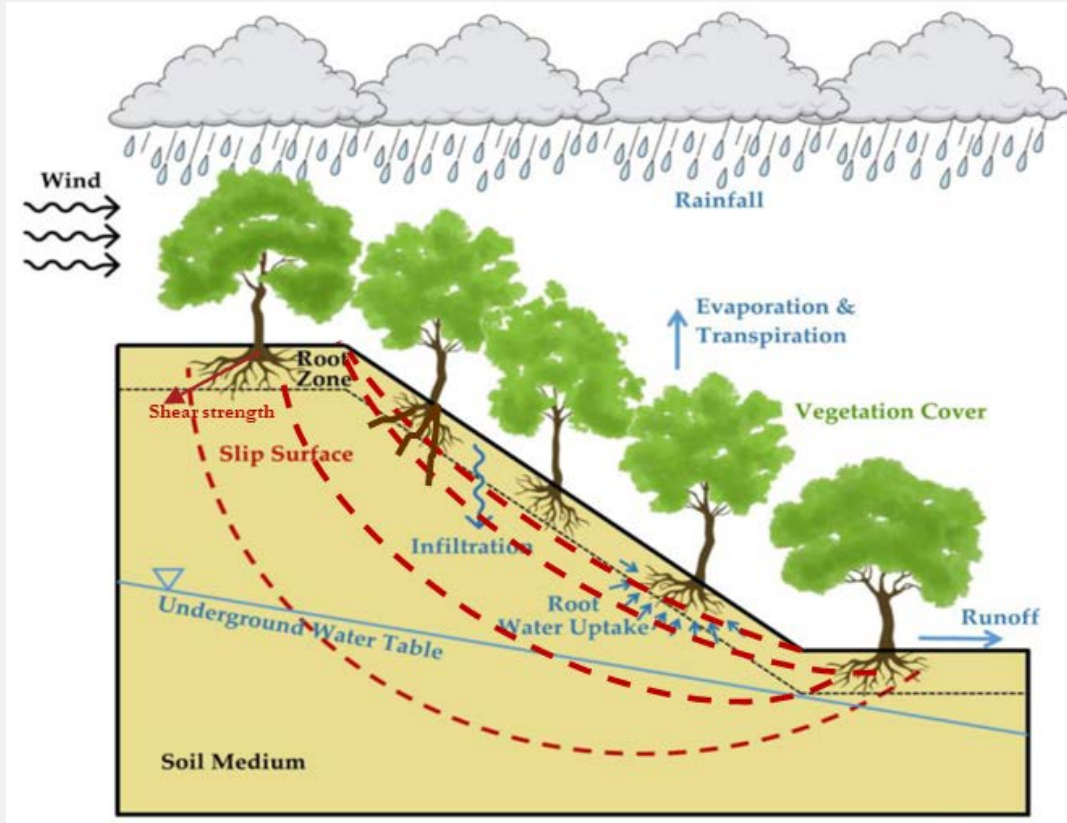
UNEA-5 resolusjon formelt vedtatt definisjonen av 'NbS' i mars 2023

“Actions to protect, conserve, restore, sustainably use and manage natural or modified terrestrial, freshwater, coastal and marine ecosystems, which address social, economic and environmental challenges effectively and adaptively, while simultaneously providing human well-being, ecosystem services and resilience and biodiversity benefits.”

Noen NBS-kilder:

- NVEs 'sikringshåndboka' (<https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/>)
- LaRiMiT: Web basert verktøykasse fra SFI- Klima2050 (<https://www.larimit.com/>)
- Kalsnes & Capobianco, 2019: Nature-Based Solutions: Landslide safety measures (<https://www.sintefbok.no/book/index/1234/nature-based-solutions-landslides-safety-measures>)
- PHUSICOS websider: <https://www.phusicos.eu/>

Vegetasjon og skråningstabilitet: Prinsipper



Hydrologiske og
Mekaniske virkninger

Over bakken

- Reduserer overflateerosjon

Røtter påvirker

- Jordsmonnets struktur
- Jordsmonnets styrke
- Jordsmonnets hydrauliske egenskaper

NBS er ikke nytt: Eksempler fra Pyreneene

Biescas (Spania)



- Tiltak etablert i 1905
- Tørrmurte terrasser, dreneringsveier og skogplanting
- Sees i dag som en grønn, skogkledd dalside
- Ingen skredproblemer etter 1905

Canfranc (Spania)

- Gigant-prosjekt initiert av Spanias konge, ca. 1910-20 for å beskytte jernbanestasjon.
- Terrasering og skogplanting
- Neppe regningsvarende i dag!

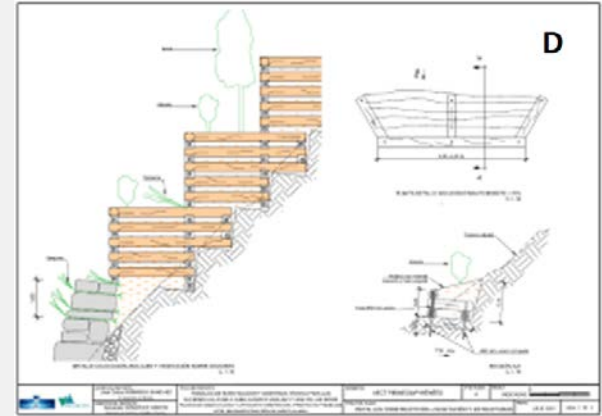


Terrassering og re-vegetasjon



Santa Elena, Spain

- Erosjon og steinsprang fra moreneskråning
- Tørrmur og tømmer-gabioner
- Beplantning med lokale busker og trær med dype røtter.



Erosjon, steinsprang og utglidninger i Bydalen, Sverige



- Bratte (30-40 grader) moreneskråninger
- Problemer i kraftig regn og snøsmelting
- I 2005 ble ca. 4 km langs veien behandlet med tilsåing (hydroseeding) av busk-vegetasjon, samt kokosmatter og drenering
- Etter 2 år avtok erosjonsproblemene og vegetasjonen grodde tilfredsstillende.
- Noe vedlikehold og gjenplantning er nødvendig.

Flomskred, Erill-La-Vall, Spania

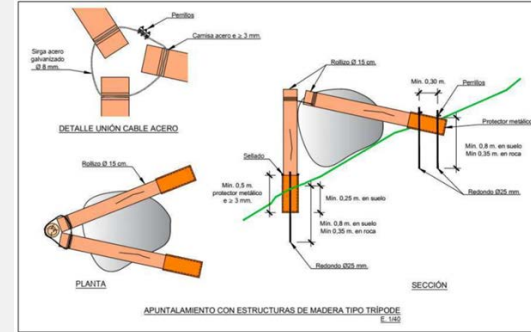
- ↗ Terrassering med bruk av lokalt treverk og stein, i kombinasjon med beplantning for å redusere energi og erosjon i raviner.
- ↗ Kombinert med flomskrednett nedstrøms, som fylles og hever erosjonsbasis
- ↗ Vil hinder tilførsel av sedimenter til hoved-skredbanene og redusere faren for større hendelser nedstrøms.
- ↗ Lokal vegetasjon plantes, som er tilpasset lokalt klima og økosystem.



Steinsprangsikring, Artouste, Frankrike

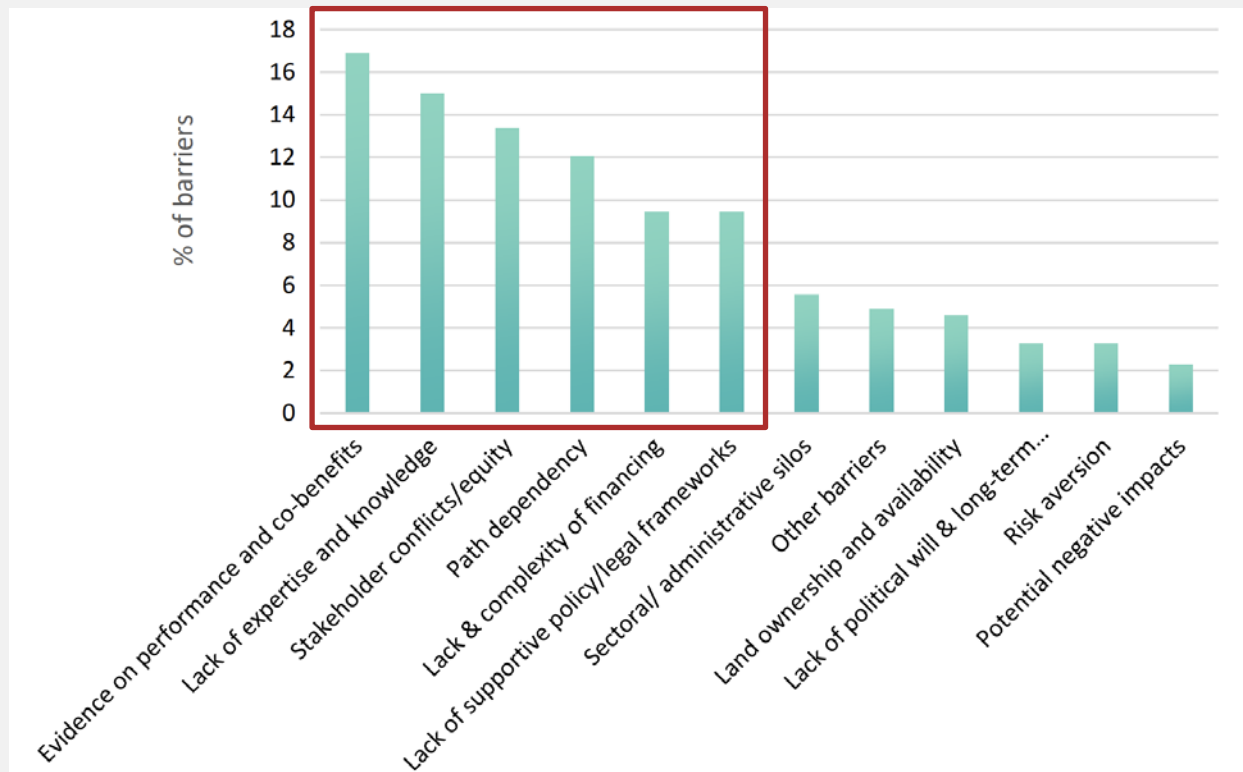


- Steinsprang fra skrenter og løse moreneblokker utgjør fare for veien (ett dødsfall).
- Stabilisere enkeltstein og stanse utløste blokker nær kilden, med tømmerkonstruksjoner og eksisterende skog.
- NBS? – Arbeidet utført for hånd, uten å etablere tilkomst for tunge anleggsmaskiner



NBS barrierer

- ‘Proof-of-concept’, både for risikoreduksjon og for tilleggs-effektene.
- Mangel på kunnskap og ekspertise: Standarder og retningslinjer mangler
- Interessekonflikter, NBS er ofte arealkrevende
- Frykten for ‘det ukjente’
- Finansiering og mangel på støtte i politikk og lovverk



Linnerooth-Bayer et al. (2023) Phusicos deliverable D5.4: <https://www.phusicos.eu>

Anbefalinger for bruk av naturbaserte løsninger for å redusere ekstremvær-risiko

- Naturbaserte løsninger kan redusere fare for:
 - Flom og erosjon langs vannveier
 - Grunne skred (jord- og flomskred)
 - Utløsning av snøskred
 - Steinsprang av begrenset volum
- Hybride løsninger bør vurderes og aksepteres der alternativene er dårligere:
 - Bruk av både vegetasjon og 'inerte, ikke-levende' materialer.
 - NBS bør alltid vurderes, i det minste som et supplement
- Revitalisering av tradisjonelle byggeteknikker kan
 - bidra til å utvikle retningslinjer og standarder, og dermed
 - redusere barrierer, deriblant økonomisk ansvar for entreprenørene og gjøre NBS mer 'mainstream'.



Begrensninger for naturbaserte løsninger

- ↗ Naturbaserte løsninger alene fungerer ikke mot alle naturfarer, spesielt:
 - Kvikkleireskred og andre skred med dyptliggende bruddflater
 - Fjellskred og større steinskred
 - Skred som har oppnådd høy energi
- ↗ Naturbaserte løsninger kan ta lang tid (10-30 år) før de er fullt funksjonelle:
 - Vurdering av rest-risiko er viktig
 - Implementere langsiktige overvåkingsprogrammer for å dokumentere effekt og forbedre kunnskapen om usikkerheter



På naturens premisser:

Naturbaserte løsninger *mot* naturfare, *for* naturmangfold

Turid Wulff Knutsen
Senior EU-rådgiver
Innlandet fylkeskommune



Gudbrandsdalen

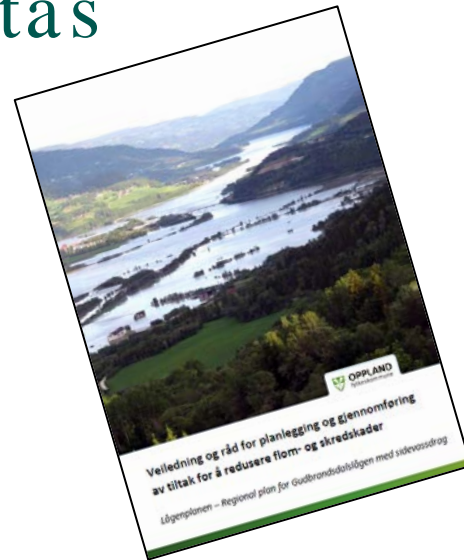
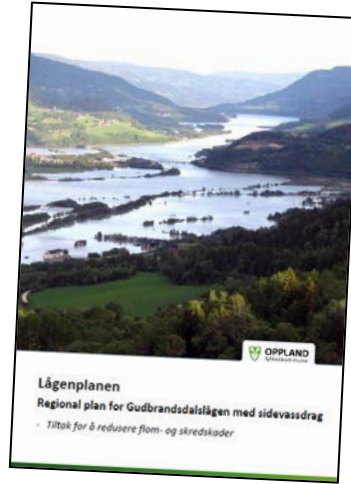


Gudbrandsdalen



Lågenplanen:

Bidra til økt sikkerhet for samfunnet mot skred- og flomskader, samtidig som vann-, natur- og friluftsverdiene ivaretas



Skurdalsåa, Sør-Fron





This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 776681

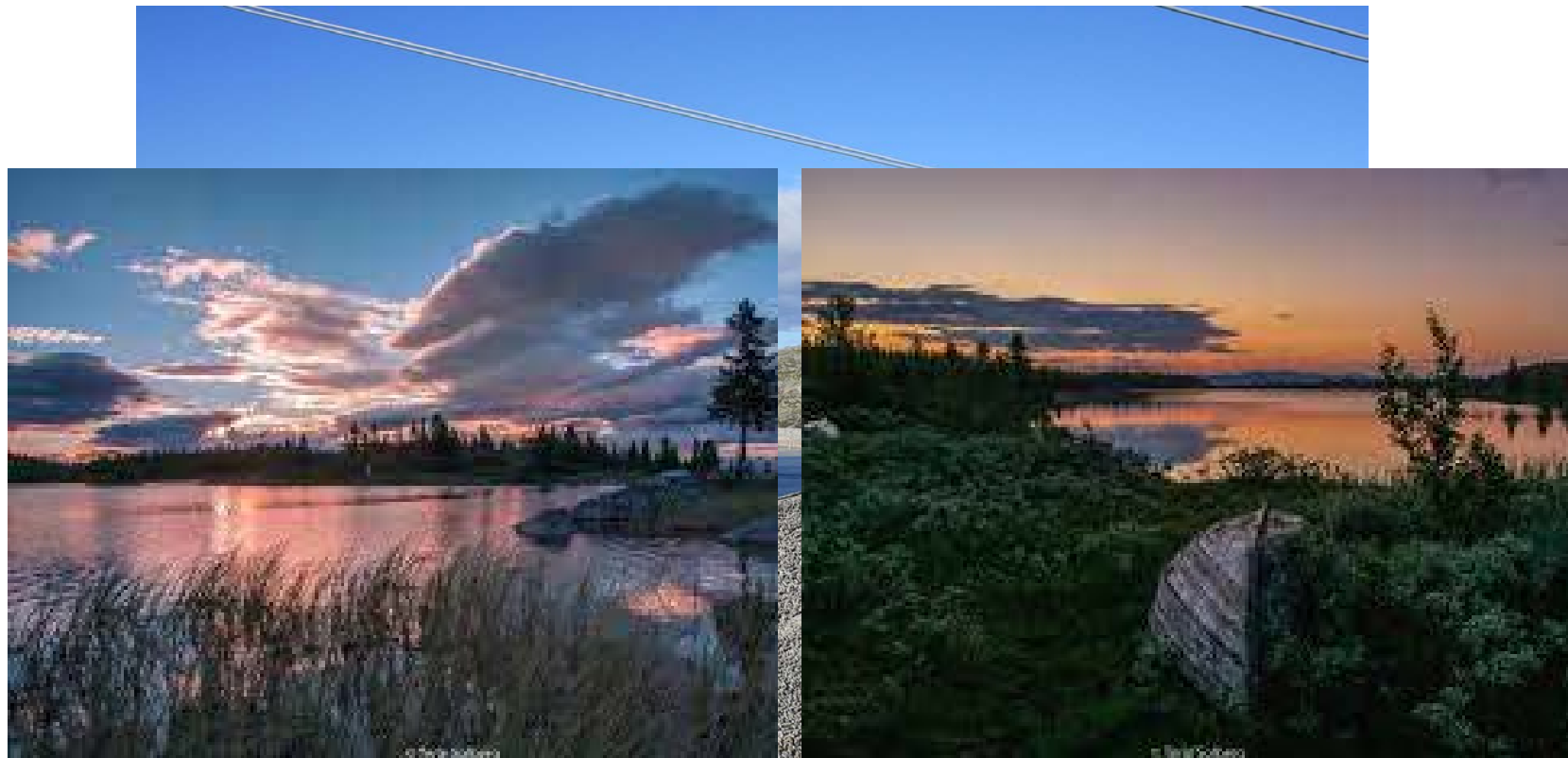


Svintjønna og Skurdalsåa



Bygde denne - unngikk nye millionskader: - Den er et lite eventyr





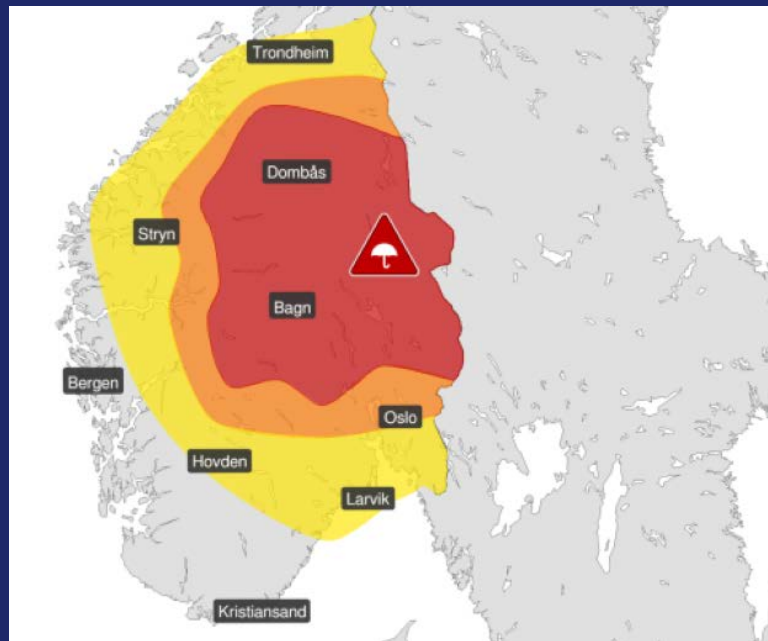
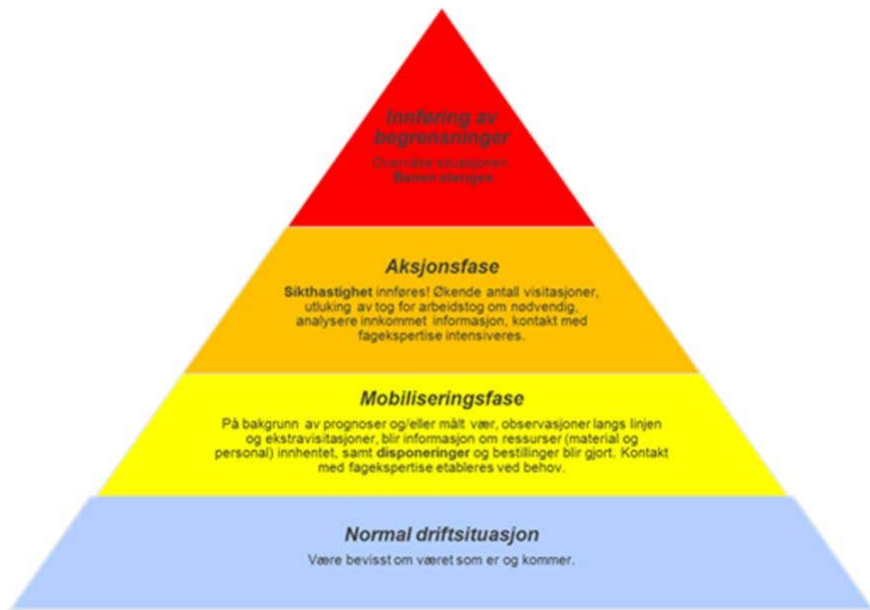
Hvordan påvirker et våtere og villere vær jernbanen – erfaringer og beredskap, samfunnets behov for robust infrastruktur

Bane NOR, Regiondirektør Lars Berge

Hvordan påvirker et våtere og villere vær jernbanen – erfaringer og beredskap, samfunnets behov for robust infrastruktur

- Beredskap og systematikk
- Fornyelse og tiltak i infrastrukturen
- Hvordan sikre at samfunnets behov for vei og baner ivaretas
- Innovasjon og utvikling
- Eksempel på trafikkavvikling ved stort avvik

Systematikk - beredskapsnivåer



Taktisk og strategisk kriseledelse – 3 nivå

- Kriseleder i hvert av de 3 områdene - geografisk
 - Status
 - Tiltak
 - Skader
 - prognoser
- En overordnet kriseledelse for å sikre at helheten ivaretas
- Strategisk beredskapsledelse konsernledelsen
- Loggfører alle møter i system for krisehåndtering
- Involvering av togselskap fortløpende
- System for krisehåndtering benyttes

BANE NOR ID: 10178 - Ekstremvær Hans - Felles hendelse for beredskapshåndtering

System 09.08.2023 14:37

Strategisk beredskapsledelse

Hendelsesdetaljer

Ekstremvær Hans - Felles hendelse for beredskapshåndtering

Rapportert: 06.08.2023 20:46

Registrert av Kjendlie, Vegard	Type hendelse Ekstremvær
Registrert 06.08.2023 21:09	Overordnet hendelsestype Standard

Beskrivelse

Ekstremværet "Hans" er varslet fra MET og NVE og vil gi store mengder nedbør. Nedbøren vil treffe forskjellig i områdene, men vil treffe alle tre baneområdene.

Det er etablert felles beredskapsledelse nivå 2 som ledes av banedirektør Eivind Bjurstrøm.

Denne hendelsen skal benyttes for felles informasjon og håndtering.

Ansvarlig enhet: Drift og teknologi

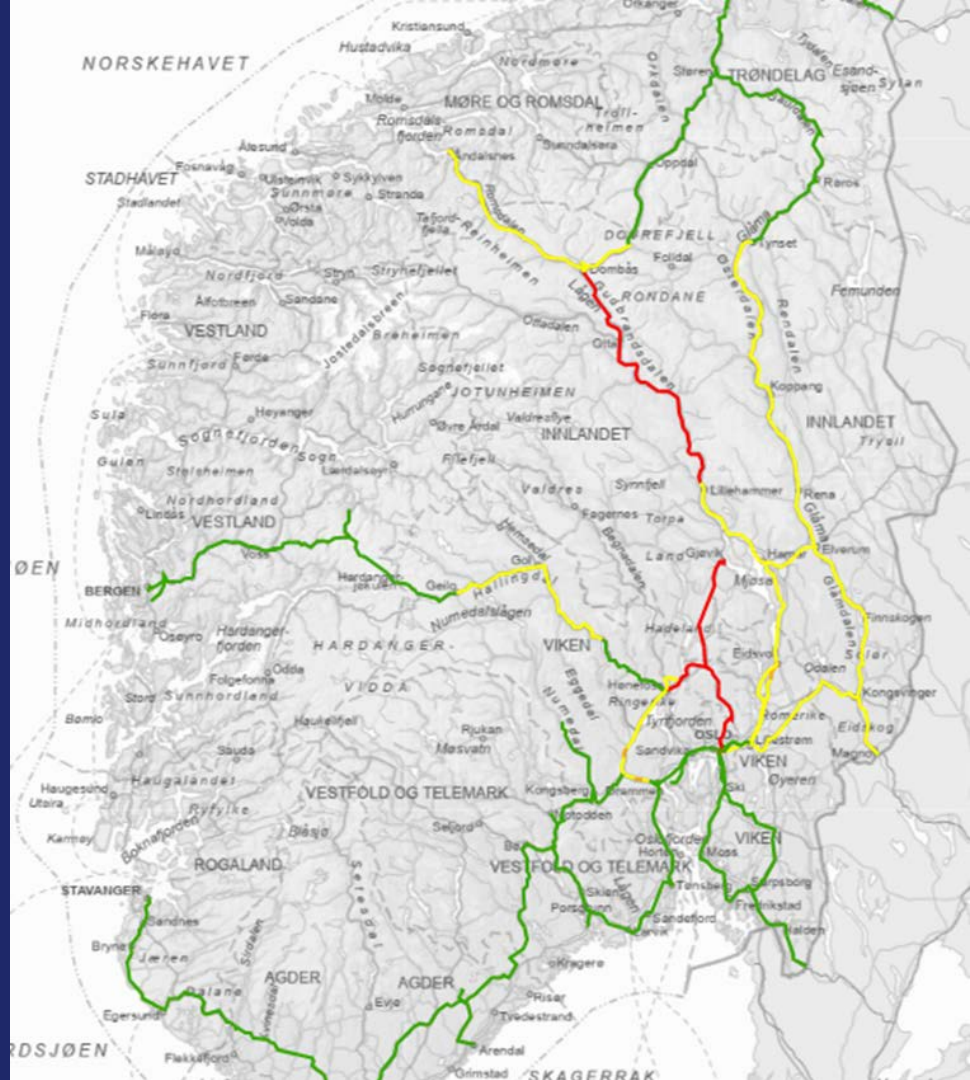
Budskap fra Kommunikasjon

Siste informasjon fra BaneNOR	Oppdatert
Av hensyn til sikkerheten har Bane NOR innført rød beredskap på flere strekninger.	08.08.2023 19:54
Vi jobber med utbedringer der vi kan, men det er fortsatt mye vann og regn flere steder så vi har ikke oversikt over omfanget og hvor lang tid det vil ta for vi	

Bane NORs beredskapsplanverk fungerte godt under «Hans»

- Systematisk og risikobasert
- Håndtering natur- og klimarelaterte hendelser inngår i konsernets helhetlige beredskapsorganisering
 - Rapportering til SD
- Driftskritiske funksjoner har kontinuitetsplaner som sikrer at drift kan opprettholdes
- I et samfunnssikkerhetsperspektiv kan jernbane være en kapasitet i nasjonale kriser
- Noe utvikling av applikasjoner for støtte til beredskapsledelse (kartfunksjonalitet lagt inn i BaneCim)
- God samhandling «lokalt» gjennom Fylkesberedskapsrådet og Samvirkekonferansen (DSB) «nasjonalt».

Eksempel på hvordan status på strekninger ble fulgt opp under håndtering av Hans



Hvordan sikre at samfunnets behov for vei og baner ivaretas

Bane NOR følger interne rutiner for beredskap knyttet til ugunstige vær-situasjoner (STY-601614)

Det er gjennomført særskilt kartlegging av behov for skredsikring i Område Vest og Område Nord (2020-2023)

Vedlikeholdsprogram for dreneringsanlegg, sideterreng, fyllinger med mer, skal gjennomgås i 2024

Endring i krav knyttet til bru i Teknisk Regelverk (TRV) for flomlast vurderes etter hendelsen ved Randklev

Strategi for digital overvåkning og bruk av sensorteknologi skal utarbeides 2024

Videreutvikle samarbeid på tvers av sektorer – erfaringsdeling, koordinering ved planlegging av tiltak og ved avvik.





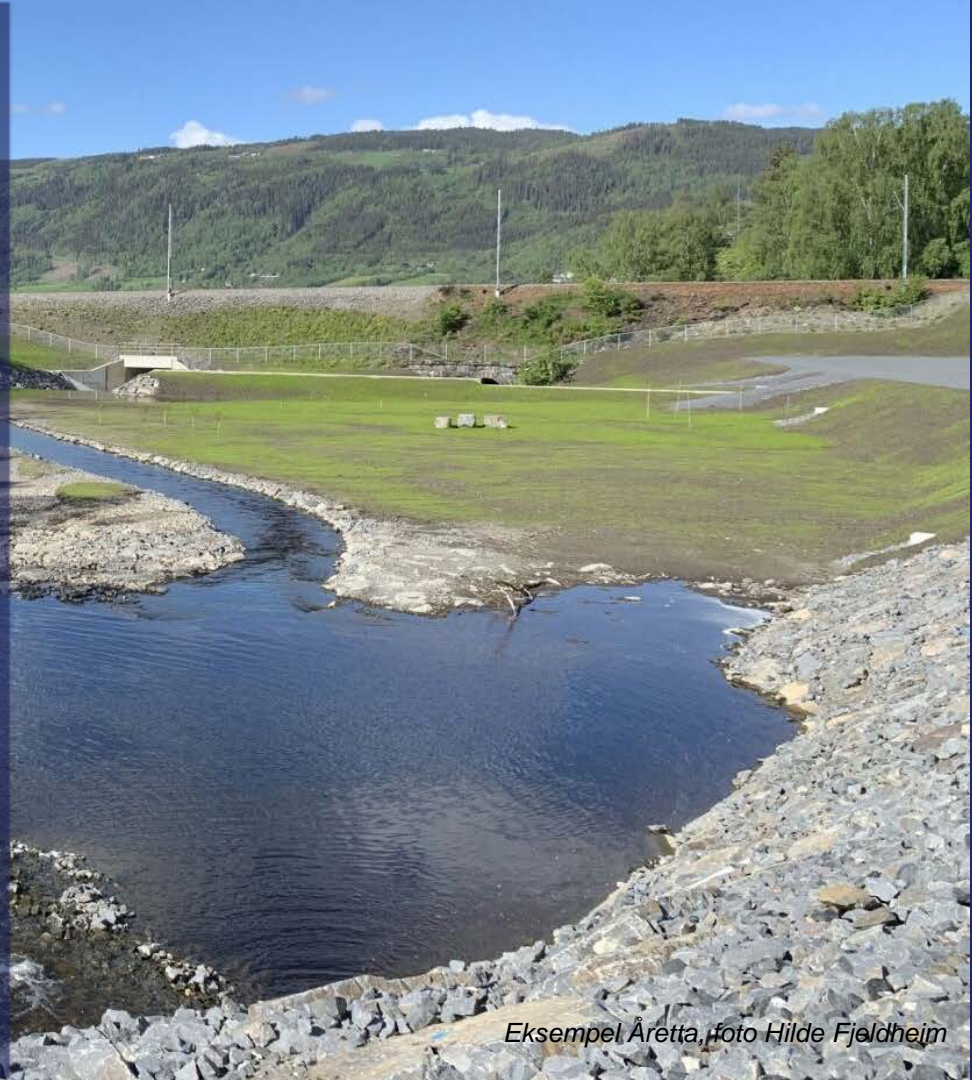
Fornyelse og investering

Akselererende endring av klimaet medfører behov for syv ganger høyere økonomiske rammer til utbedring og modernisering av drensanlegg og investeringstiltak i sideterreng

Tiltak ga effekt på Dovrebanen

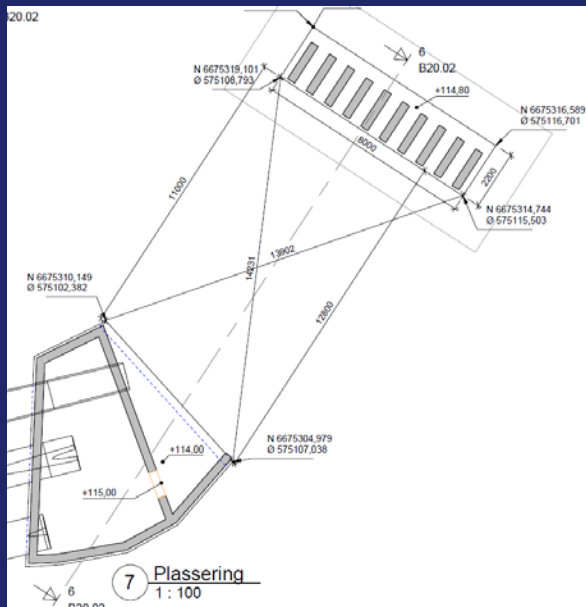
Bane NOR gjorde store investeringer for å ruste Dovrebanen mot flom etter større flommer i 2011 og 2013

- Flom 2013: 200 skadesteder, 70 stoppende feil på Dovrebanen
- «Hans» 2023: 14 skadesteder, syv stoppende feil på Dovrebanen
- «Hans» var en større flom med flomtopp på $2\,750\text{ m}^3/\text{s}$, 15 % større enn 2013 ($2\,360\text{ m}^3/\text{s}$) i Lågen



Innovasjon og utvikling skal gjøre infrastrukturen sikrere

- Sensorteknologi
- Eksempel innovasjonstiltak fra Roa-Hønefossbanen «Hans»
 - Jernbanefylling som kollapset grunnet høyt vanntrykk etter at innløp til stikkrenne tettet seg med vegetasjon
 - Ved gjenoppbygging er det bygget «fangrist» ca.15 meter oppstrøms før stikkrenne.



Trafikkavvikling

- Alternative ruteplaner utarbeides ved avvik av lang varighet
- Randklev bru, Dovrebanen
 - Midlertidig løsning for passasjerer og gods
 - Noe av godstrafikken fra Dovrebanen er flyttet over på Rørosbanen
 - Godstrafikk har fått prioritet foran persontrafikk
 - Dombås – Ringebu ble åpnet i 30. okt
 - Fåvang stasjon klar 22. november, tas i bruk av SJ ved ruteendring 10. desember





BANENOR



Vi forbedrer og moderniserer
for at flere kan ta mer tog





SINTEF

Hva gjør vi for å beskytte dagens infrastruktur mot mer ekstremvær?

Vibeke Nossun

Forskningsjef, SINTEF Community









SINTEF

Hva gjør vi for å beskytte dagens infrastruktur mot mer ekstremvær?

- Klimatilpasse
- Varsle
- Akseptere nedetid





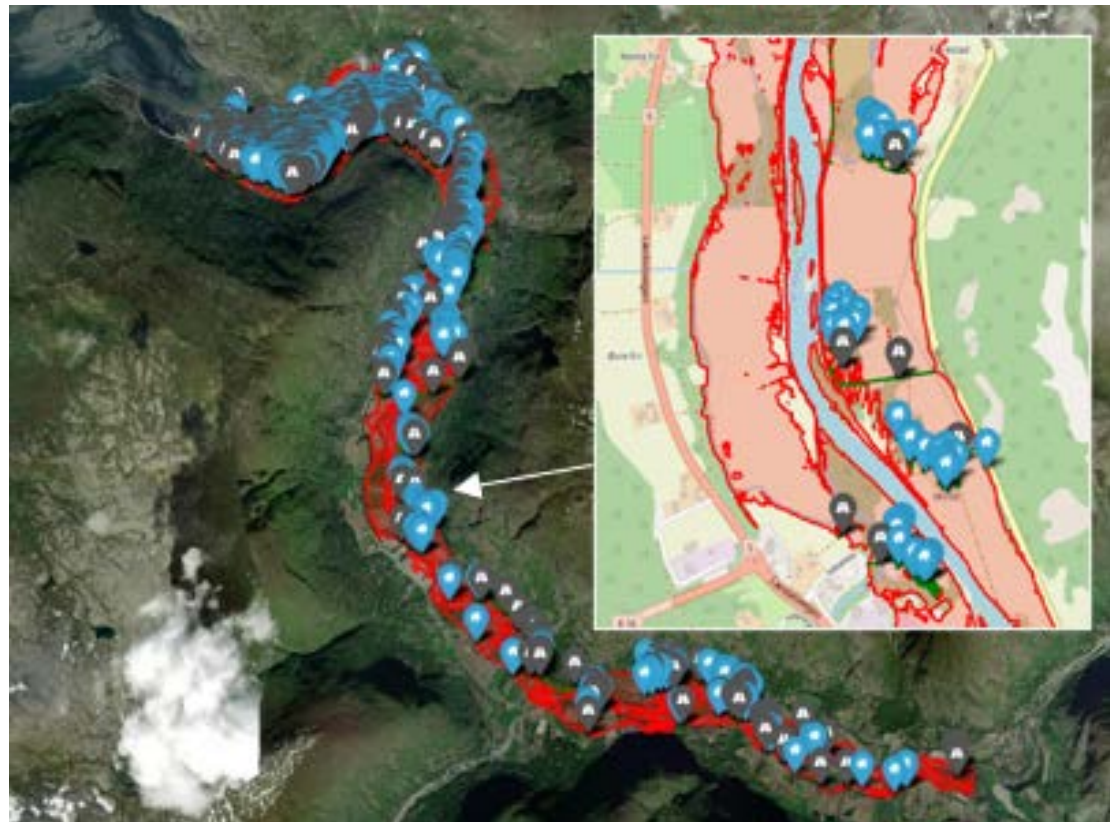
SINTEF

SamVann

Samfunnsøkonomisk verdi av flomdemping fra vannkraftregulering

Hovedmål:

- Utvikle skadekostnadsfunksjoner basert på flomparametere fra hydraulisk modellering og kostnadsdata
- Beregne indirekte effekter og økonomiske ringvirkninger av flom





SINTEF

Klima 2050



Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

Naturbaserte løsninger- Rv3 Løten





SINTEF

KlimaDigital

Begrensning i samfunnsrisiko forårsaket av geofarar som følge av klimaendringer med bruk av digital teknologi

- Redusere risikoen knyttet til jordskred og flomskred på grunn av nedbør
- IoT-teknologi for overvåking av geofarar
- Forbedrede geofare- og klimamodeller



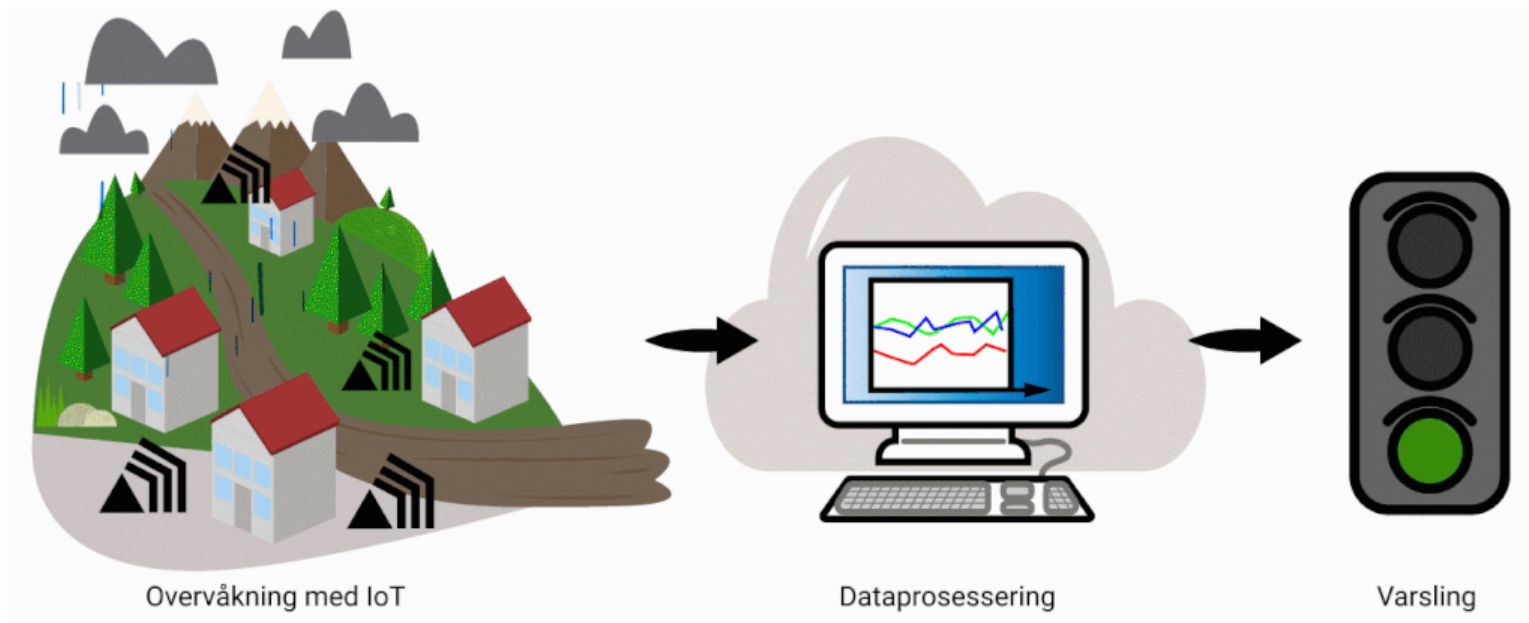
Statens vegvesen





SINTEF

KlimaDigital

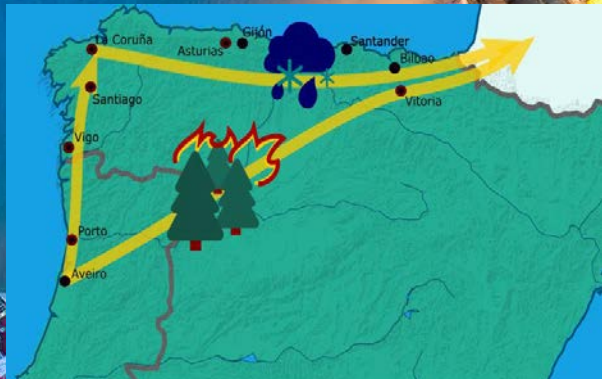




Sustainability And Resilience for Infrastructure and Logistics networks



Nasjonal



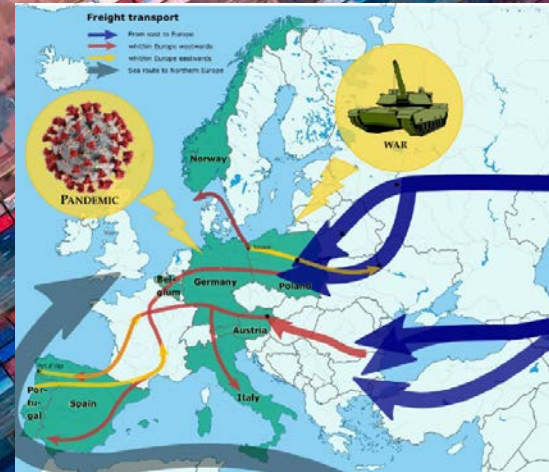
Spain, Portugal
Brann og storm

Regional



Italia
Flom og cyber angrep

Europa



Krig og pandemi



SINTEF

Forskningsbehov

- **Samarbeid** mellom etater og grunneiere
- Identifisering av **kritiske** punkter og strekninger
- **Vedlikeholdsbehov** for å motstå klimaendringer





SINTEF

Forskningsbehov - Samarbeid mellom etater og grunneiere



Foto: Håkon Mosvold Larsen, NTB Scanpix

funn



SINTEF

Forskningsbehov - Identifisering av kritiske punkter og strekninger



Foto: Frode Meskau/NRK

Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

Forskningsbehov - Vedlikeholdsbehov for å møte klimaendringer



Foto: Svein Stavås/NTB)

re samfunn



SINTEF

Teknologi for et bedre samfunn