



NoRSTRESS

Norwegian in-situ **Rock Stress** for Sustainable
Development of Hydroelectric Power

Nghia Q. Trinh
Helene Strømsvik

SINTEF Community
SINTEF Community



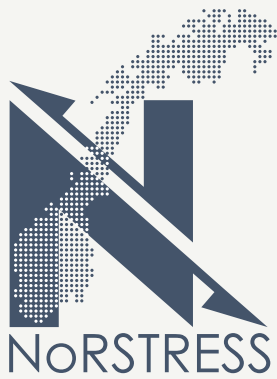


Innhold

NoRSTRESS

Norwegian in-situ **R**ock **S**tress for **S**ustainable
Development of Hydroelectric Power

1. Bakgrunn for prosjektet
2. Om prosjektet
3. Prosjektarbeid
4. Prosjektplan



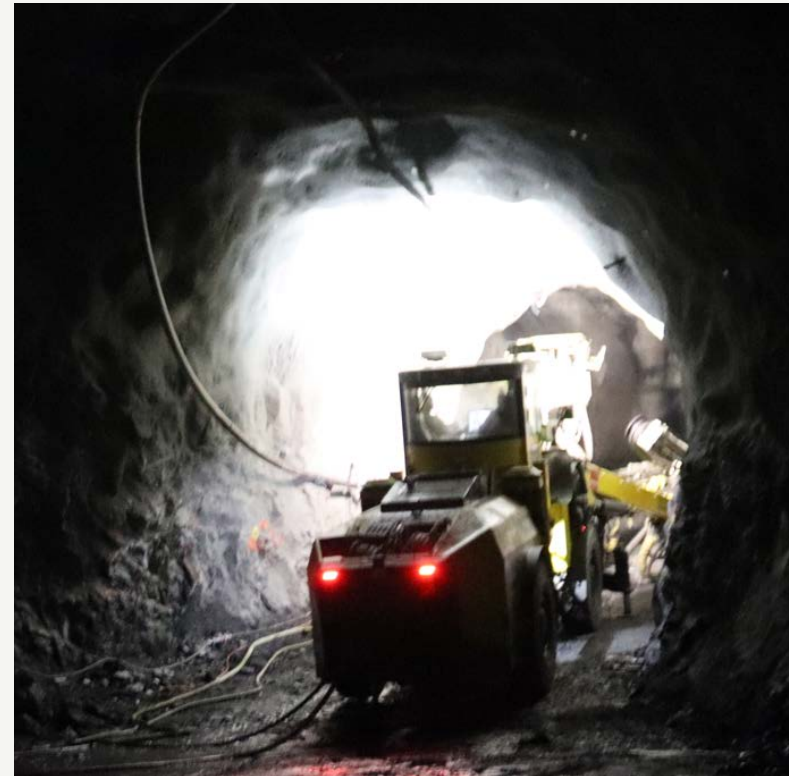
Bakgrunn for NoRSTRESS

Norsk vannkraftteknologi:

- Kostnadseffektiv
- miljømessig bærekraftig
- Anerkjent og velprøvd konsept

Særtrekk:

- Uforede trykktunneler
- Utslag under vann
- Luftputekamre
- Utstrakt bruk an anlegg under jord





Bakgrunn for NoRSTRESS

Estimater viser at over 95% av vannførende tunneler i norske vannkraftverk er uforede

Hovedfordelen med uforede tunneler:

- Bruken av stålforing på tilløpssiden minimeres
- Betydelig kostnadsbesparende
- Mindre klimagassutslipp



Bakgrunn for NoRSTRESS

Uforede trykktunneler

Kan bare etableres der hvor minste in-situ hovedspenning er høyere enn den påkjenningen fra vanntrykket i trykktunnelen/sjakten, inkludert hyppige og store endringer i trykket.

Bergspenninger som ikke høye nok gir risiko for hydraulisk jekking av eksisterende sprekker, eller hydraulisk brudd av bergmassen.

Medfører en situasjon med vesentlig vanntap fra trykktunnelene

Hydraulisk jekking betyr åpning av eksisterende sprekker i bergmassen

Hydraulisk brudd/splitt betyr dannelse av nye sprekker.



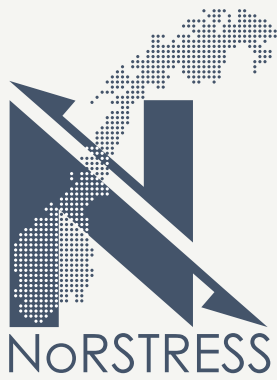
Bakgrunn for NoRSTRESS

Til tross for vurdering av bergspenninger har det likevel oppstått hydrauliske brudd i noen vannkraftverk i Norge:

- Herlandsfoss
- Skar
- Byrte
- Åskåra
- Bjerka
- Fossmark
- Bjørnstokk



(Brønnøysunds Avis, 2022)

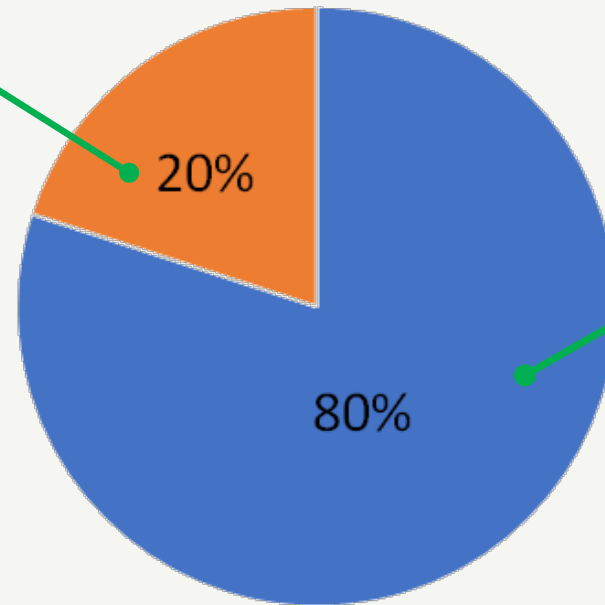


Om NoRSTRESS

Et kompetanseprosjekt for næringslivet (KPN), støttet av NFR
Varighet: 2021-2025



Industrial partners



Totalbudsjett: 17.5 mill. NOK

Research partners



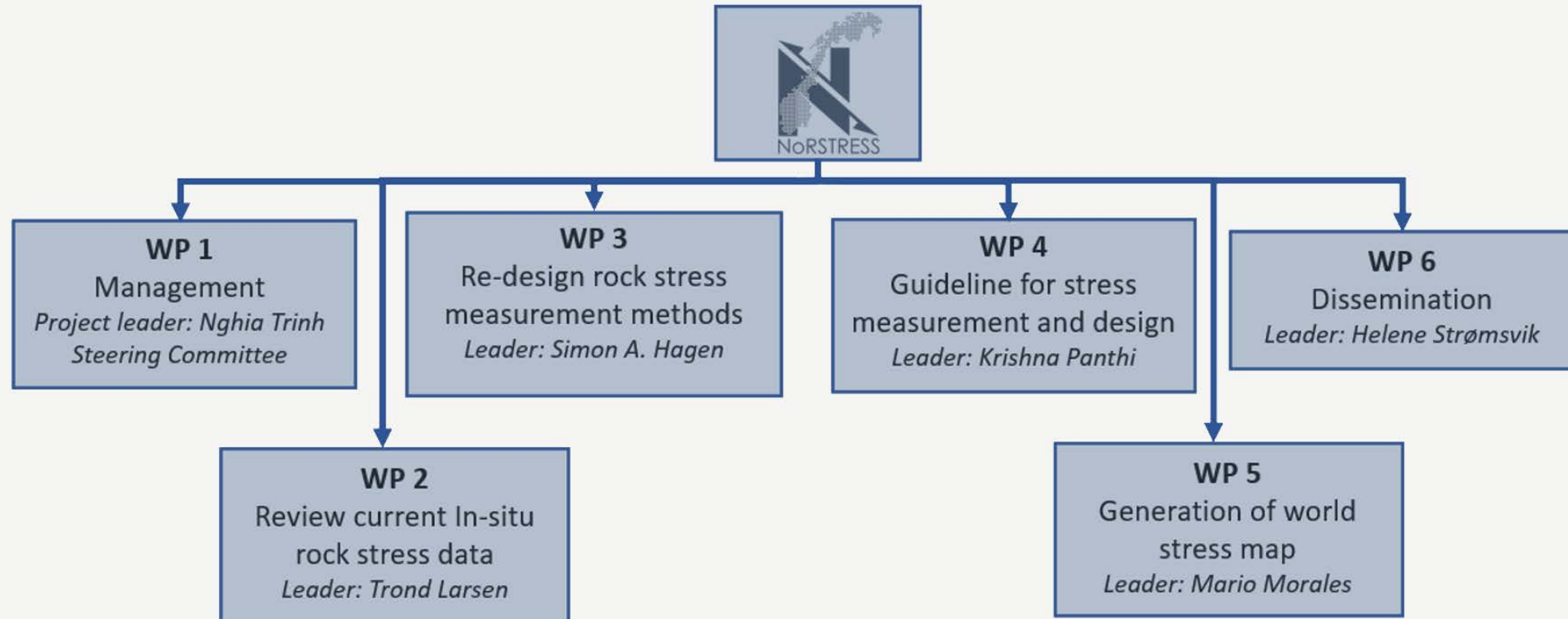


Mål for NoRSTRESS

- Forbedre kunnskapen om stedlige bergspenninger for å tilrettelegge for miljømessig bærekraftig utvikling av vannkraft.
- Forskning på både dype og grunne bergspenninger, inkludert effekten av geologiske og topografiske forhold, kan bidra til en bedre forståelse av lokale bergspenninger samt målingen av disse.
- NoRSTRESS vil jobbe for å utvide verktøykassen for forundersøkelser og bergspenningsmålinger slik at både metode og kvalitet bedres.
- Resultatene vil også kunne komme til nytte i generelle infrastrukturprosjekter der undergrunnen benyttes.



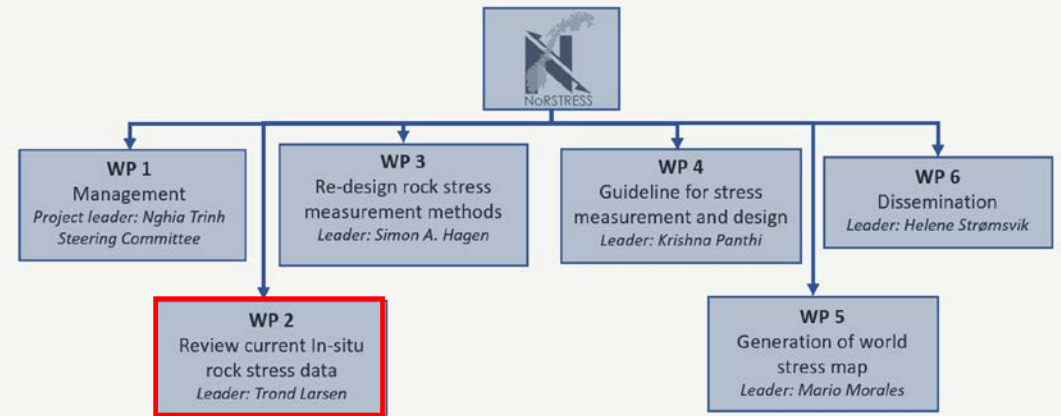
Prosjektarbeid





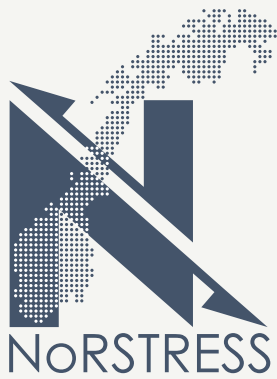
WP2

Review current in-situ rock stress data



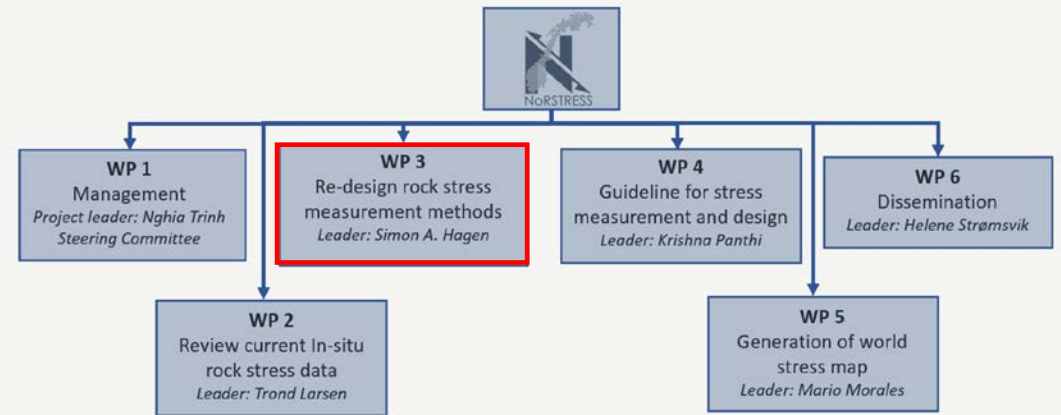
Bidra til bedre forståelse av bergspenningsdata:

- Samle informasjon og data fra bergspenningsmålinger i Norge; geologi, topografi, samt annen relevant info fra målestedene.
- Analyse av det innsamlede datagrunnlaget for å avdekke korrelasjoner mellom relevante faktorer. Studere innvirkningen fra ulike lokale og regionale faktorer i relasjon til størrelse og orientering av bergspenninger.



WP2

Re-design rock stress measurement methods



Utarbeide en beste praksis for utførelse av bergspenningsmålinger for ulike planleggingsstadier i vannkraftprosjekter. Identifisere hvordan ulike metoder kan kombineres for å forbedre kvaliteten av undersøkelsene.

- Vurdere dagens metoder for bergspenningsmålinger; fordeler, ulemper og anvendelighet
- Utføre praktisk testing av ulike metoder
- Anbefalinger for forbedring og utvikling av nye metoder.

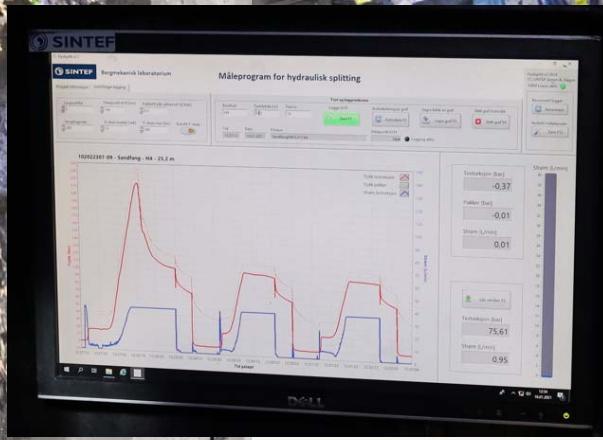
Arbeid i WP 3

- Simulering av hydraulisk jekking i Berglaboratoriet.



Arbeid i WP 3

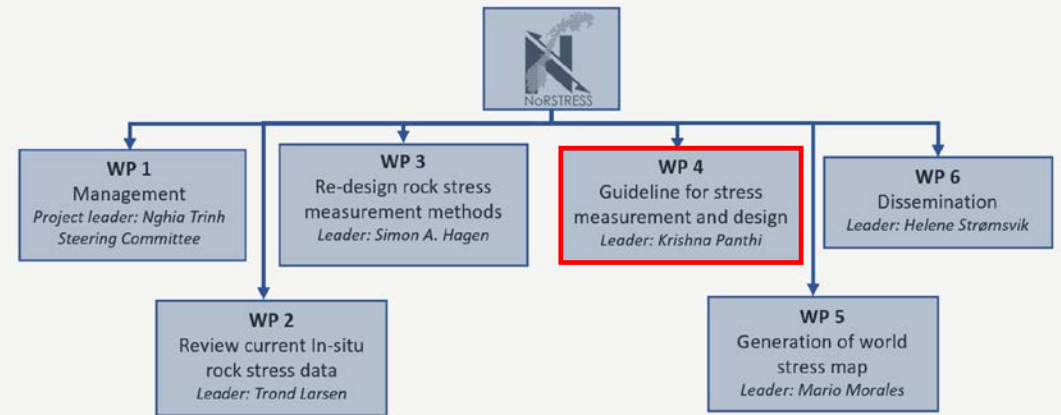
- Hydraulisk splitting i felt





WP4

Guideline for stress measurement and design
PhD stipendiat. Bikash Chaudhary



Studere stabilitet i trykkutsatte tunneler, med fokus på å forså :

- Hendelser hvor det har oppstått hydraulisk brudd in tunneler
- Vellykkede vannkraftprosjekter med lav overdekning

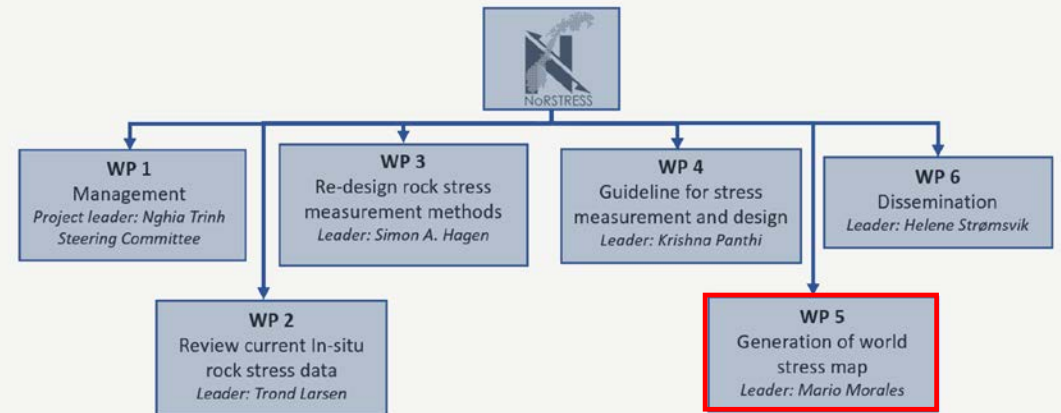
Arbeidet består i:

- Kartlegge relevante prosjekter
- Utføre supplerende undersøkelser for de ulike prosjektene
- Analyse
- Utarbeide en retningslinje for riktig bruk av data ved undersøkelse og planlegging av vannkraftprosjekter



WP5

Generation of World Stress map



Bygge en database med bergspenningsmålinger i, basert på data fra de andre arbeidspakkene i NoRSTRESS.

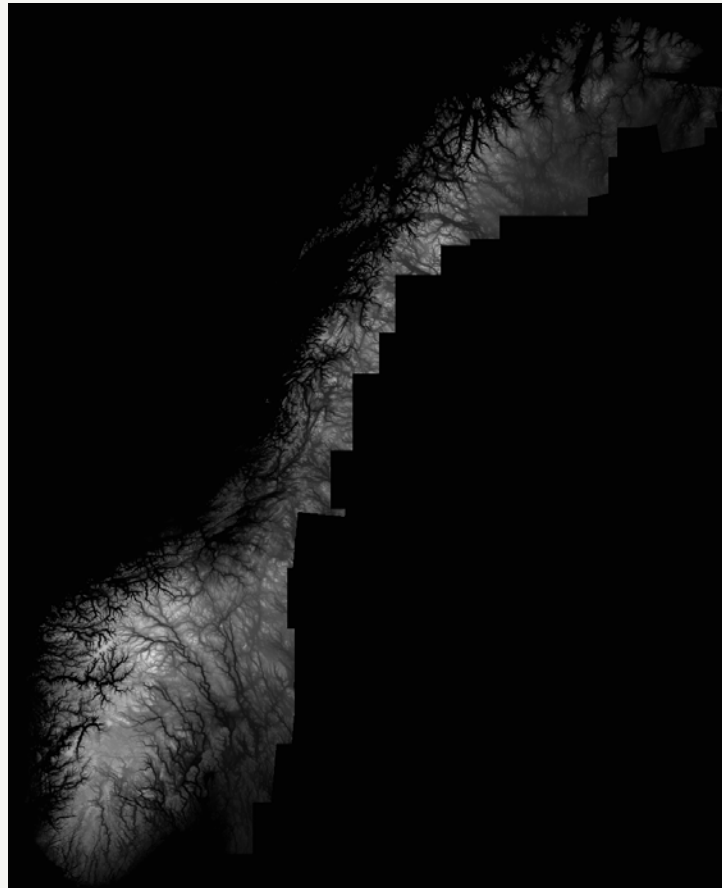
- Samarbeid med GFZ (Deutsche GeoForschungs Zentrum), for å gjøre databasen kompatibel med World Stress Map (WSM) og Qualitative World Stress Map (Q-WSM), som igjen bidrar til prosjektet "Fennoscandian Rock Stress Data Base"
- Hensikten: tilby et bedre verktøy for tidlig vurdering av bergspenninger og planlegging av utførelsen av bergspenningsmålinger for vannkraftverk og andre typer prosjekter som kan ha nytte av dette.



WP5

Generation of World Stress map

From raster



200m



to contours
(see the difference in intensity from the contours intervals)

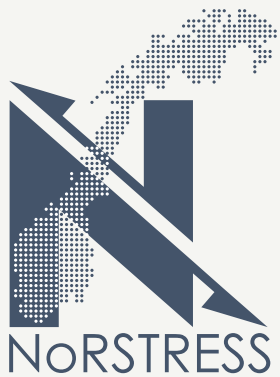
50m



20m

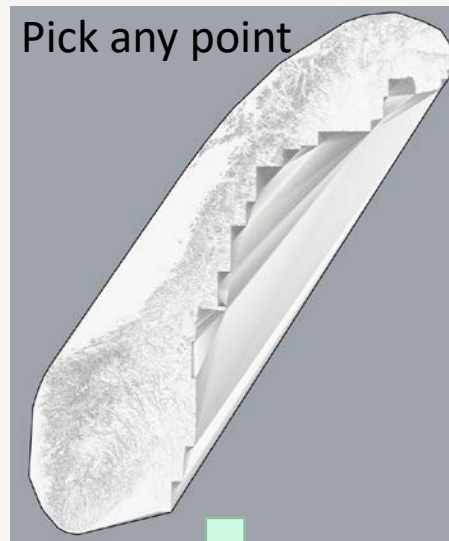
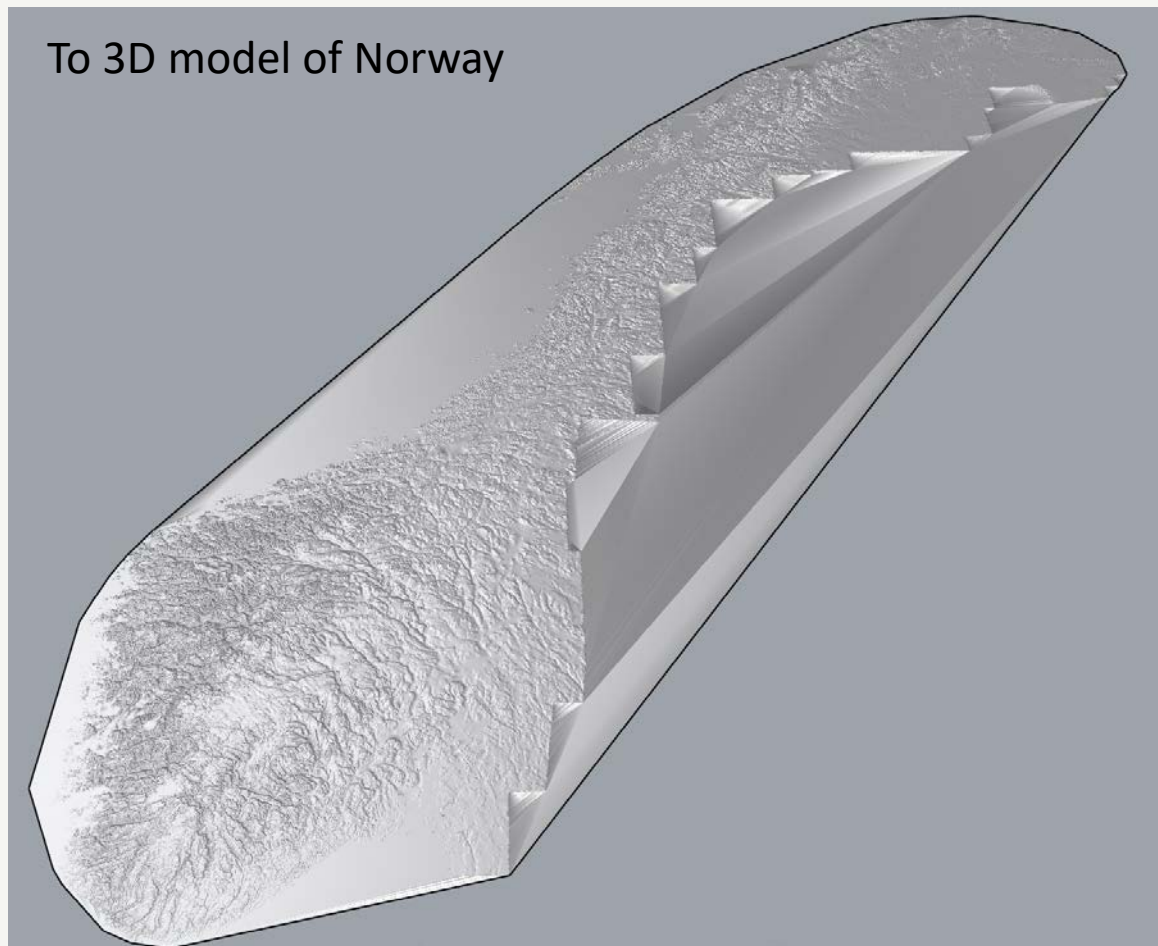


Not possible to go down to 10m due to memory issues on computer (last generation intel with DDR5 memory)

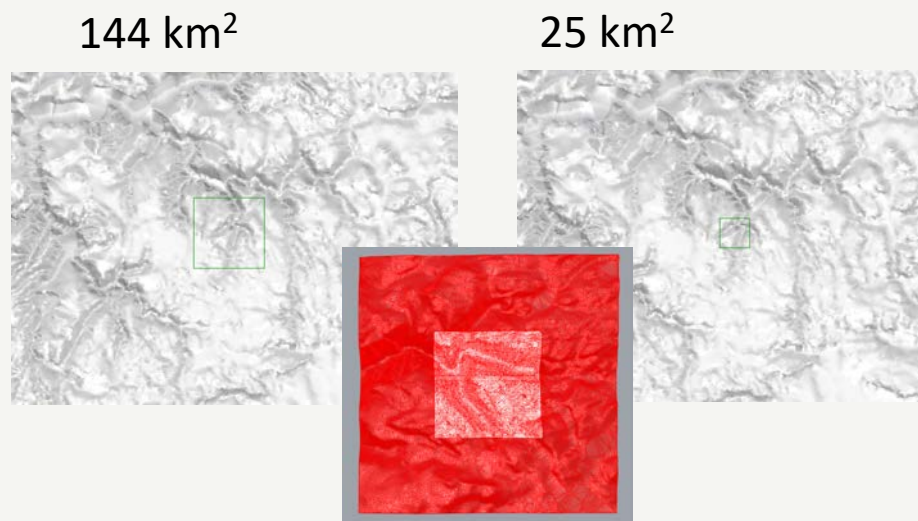


WP5

Generation of World Stress map



Define an square area

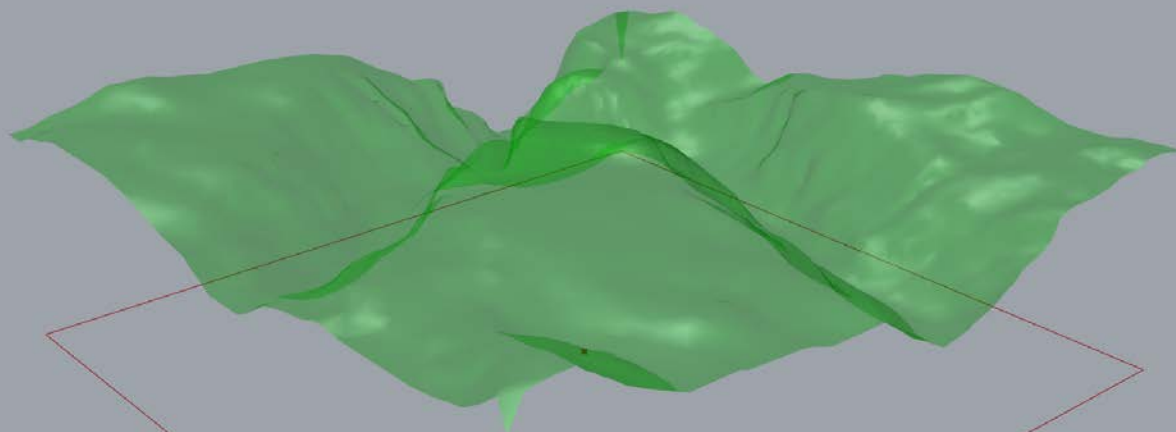




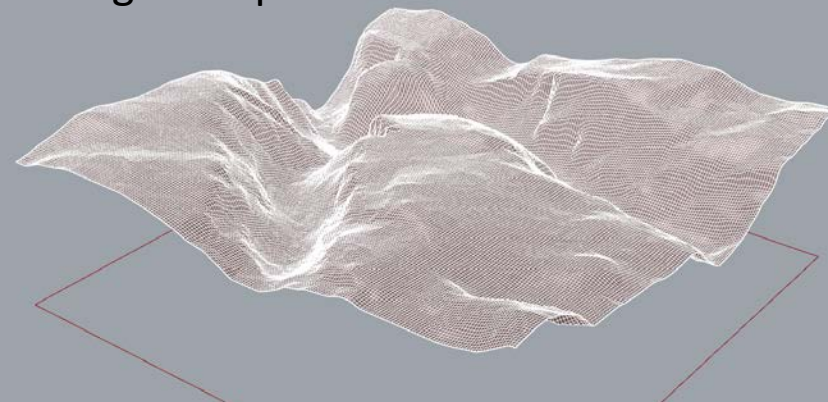
WP5

Generation of World Stress map

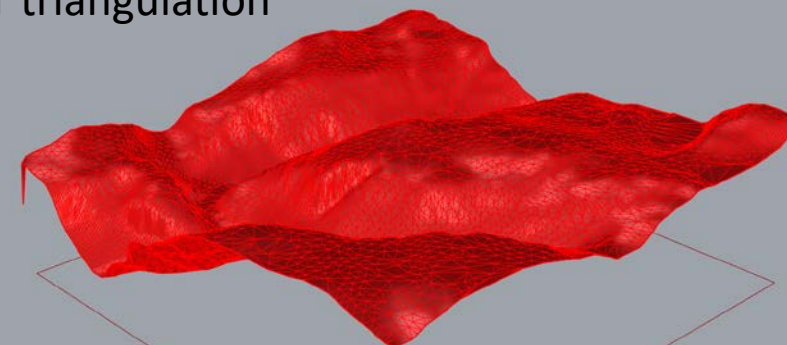
To 3D model on 20 m contours
with resolution control



As regular square mesh



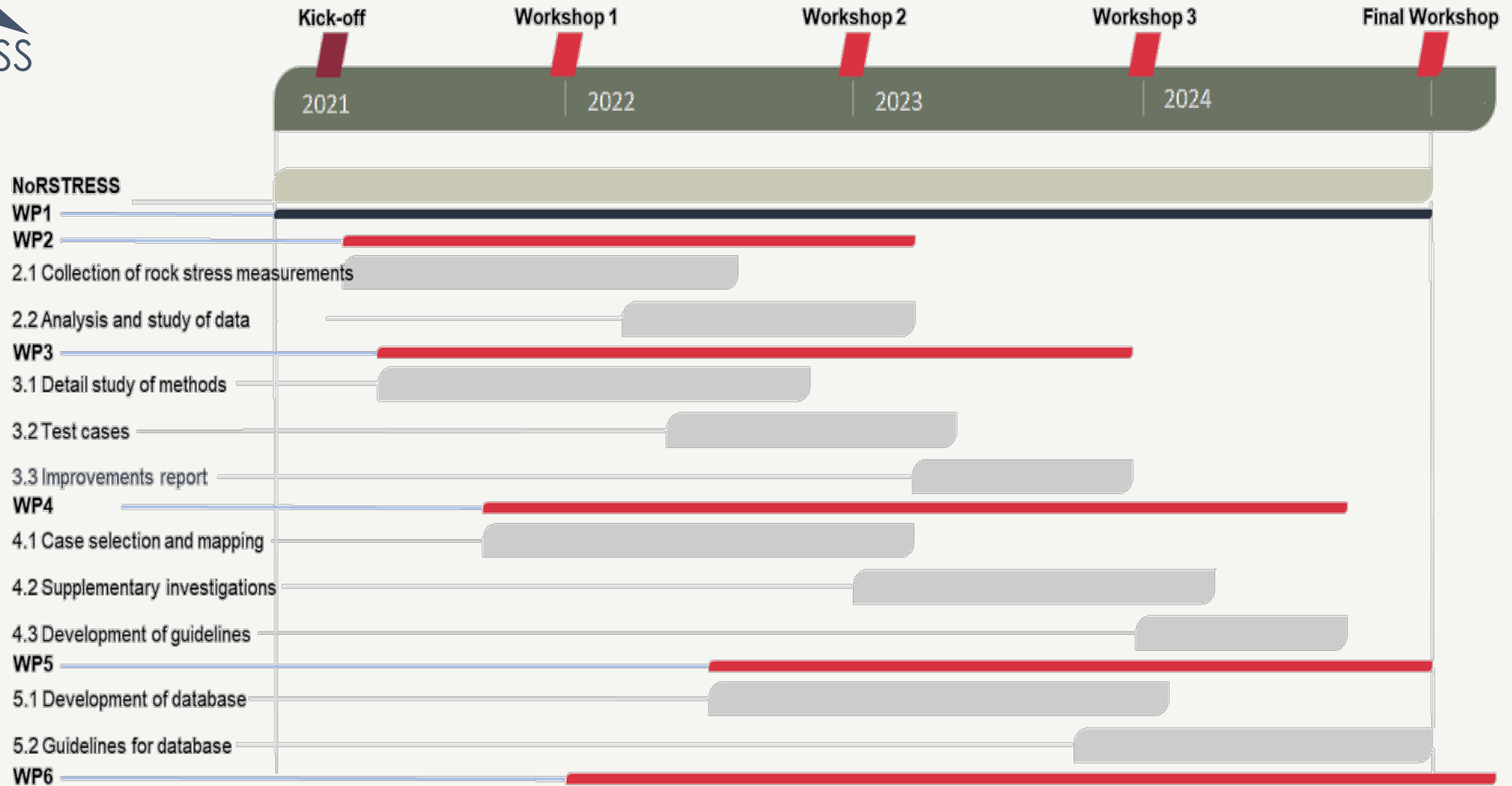
Or triangulation



Ready to export for numerical modelling!



Prosjektplan





Nettside

Mer info om prosjektet finnes her:

<https://www.sintef.no/projectweb/norstress/>

Fremtidige publikasjoner og workshops kan lastes ned fra denne nettsiden.

Technology for a better society

The screenshot shows the NoRSTRESS website interface. At the top, there is a navigation menu with the following items: a home icon, 'NoRSTRESS', 'Partners', 'Work Packages', 'News', 'Publications', and 'Events'. The 'Publications' link is highlighted with a red circle. Below the navigation bar is a large banner image showing a close-up of a rock face with some equipment. Underneath the banner, the heading 'About NoRSTRESS' is displayed in a blue font. The main text below the heading discusses the importance of in-situ rock stress knowledge in the design of Norwegian Hydro Electric Power (HEP) production, specifically for unlined/shotcretelined pressurized tunnels and air-cushion chambers. It explains that over 95% of the waterway length is left unlined, and that proper knowledge of in-situ rock stress is a key factor for a cost-effective solution, as it allows for the proper location of underground infrastructure and minimization of steel lining in the headrace system.

