

**Vurdering av
områdestabilitet ved
nytt nettanlegg mellom
Sima - Klyve - Bu i
Eidfjord kommune**



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr:	Dokumenttittel:
2023-10-349B	GT-H30-M03-01	01r	Vurdering av områdestabilitet ved nytt nettanlegg mellom Sima - Klyve - Bu i Eidfjord kommune
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:	
0	Internt godkjent rapport klar til utsending	09.09.2024	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Geoteknikk, områdestabilitet	Rapport	Bu – Sima i Eidfjord kommune	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:	
Risikogruppe 2/3	10.06.2024	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
Torkjell Ljone	10.06.2024-13.06.2024		
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Alice Hestad Vie	09.09.2024	Alice Hestad Vie (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Torkjell Ljone	06.09.2024	Torkjell Ljone (sign.)	

Sammendrag

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Jøsok Prosjekt AS for å vurdere områdestabiliteten i forbindelse med bygging av et nytt 132 kV nettanlegg mellom Sima, Klyve og Bu i Eidfjord kommune. Store deler av de planlagte traséalternativene ligger under marin grense og befinner seg innenfor aktsomhetssone for kvikkleireskred.

Tiltakskategorien er vurdert til K3 i henhold til Tabell 3.2 i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sin veileder "Sikkerhet mot kvikkleireskred", ettersom tiltakene anses å være viktig for samfunnet og har stor økonomisk verdi.

Topografiske kart og skyggerelieff viser helling over 1:15 langs store deler av traséalternativene. Kwartærgeologiske kart indikerer hovedsakelig elve- og breelvavsetninger i dalførene Sima, Eidfjord og Erdal. Utover dette er det betydelige forekomster av fjell i dagen, skredmateriale og morenedekke langs Simadalsvegen og Eidfjordvegen, noe som også samsvarer godt med tidligere utførte grunnundersøkelser.

Under befaringen fra 10. til 13. juni 2024 ble det bekreftet at store deler av området langs Eidfjordvegen og Simadalsvegen består av fast fjell i dagen, mens dalførene har tykkere løsmassedekker. På grunnlag av dette friskmelder Sunnfjord Geo Center store deler av linje- og jordkabeltraseen. For de områdene som ikke er friskmeldt, er det utarbeidet en boreplan i henhold til steg 7 i NVEs prosedyre for utredelse av områdestabilitet. Denne boreplanen vil bidra til å dokumentere sammensetningen av løsmassene på de aktuelle stedene.

Siden dette K3-tiltaket avsluttes i steg 6 i prosedyren, er det ikke krav om uavhengig kvalitetssikring av dette notatet.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	5
1.1 Oversikt over traséalternativene.....	6
2. Regelverk og krav for prosjektet.....	8
2.1 Relevante regelverk.....	8
2.2 Sikkerhetskrav.....	8
2.3 Kvalitetssikring	9
3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde	10
3.1 Topografiske kart	10
3.2 Kvantærgeologiske kart og marin grense.....	10
3.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	14
3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løsneområde.....	19
3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone	19
4. Befaring	20
5. Vurdering og boreplan	21
6. Konklusjon	23
7. Referanser	24
8. Vedlegg	25

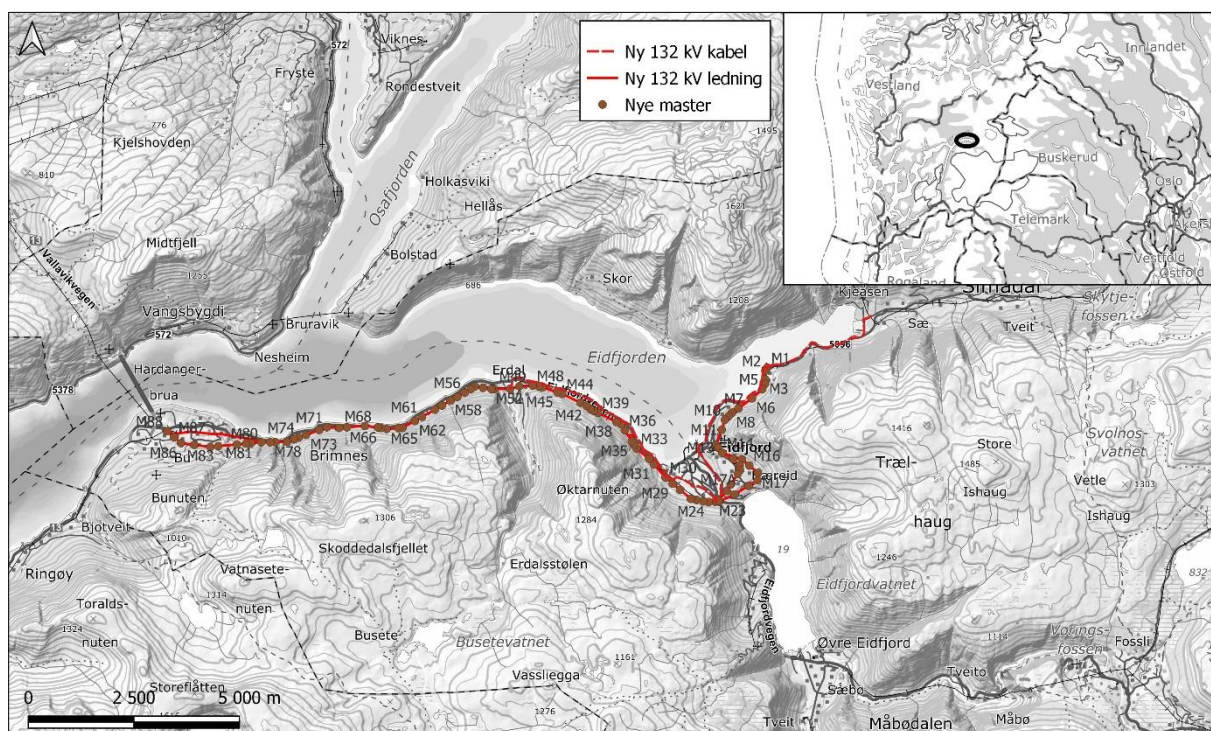
1. Innledning

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Jøsok Prosjekt AS for å gjennomføre naturfarevurderinger i forbindelse med oppførelse av nytt 132 kV nettanlegg mellom Sima – Klyve – Bu i Eidfjord kommune (Figur 1). Denne rapporten tar for seg vurdering av områdestabilitet da store deler av den aktuelle traseen ligger under marin grense og innenfor aktsomhetssone for kvikkleireskred (Figur 22 og Figur 23).

Nettanlegget skal bestå av nye mastepunkter for ny linje og noen steder jordkabel som skal graves 1 m ned. I tillegg skal eksisterende trafostasjon på Klyve og Bu utvides. Endelig valg av trasé og lengde på jordkabel er ikke avgjort. Denne vurderingen gjelder alle alternativer (Figur 1).

Tiltakskategori er vurdert til å være **K3** iht. Tabell 3.2 i veilederen *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1), da dette tiltaket er definert til å være et samfunnsviktig tiltak med stor økonomisk verdi. Dette gjelder for både jordkablene, mastepunktene og transformatorstasjonene.

Denne rapporten er utarbeidet etter NVE sin veileder (Ref-1) og tar for seg steg 1-6 i prosedyre for utredning av områdeskredfare (Tabell 1).



Figur 1: Tiltaksområdet er fra Sima til Klyve til Bu i Eidfjord kommune i Hardanger. Kilde: Kartverket.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskred, hentet fra Tabell 3.1. i *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, 1/19 (Ref-1).

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Steg	Beskrivelse	Merknad
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	Utført
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Utført

4	Bestem tiltakskategori	Utført
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Utført
6	Befaring	Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Ikke utført
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Ikke utført
9	Klassifiser faresoner	Ikke utført
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Ikke utført
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Ikke utført

1.1 Oversikt over traséalternativene

1.1.1 Sima-Klyve

Fra Sima til Stavanesodden er det allerede besluttet å etablere jordkabel. Kabelen skal legges på nedsiden av veien, og sikres med betongrør og PE-rør. Ett alternativ er luftlinje fra Stavanesodden der nye mastepunkt blir etablert langs eksisterende linjetrasé. Mastepunktene M1-M6 vil følge østsiden av Simadalsvegen og over bebyggelsen. Mastepunkt M7-M13 er over marin grense og krever derfor ingen vurdering av områdestabilitet. Fra mastepunkt M14, nord for Hæreid i Eidfjord, til trafostasjonen på Klyve, er det skissert to alternative linjetraseer. Begge alternativene går over Hæreidterrassen, et stort platå som definerer nordøstre del av Eidfjord. Alternativet M14 til M15A-M21A, følger dagens linjetrasé som krysser over dyrket mark på Hæreid og holder en omtrentlig midtre profil over terrassen. Fra M14 til M17 går linjen utenfor dyrket mark og bebyggelse, langs foten av fjellsiden i nord. Deretter er M18, M19 og M20 plassert langs den sørøstlige kanten av Hæreidterrassen, før linjen krysser Eio og går inn til trafostasjonen på Klyve ved M21.

Som et alternativ til luftlinjene er det også tegnet inn jordkabel langs hele Simadalvegen fra Stavanesodden, videre langs Kvednavegen til Hereidsvegen, før den krysser Eio til trafostasjonen på Klyve som luftlinje.

1.1.2 Klyve-Bu

Eksisterende transformatorstasjon på Klyve, som ligger på et lite platå sørvest for Eio, skal utvides i forbindelse med ny linje. Videre er linjestrasséalternativet med mastepunktene M23-M30 lagt langs sørvestlige avgrensning til Eidfjord. Fra M31 til M50 i Erdal følger linjetraseen i stor grad den eksisterende traseen, rundt 50-100 moh i fjellsiden over veien. Mastepunktene M39-M43 ligger over marin grense og trenger derfor ikke vurderes for områdestabilitet. Mastepunktene M49 og M50 er plassert i Erdal.

Jordkabeltraseen fra Klyve går først nordover ned Øvrehagen, videre langs den nordøstlige avgrensningen av dyrket mark på Lægreid. Derfra følger traseen Gamlenaustvegen til den møter Eidfjordvegen, og fortsetter langs Eidfjordvegen helt til Erdalsvegen i Erdal, der den ender opp ved mastepunkt M50. På grunn av stor skredfare fra fjellsiden blir muligheten for å legge jordkabel fra Klyve til forbi Kyskreda undersøkt. Det er markert kobling mellom jordkabel og linjen mellom M35 og M36. Siden det allerede finnes rør her, vil det kreve ingen eller minimal graving for å etablere jordkabelen.

Fra Erdal til mastepunkt M79 er det kun omsøkt luftlinje som følger omtrentlig dagens linjetrasé, ca. 50-150 m sør for Eidfjordvegen. Mastepunktene M51, M52 og M53, som ligger rett vest for Erdal, er over marin grense og trenger derfor ikke å vurderes for områdestabilitet. Mellom M79 til M88, og frem til transformatorstasjonen på Bu, er det skissert to trasévalg: det ene følger dagens linjetrasé nord for indre Bu, mens det andre alternativet går sør for Bu. Store deler av den nordlige traseen, samt alle mastepunktene M80-M87 langs det sørlige alternativet, ligger over marin grense og trenger ikke vurderes for områdestabilitet. Derimot ligger siste mastepunkt, M88, samt trafostasjonen på Bu, under marin grense og må derfor vurderes.

2. Regelverk og krav for prosjektet

2.1 Relevante regelverk

Vurdering av områdestabilitet er underlagt Plan- og bygningsloven som er en norsk lov for forvaltning og bruk av arealer i Norge. I Plan og bygningsloven §28-1 omtales byggegrunn og miljøforhold (Ref-2). Underlagt denne loven ligger byggeteknisk forskrift TEK17 §7-1 som beskriver krav til sikkerheten mot naturfare for nye byggverk (Ref-3) og TEK17 §10-2 som beskriver konstruksjonssikkerhet (Ref-4).

For vurdering av sikkerhet mot områdeskred benyttes veilederen til NVE *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1) som er bygget på Plan- og bygningsloven og de byggetekniske forskriftene som er omtalt over. Denne vurderingen følger prosedyren i tabell 3.1 i kapittel 3.2 i NVEs veileder.

Andre relevante veiledere, standarder og håndbøker blir referert til videre i rapporten om de er benyttet i denne utredningen.

2.2 Sikkerhetskrav

Sikkerhetskrav i NVEs veileder *Sikkerhet mot kvikkleireskred* avhenger av tiltakskategori og faregrad i eventuell kvikkleiresone. Den planlagte traseen er ikke innenfor en kartlagt faresone.

Tabell 2 beskriver de ulike tiltakskategoriene. For K3-tiltak gjelder følgende sikkerhetskrav:

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\varphi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\varphi}$ og F_{cu} økes prosentvis.

Tabell 2: Definerings av tiltakskategori for ulike typer tiltak, tabell 3.2 i NVEs veileder (Ref-1).

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

2.3 Kvalitetssikring

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Nivå på kvalitetssikring bestemmes fra tiltakskategori og forekomst av sprøbruddmateriale. Ifølge veilederen skal det gjennomføres en uavhengig kvalitetssikring av K3-tiltak. Kvalitetssikring skal gjennomføres av uavhengig foretak.

NVE sin nettside, viser likevel at det ikke er behov for uavhengig kvalitetssikring, dersom utførende geotekniker entydig kan dokumentere at tiltaket ikke kan bli berørt av et områdeskred ved gjennomgang av prosedyrens steg 5, 6 og 7.

3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde

3.1 Topografiske kart

Eventuelle løsneområder skal iht. NVE (Ref-1) vurderes å være «kritiske skråninger», som har høyde over 5 meter og helning brattere enn 1:15. Bakover fra skråningens bunn skal areal med lengde inntil 15 ganger skråningshøyden også inngå som mulige løsneområder. L'Heureux (Ref-5) beskriver at sammenhengen mellom skråningshøyde og utstrekningen til løsneområder er svært uklar, og et slikt kriterium bør brukes med forsiktighet. Bekkeraviner, skredgroper og andre topografiske variasjoner kan vurderes å begrense utbredelsen av løsneområder for kvikkleireskred. Der det er mindre enn 2 m mektighet til fjell anses det ikke å være fare for å utløse kvikkleireskred. Eventuelle utløpsområder er inntil 3 ganger lengden til løsneområdene, men dette vil variere med topografien i skredløpet og viskositeten til skredmateriale.

Helningsdata og skyggerelieff fra undersøkelsesområdet er vist i vedleggene (Figur 24 - Figur 27). Terrengmodellene er hentet fra Kartverkets tjeneste hoydedata.no. Videre er det fokusert på områder som ligger under marin grense.

I dalbunnen i Sima er terrenget relativt flatt ($<1:20$). Langs Simadalsvegen vestover mot Eidfjord blir det derimot svært bratt, med helninger steilere enn 1:5 langs både mastepunkttraseen og jordkabeltraseen. Den knudrete karakteren på skyggerelieffene indikerer at store deler av dette området har et tynt løsmassedekke, eller fjell i dagen (Figur 24-Figur 25).

Toppen av Hæreidterrassen ligger på 100-110 moh., mens bunnen når 4 moh. lengst nordvest og ca. 19 moh. lengst sørøst. Skråningene til terrassen har en helning på $<1:5$, mens toppen er flat ($<1:20$). Den jevne overflaten på skyggerelieffet indikerer at terrassen er definert av løsmasser.

I den sørlige delen av Eidfjord er landskapet også terrassert, men mer stegvis. På Klyve, der transformatorstasjon skal utvides, finnes en liten flate. Videre langs mastepunktene, som ligger høyere opp med en bratthet på $<1:5$, er det knudrete karakter på skyggerelieffet, noe som tyder på et tynt løsmassedekke. Jordkabeltraseen går langs en lavere flate (stort sett $<1:20$).

Langs Eidfjordvegen mot Erdal er det kun veien som utgjør flatt areal, mens terrenget ellers er brattere enn 1:5. Den knudrete karakteren på skyggerelieffet antyder også her et tynt løsmassedekke eller fast fjell langs store deler av dette stykket. I Erdal er dalsidene ganske bratte ned til Erdalselva, men det finnes små flater innimellom. Det er markert bratt ($<1:5$) ved mastepunktene M49 og M50, men overflaten i Erdal er jevnere, noe som indikerer at skråningene her i større grad er definert av løsmasser.

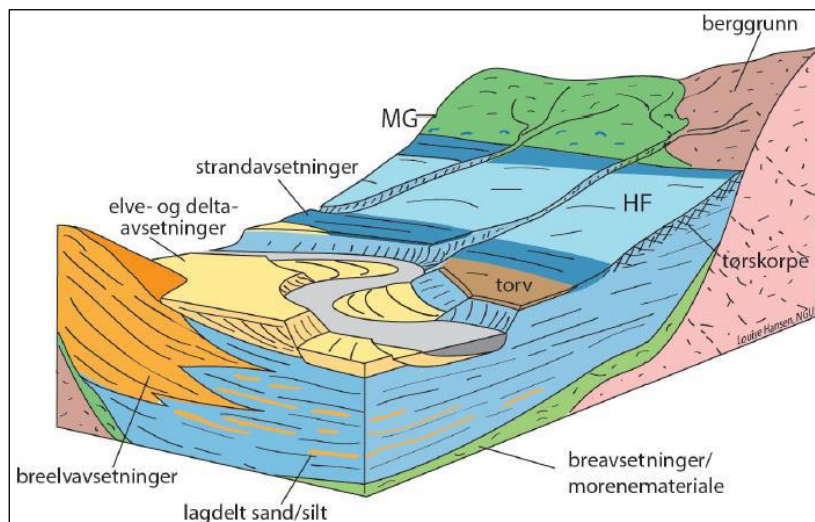
Fra Erdal fortsetter de bratte fjellsidene langs Eidfjordvegen helt til mastepunkt M79. Skyggerelieffet viser også her en knudrete karakter som indikerer et tynt løsmassedekke i store deler av dette området. Ved den planlagte trafostasjonen på Bu og mastepunkt M88 er terrenget flatt ($>1:20$). Det er noe relieff i området rundt, men dette har en knudrete karakter og er mest sannsynlig definert av fjell.

3.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense

Løsmassene på overflaten i området er kartlagt av Norges geologiske undersøkelse (NGU) for kart med målestokk 1:250 000, som gir en lavere detaljgrad enn hva som kreves for å konkludere om det kan være kvikkleire i grunnen eller ikke. I tillegg gjør vegetasjon og noen

steder bebyggelse på overflaten at løsmassene ikke kan observeres, og tolkningen innehar stor usikkerhet. Kartet viser bare til avsetningen på overflaten, og løsmasser fra andre avsetningstyper kan eksistere dypere.

Det forventes at løsmassene har en kronologisk oppbygging, som helt eller delvis viser avsetningsprosessene etter siste istid. Det innebærer at morene normalt er avsatt på fast fjell, under marin leire, som igjen kan ligge under strand-, elve- eller breelvavsetninger. Episodevise skredskredhendelser og kontinuerlig elveerosjon har deretter omfordelt løsmassene, og formet landskapet slik det fremstår i dag (Figur 2).



Figur 2: Typisk oppbygging av løsmasser avsatt i norske fjorder etter siste istid. Illustrasjon fra NGU.

Løsmassekartene er vist i Figur 3 til Figur 5 og de kvasse grenseoverganger indikerer grov kartlegging. Langs de ulike traséalternativene fra Sima til Bu er følgende markert på løsmassekartet:

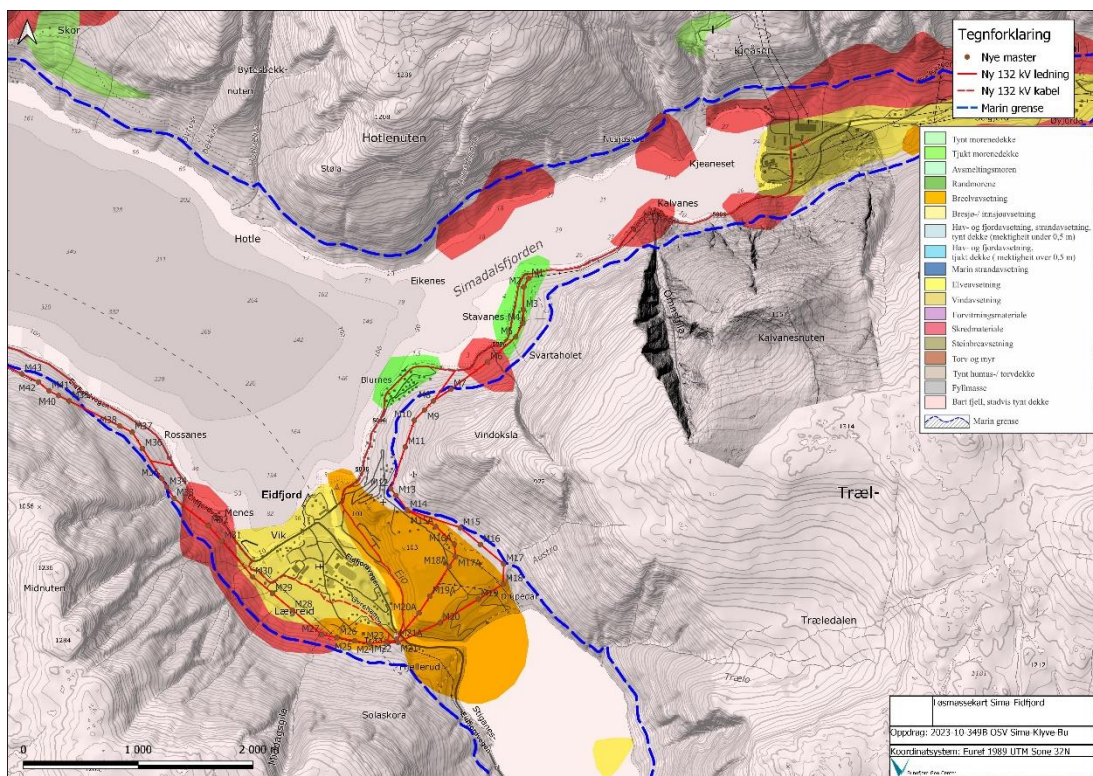
- Elve- og bekkeavsetning: *Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. Sortert sand og grus dominerer, og partiklene er ofte godt rundet. Avsetningene kan ha meget varierende mektigheter. Typiske overflateformer er elvesletter, terrasser og vifter.*
- Skredmateriale, sammenhengende dekke: *Avsetninger dannet ved steinsprang, fjellskred, snøskred eller løsmasseskred fra bratte dalsider. Materialet kan inneholde alle kornstørrelser og ha varierende sorteringsgrad.*
- Bart fjell, fjelloverflate uten løsmassedekke.
- Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet: *Materiale transportert og avsatt av isbreer. Materialet er dårlig sortert, ofte kompakt og kan inneholde alle kornstørrelser, alt fra leir til stein og store blokker. Avsetningens tykkelse kan variere fra noen desimeter til mange titalls meter.*
- Breelvavsetning: *Materiale transportert og avsatt av breelver. Sedimentet består av sorterte, ofte lagdelte avsetninger av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk. Breelvavsetninger har ofte tydelige overflateformer som tørrlagte kanaler, terrasser og rygger. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter.*
- Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen: *Materiale transportert og avsatt av isbreer. Materialet er dårlig sortert, ofte kompakt og kan*

inneholde alle kornstørrelser, alt fra leir til stein og store blokker. Avsetningen er normalt usammenhengende med hyppige fjellblotninger. Den er sjelden mer enn 0.5 m tykk, men kan enkelte steder være mektigere.

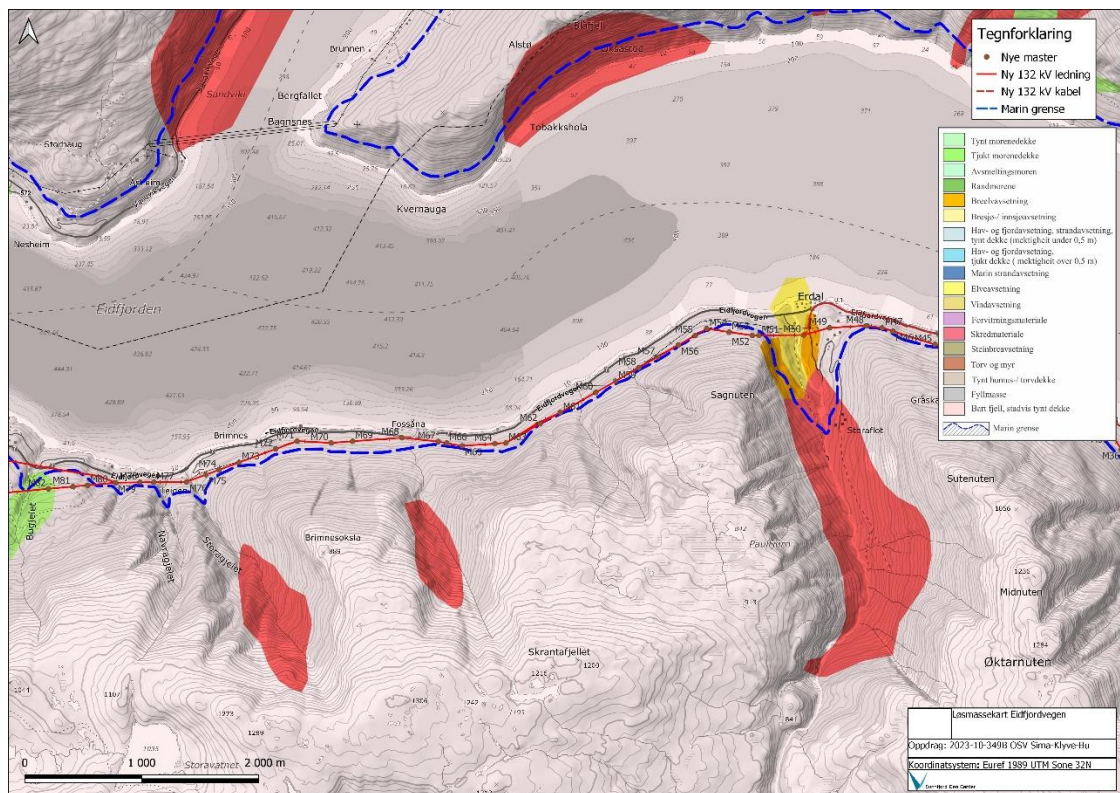
I Sima er det markert elveavsetninger midt i dalføret, der den nye jordkabel skal starte. Sør i Sima, ved Saurane, og vest for Sima, på Lynghaugen, er det markert skredavsetninger. Ellers er det bart fjell, stedvis tynt løsmassedekke frem til Stavanessodden, hvor det er markert morenedekke langs kabeltraseen og ved mastepunktene M1-M5. Ved Stavanessanden, hvor både kabeltraseen og mastepunkt M6 går, er det markert skredmateriale. På Blurennes er det morenedekke, mens resten av området inn til Eidfjord er dominert av bart fjell.

Mastepunktene M14-M17 er plassert på bart fjell, mens hele Eidsfjordterrassen består av breelvavsetninger, som mastepunktene M15A-M20A, M18-M20, samt jordkabeltraseen, går gjennom. Mastepunktene M21 og M21A står på bart fjell, mens trafostasjonen på Klyve, M23-M26 og den første delen av jordkabeltraseen er plassert på breelvavsetninger. Mastepunkt M27 ligger på skredmateriale, mens M28-M30 og jordkabeltraseen på Lægreid ligger på elveavsetninger. Mastepunkt M32 på Menes og jordkabeltraseen der er plassert på skredavsetninger.

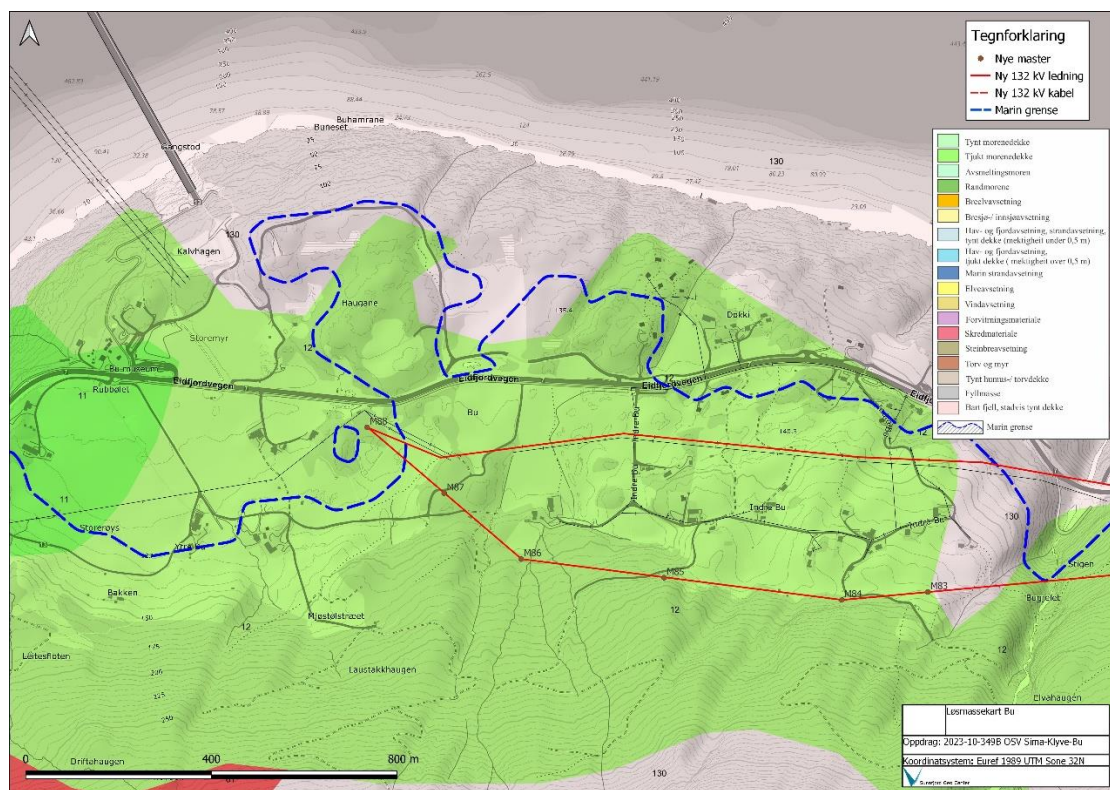
Langs hele strandlinjen og fjellsiden fra Menes til Erdal er det markert bart fjell. I Erdal står mastepunkt M50 og den siste delen av jordkabeltraseen på breelvavsetninger. Fra Erdal til Bugjelet er området preget av bart fjell, og videre fra Bugjelet inn til transformatorstasjonen på Bu er det markert tynt morene.



Figur 3: Løsmassekartet viser elveavsetninger i Sima, fra Sima til Eidfjord er det en del skredavsetninger og moreneavsetninger, ellers er det bart fjell. I Eidfjord er det breelvavsetninger på de store terrassene, elveavsetninger i midten av dalføre og skredavsetninger langs sørlige fjellside. Blå stiplet linje viser marin grense. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil.



Figur 4: Løsmassekartet viser at det hovedsakelig er bart fjell langs Eidfjordvegen, ellers er det noe breelavsavsetninger og elveavsetninger i Erdal. Blå stiplet linje viser marin grense. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil.



Figur 5: Løsmassekartet viser tynt morenedekke på Bu. Blå stiplet linje viser marin grense. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil.

3.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er tidligere utført en rekke grunnundersøkelser langs strekningen mellom Sima og Bu, som er oppsummert i Tabell 3 og vist i Figur 6 til Figur 10. Dataene er hentet fra Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) den 23. august 2024. Noen av undersøkelsene er flere tiår gamle, mens andre er av nyere dato. Det har imidlertid ikke vært mulig å finne all informasjon fra de ulike undersøkelsene.

I Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA) kan energibrønner og grunnvannsbrønner vise avstanden til fjell. I Figur 6 til Figur 10 er disse brønnene markert med blågrønne punkt. Noen punkter er grå som betyr at fjell ikke er registrert, som tyder på at det er en løsmassebrønn og at løsmassedekket er tykt.

Figur 6 viser et utklipp fra Sima, det er gjennomført grunnundersøkelser i sjøen nordvest for Kalvanes, men disse ligger ikke inne på kartet. Ellers er det grunnvannsbrønner i Sima, men disse er løsmassebrønner, så dybde til fast fjell er ikke registrert.

I Eidfjord stemmer grunnundersøkelsene godt overens med løsmassekartet (Figur 7). På Lægreidflaten viser undersøkelsene at de øverste 19 meterne består av sand, grusig sand og sandig grus. På terrassen ved Øvre Eidfjord, sør for Hæreidterrassen, er det påvist grusig sand med stedvis innslag av blokk og stein i flere profiler de øverste 18 meterne. Ved Menes, langs riksvei 7 ved Storurfonna i Eidfjord, er det beskrevet en skredvifte som hovedsakelig består av blokk- og steinrik grus og sand. Totalsonderingene her ble avsluttet på dybder mellom 5,8 og 8,0 meter i løsmasser, uten at fjell ble påtruffet. Grunnvannsbrønner i nord viser kort avstand til fjell (0-1 m).

Mellom Erdal og Nautafloten ble det utført flere grunnundersøkelser i perioden mellom 1977 og 2009, både på sjø og land (Figur 8 og Figur 9). I forbindelse med tilførselsveien til Hardangerbrua utførte Multiconsult AS i 2007, på oppdrag fra Statens vegvesen, en sammenstilling og presentasjon av alle grunnundersøkelsene langs den 2,2 km lange strekningen fra Indre Brimnes til Nautafloten. Resultatene er presentert i datarapport 610949-1 Rv 13 Hp 10 Bu-Brimnes Del 1, Profil 2650-4878. Langs hele denne strekningen er det mye fjell i dagen. Grunnundersøkelsene viser også kort avstand til fast fjell, med et løsmassedekke bestående av steinfylling. I sjøen er det funnet mer finkornede masser. Et grunnvannspunkt ved Kobbastillet viser to meter til fast fjell (Figur 8).

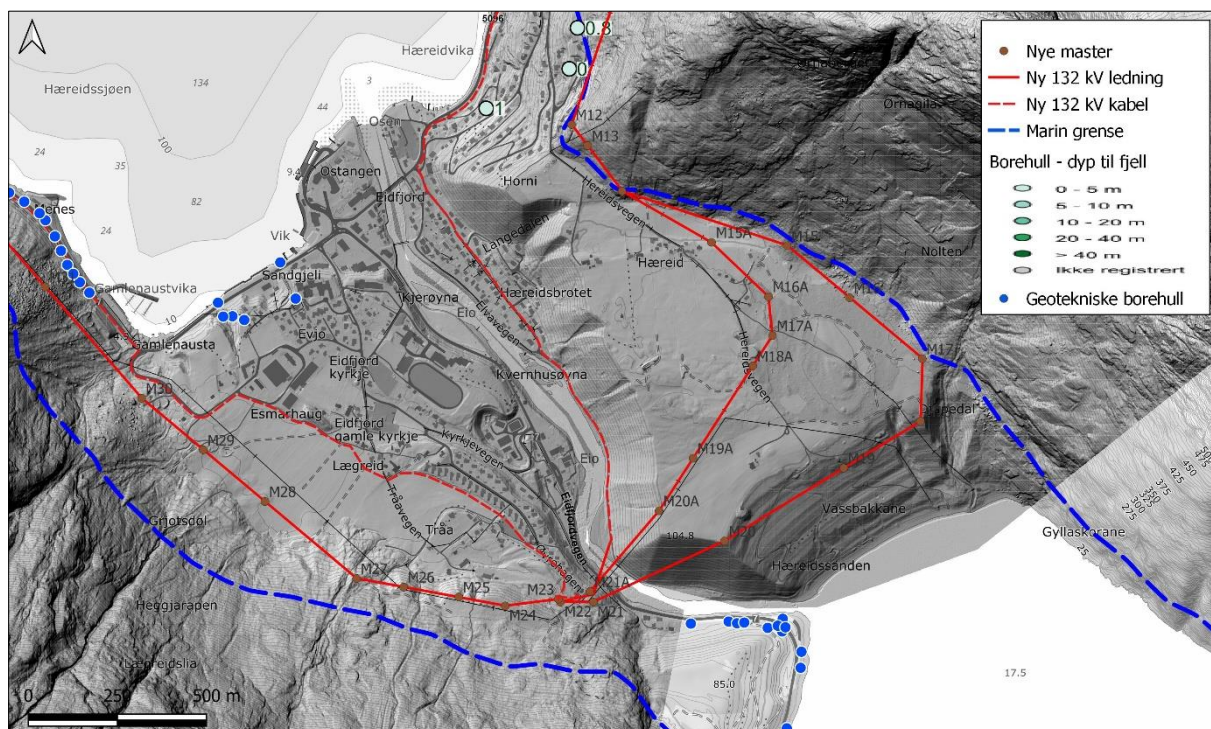
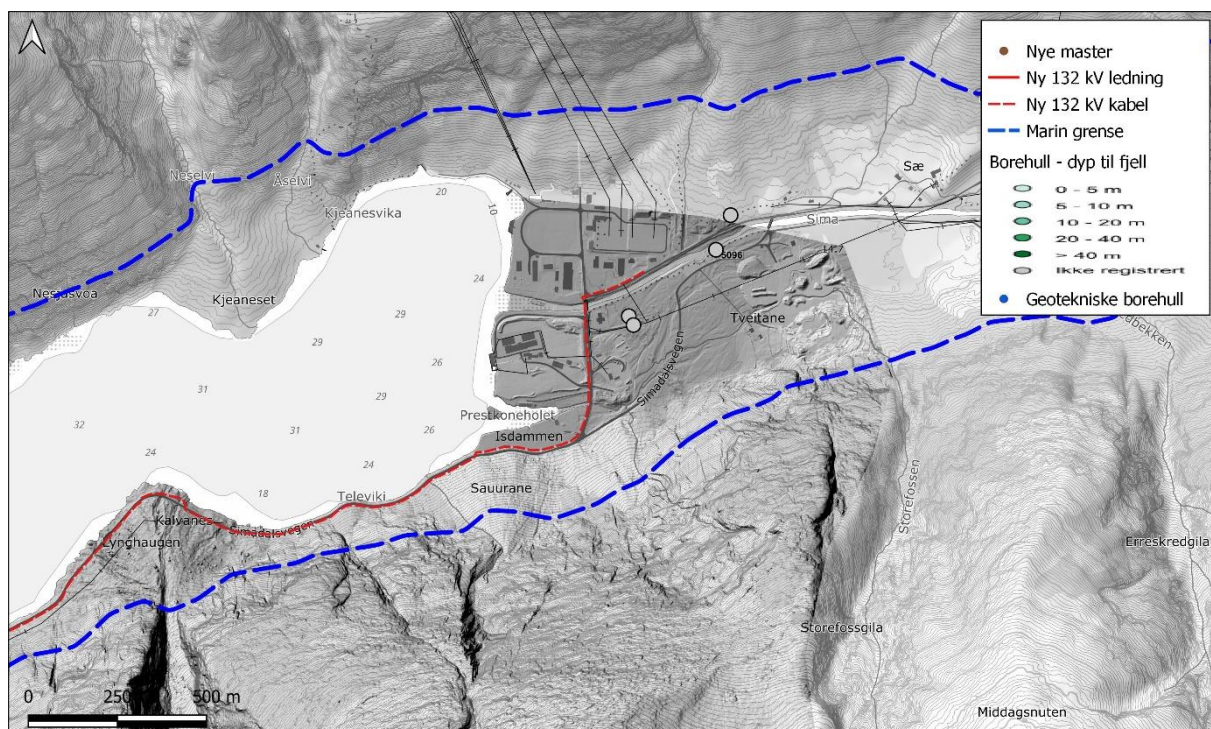
I forbindelse med Hardangerbrua og ny Rv 13 er det blitt utført en del grunnundersøkelser nordvest for den nye trafostasjonen på Ytre Bu (Figur 10). Disse viser at det er her relativt kort avstand til fast fjell (1-4 m) med matjord i toppen over fast sand, over bløt sandig til leirig silt (Multiconsult, 2011).

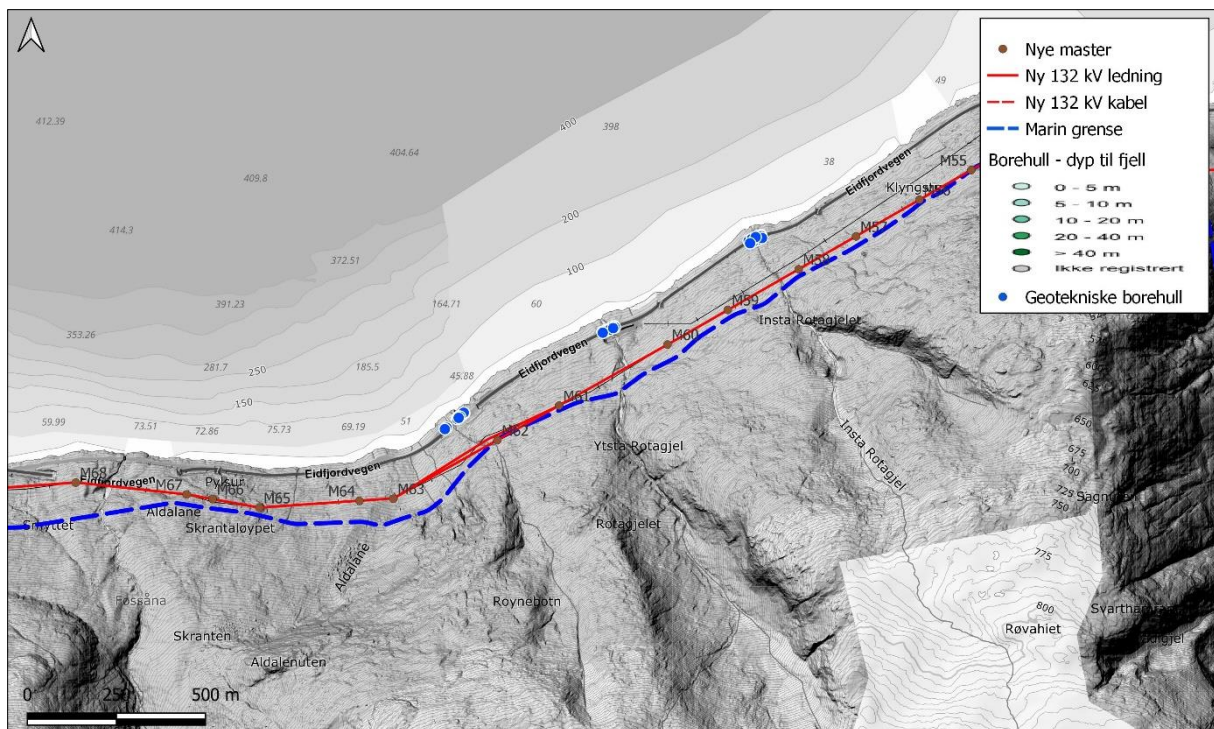
Tabell 3: Tidligere utførte grunnundersøkelser fra Sima til Bu.

Rapport	Lokasjon	Løsmasse	Dybde til fjell (m)	Kvikkleire
Grunnundersøkelse for Fylling over Simadalsfjorden. Veglaboratoriet 1970	På Simadalsfjorden, nord for Stavanesodden.	Bløt siltig leire, fastere mot strandsidene.	-	Ja

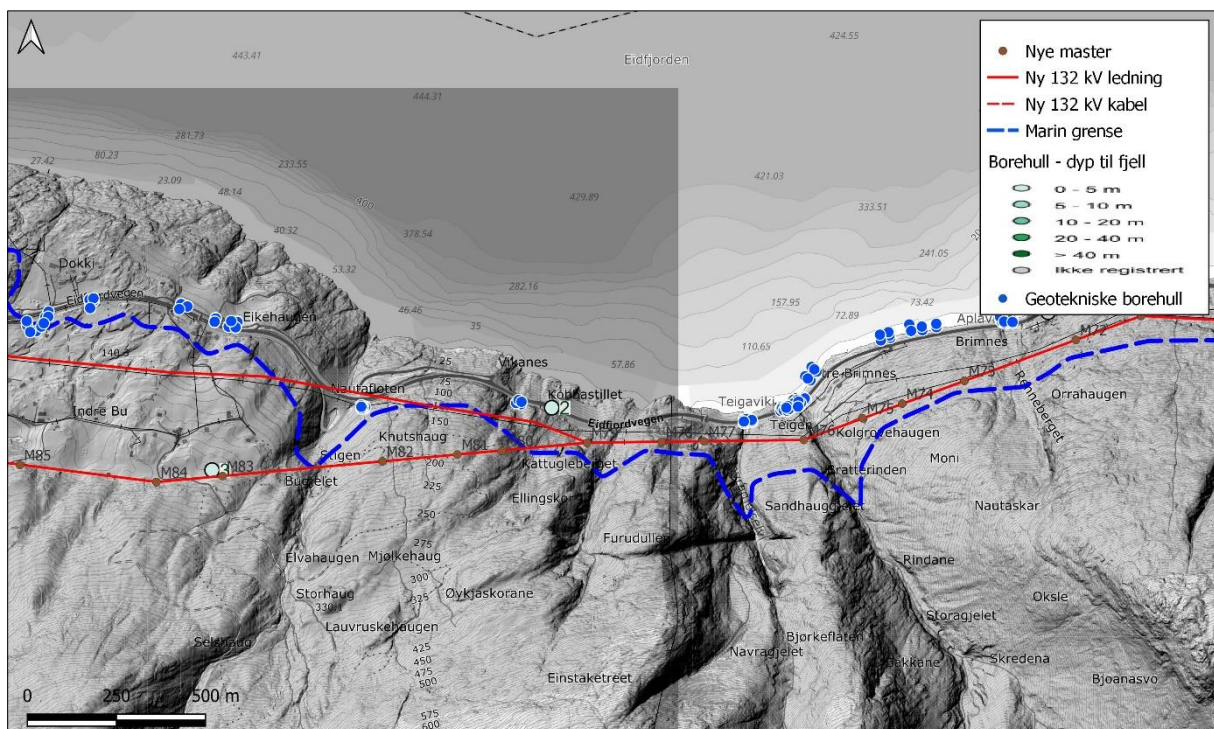
<i>Rv. 7 Gang og sykkelsti Eidfjord Geoteknisk rapport 36040-470. Statens vegvesen, 2012.</i>	Eidfjord	Meget fast lagrede masser av sand, grusig sand, med blokk og stein til 15 m.	Ikke påvist	Nei
<i>Flomsikring Lægreidsflata, Geotekniske grunnundersøkelser. Norconsult AS, 2023.</i>	Lægreidflata, Eidfjord	Sand, grusig sand og sandig grus i 20 m	Ikke påvist	Nei
<i>Prosjekt nr.301388 Rv 7 Storurfonna, Menes Eidfjord. Rassikring. Multiconsult 2005.</i>	Menes Eidfjord	Blokk- og steinrik grus og sand i 8 m	Ikke påvist	Nei
<i>RV. 07 Hp. 04 Eidfjord-Brimnes dybdemålinger/grunnundersøkels er. Statens vegvesen, 1983</i>	Eidfjorden, nord for Beltestein	Steinholdig sand/grus	5,2	Nei
<i>Rv. 07 Hp. 04 Befaringsrapport ved Erdal, Statens vegvesen, 1985</i>	Erdal	-		Nei
<i>Rassikring i Hardanger Brimnes – Eidfjord Indre Rotagjel Bru Eidfjord. Statens vegvesen 1997.</i>	Indre Rotagjel	Steinfylling på meget hardt lagret siltig morene	4-12,7	Nei
<i>Rasoverbygg ved Ytre Rotagjel Brimnes-Eidfjord, Eidfjord. Statens vegvesen, 1996.</i>	Ytre Rotagjel	Delvis utvaskede morene, noe steinblandet	Fjell i dagen til 7,7	Nei
<i>Brimnes-Eidfjord Furlo forlengelse av rasoverbygg, Eidfjord. Statens vegvesen, 2003.</i>	Furlo	Steinfylling	3,6-5,1	Nei
<i>Grunnundersøkelser Eidfjord Brimnes. Statens vegvesen, 1986.</i>	Brimnes-Eidfjord	Steinfylling	-	Nei
<i>Rv 7 Brimnes ferjekai. Utvidelse. Grunnundersøkelse. Statens vegvesen 1997.</i>	Brimnes ferjekai	Grove masser, fylling over fjell	1,1-2,7	Nei
<i>Brimnes Fergeleie. Statens vegvesen, veglaboratoriet, 1977.</i>	I sjø ved Brimnes fergeleie	Meget bløt siltig leire	5-35	Ja
<i>Rv 13 Bu-Brimnes, Statens vegvesen, 2009.</i>	Brimnes	Steinfylling	4,36	Nei
<i>200636427-19-Bu Brimnes, Statens vegvesen, 2006.</i>	Brimnes	-	1,8	Nei
<i>Navragjel bru. Grunnboring. Statens vegvesen Hordaland, 1997.</i>	Navragjel Bru	Stein, blokk	6,1-fjell i dagen	Nei

Storagjel bru. Grunnboring. Statens vegvesen Hordaland, 1997.	Storagjel Bru	Sprengstein og skredmateriale	2-5 og fjell i dagen. 8,8 i sjøen.	Nei
<i>Rv 13 Brimnes-Bu. Utvidelse av veg. Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering.</i> Og <i>Totalsonderingar i sjøen frå arbeidsfartøyet "Frøy" med borerigg Geotech 604D.</i> NOTEBY AS, 1997.	Strekke mellom Storagjelet og Brimnes ferjeleie	-	-	-
<i>Bunnkartlegging med ekkolodd i bukta ved Vikanes.</i> Bloms Survey AS, 2006.	Bukten ved Vikanes	-	-	-
<i>Totalsonderingar i sjøen i bukt ved Vikanes og i elveosen ved Storagjelet.</i> Multiconsult AS, 2006.	Bukten ved Vikanes og i elveosen ved Storagjelet.	Sand, grus, leire og stein.	5,3 og 7,5	-
Totalsonderingar og bergkontrollboringer i flere omganger. Statens vegvesen Region vest, 2006.	-	-	-	-
<i>Seismiske refraksjonsmålinger ved Kobbastillet og østre påhogg for Nautflottunnelen.</i> GeoPhysix AS, 2006.	Kobbastillet og østre påhogg for Nautflottunnelen	Stein og blokk i elven	10-fjell i dagen	
<i>Supplerende fjellkontrollboringer for Storagjelet bru og vegmur.</i> Statens vegvesen Region vest, 2007.	Storagjelet Bru.	-	-	-
<i>Rv 13 Hp 10: Bu-Brimnes Byggetrinn 3 Grunnundersøkingar. Datarapport.</i> Multiconsult 2011.	Ytre Bu	Matjord over fast sand over blaut sandig til leirig silt.	1-4 m	Nei

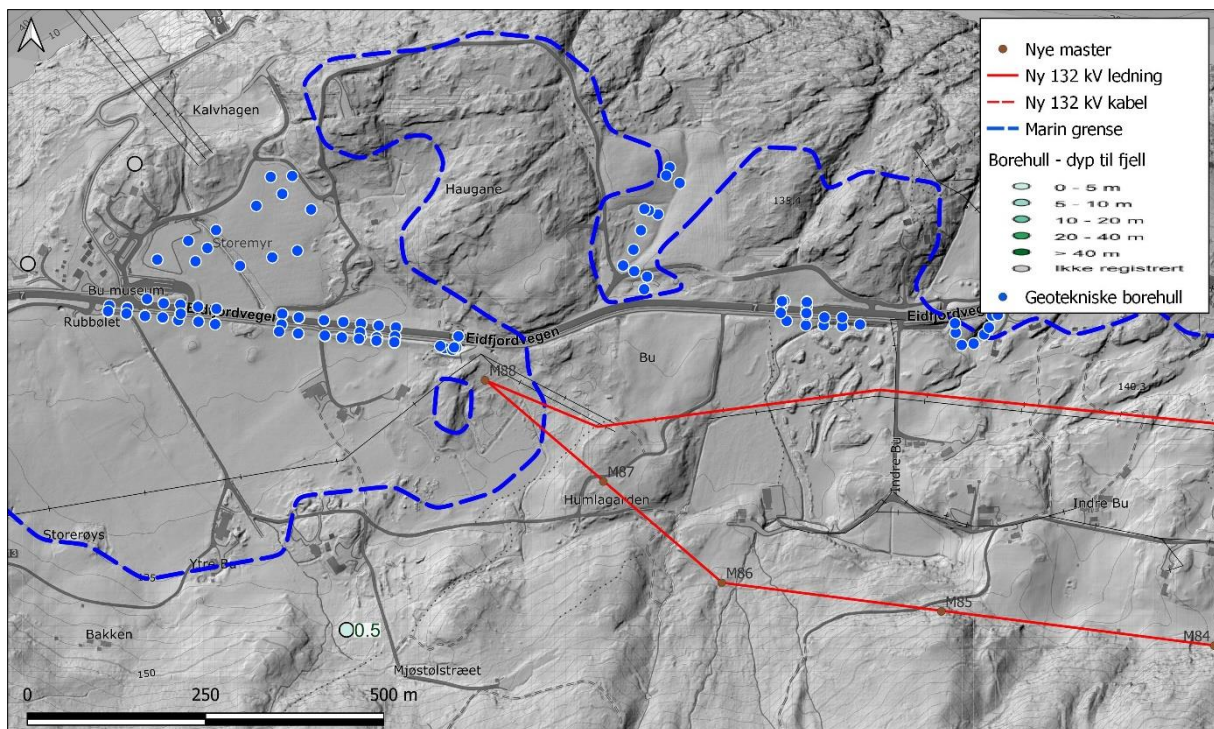




Figur 8: Tidligere utførte grunnundersøkelser langs Eidfjordvegen registrert i NADAG markert med blå punkter, det er ingen GRANADA-punkter i dette utklippet. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/nadag og geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.



Figur 9: Tidligere utførte grunnundersøkelser i ved Brimnes til Nautafloten registrert i NADAG markert med blå punkter. De blågrønne punktene er grunnvannsborehull fra GRANADA. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/nadag og geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.



Figur 10: Tidligere utførte grunnundersøkelser på Bu registrert i NADAG markert med blå punkter. De blågrønne punktene er grunnvannsborehull fra GRANADA. Kilde: www.geo.ngu.no/kart/nadag og geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.

3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løснеområde

Kun basert på helning er det kritiske skråninger langs eller i nærheten av alle tiltakene (mastepunktene, jordkabeltraseene og transformatorstasjonen på Klyve) bortsett fra ved mastepunkt M88 og transformatorstasjonen på Bu.

3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone

Tiltakene ligger ikke innenfor registrerte faresoner.

4. Befaring

Sunnfjord Geo Center var på befaring v/Torkjell Ljone fra 10. til 13. juni 2024. Fokusområde under befaringen var å studere terrengformer, erosjonsforhold, dreneringsløp, løsmassedekke, berggrunn i dagen og å registrere eventuelle terrenginngrep i og eller i nærheten av tiltakene. SGC benytter *Ekstern rapport Nr 9/2020* (Ref-6) som veileder for disse vurderingene. Figur 28 til Figur 32 i kartvedlegg gir en oversikt over observert fjell i dagen og fotopunkt 1-11. Figur 11 til Figur 21 viser bildene fra fotopunkt 1-11.

5. Vurdering og boreplan

Sunnfjord Geo Center har gjennomført en grundig vurdering av kvikkleireskredfare i området, med fokus på steder hvor risikoen kan avskrives med sikkerhet, og steder hvor dokumentasjonen er mindre pålitelig. Vi har konkludert med at det bør utføres grunnundersøkelser langs deler av området. Vi har utarbeidet en boreplan som viser omtrentlig plassering av 21 borepunkter der det anbefales å gjennomføre totalsonderinger. Boreplanen er presentert i vedlegg i Figur 33 til Figur 36. Planen dekker området fra Sima, langs Simadalsvegen, gjennom Eidfjord, og til et punkt i Erdal. Hvis totalsonderingene avdekker lag med bløte eller ustabile masser, må det utføres prøveopptak og eventuelt *in situ* testing på disse stedene.

I Sima er det et tykt dekke av løsmasser. Terrenget er flatt i selve Sima, men marbakken i Simafjorden utgjør en potensiell fare for løснеområde som strekker seg inn i området. Det er sannsynligvis elveavsetninger av sand og grus på toppen. Derfor har vi plassert et borepunkt midt i dalen for å undersøke om det kan finnes kvikkleire eller sprøbruddmateriale under elveavsetningene.

Det finnes to skredvifter sør for Sima: Sauurane og en ikke-navngitt vifte øst for Sauurane (Figur 11). Det er registrert fast fjell over og på sidene av disse skredviftene. Topografiske kart viser en helning på over 1:5 langs hele fjellsiden, og akkurat ved skredviftene er helningen på over 1:1,6. Fast fjell er ikke registrert i selve skredviftene.

Det er lite sannsynlig å finne et sammenhengende dekke av typiske marine avsetninger som silt og leire under skredvifter i bratt terreng. Slike avsetninger dannes vanligvis i stille eller sakteflytende vann i lavtliggende, flate områder, hvor finpartikler kan sedimentere. Kvikkleire er vanligvis knyttet til flatt eller svakt skrånende terreng, der leirens egenvekt ikke overskrider dens skjærstyrke. I bratt terreng, som ved skredvifter, er skjærspenningene høyere på grunn av terrengvinkelen. Kvikkleire, som er svært sensitiv for endringer i skjærspenning, ville raskt bli flytende og utløse skred, noe som gjør det umulig for den å opprettholdes i sin naturlige tilstand der.

Videre langs Simadalsfjorden er det en skredvifte ved Kalvneset (Figur 12) og Stavanessodden (Figur 13). Disse viftene er bredere og har en litt slakere helning, på 1:2,7, enn ved Sauurane. Det er synlig fjell i dagen rundt viftene, men ikke på selve nesene. Det er sannsynligvis grovkornede skredmasser som dominerer i denne vifteformen. På grunn av den litt slakere helningen er det mulig at det finnes lag av finkornede masser under skredmaterialet. Derfor har vi plassert noen kontrollborepunkter langs veien (kabeltraseen) på Kalvneset, med et opsjonspunkt i skråningen over, i tilfelle det påtreffes kvikkleire eller sprøbruddmateriale i de andre punktene. På Stavanesset er det lagt inn borepunkter ved M1, M2, og to langs kabeltraseen nedstrøms.

På Blurenes er det så mye synlig fast fjell i nærheten av selve neset at dette tydelig viser at området er definert av fast fjell under. Likevel er det en flatere landform øst for neset som typisk kan inneholde mer finkornede løsmasser. Derfor har vi også lagt til to borepunkter der.

Hæreidterrassen er en 10 000 år gammel glasifluvial randterrasse, kjent i kvartærgeologiske fagmiljøer (Figur 15). NGU har markert dette som en sikker avgrensning i pukk- og grusdatabasen. Breelvavsetningene er massive og har en mektighet på 100-120 meter. Under befaring ble det observert grovt materiale av sand med rundete grus, stein og blokk i en utgraving på toppen av terrassen (Figur 14). Som beskrevet i kapittel 3.2 er det mulig at det ligger marin leire under breelvdeltaer. I henhold til NVEs veileder skal det undersøkes 1,5 ganger høyden (1,5xH) under topp skråning. Vi har foreslått å plassere borepunktene ved foten av terrassen for å unngå å bore gjennom grove lag av sand, grus og stein i nesten 100 meter før

eventuell marin leire. Slike masser kan føre til stangbrudd eller andre skader på boreutstyr. I tillegg vil boreloggen inneholde store usikkerheter på grunn av høy friksjon på stangen. Et kontrollborepunkt er lagt på toppen av terrassen for å dokumentere at det er faste masser av breelvdeltaavsetninger. Dette trenger ikke å bores lenger enn 20 meter.

På Klyve er det påvist mye synlig fjell i dagen, og utvidelse av transformatorstasjon planlegges fundamentert på fast fjell. Det er plassert et borepunkt mellom M24 og M25, da denne skråningen ser ut til å være definert av løsmasser. Videre er det lagt inn tre borepunkter på Lægreidflaten, to av disse langs kabeltraseen, og et tredje mellom mastepunktene M28 og M29.

På Menes viser både bilder fra befaringen og tidligere grunnundersøkelser at det finnes en skredvifte som inneholder grove masser av blokk og stein (Figur 16). Helningen her er nærmere 1:1,2, og vi anser det som høyst usannsynlig at det ligger et sammenhengende, tykt lag av marin leire under, tilsvarende det som ble funnet ved Saurane. Videre langs Eidfjordvegen og over, er det synlig fast fjell i dagen hele veien til Erdal.

Mastepunkt M49 i Erdal ser ut til å stå på en terrasse definert av løsmasser, og her er det plassert et borepunkt (Figur 17). M50 står på fast fjell. Fra Erdal til Nautafloten viser befaring og tidligere grunnundersøkelser at det enten er fast fjell i dagen, eller kort avstand til fast fjell, med grove vegfyllinger over (Figur 18, Figur 19 og Figur 20). På Bu er det observert fjell i dagen der hvor det er topografi (Figur 21), ellers er terrenget for flatt til at det oppnår terrengkriterier for at et kvikkleireskred vil oppstå. Det konkluderes med at det ikke er behov for grunnundersøkelser mellom Erdal og Bu.

6. Konklusjon

Sunnfjord Geo Center konkluderer med at store deler av luftlinje- og jordkabeltraseen og ved transformatorstasjonene på Klyve og Bu ligger utenfor kvikkleireskredfare, både for løsne- og utløpsområde. Dette baseres på observasjoner av synlig fast fjell i dagen og et tynt løsmassedekke på mindre enn 2 meter. Ved de aktuelle områdene på Bu, er det lav helningsvinkel på terrengoverflaten som fører til at det ligger utenfor kvikkleireskredfare. Langs traséalternativene mellom Erdal og Bu viser tidligere grunnundersøkelser grove løsmasser over fast fjell.

Ved enkelte lokaliteter er det imidlertid et tykt løsmassedekke, og her er det ikke mulig å friskmelde uten å gjennomføre ytterligere grunnundersøkelser. En boreplan med plassering av borepunkter er utarbeidet slik at man kan dokumentere hva løsmassedekket består av på disse stedene.

Denne rapporten avsluttes etter steg 6 (befaring). Videre grunnundersøkelser vil inngå i steg 7. Det er ikke krav om uavhengig kvalitetssikring før utredningen eventuelt er ferdigstilt og man har fullført steg 7.

7. Referanser

- Ref-1: Norges vassdrags- og energidirektorat (2020) *Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Tilgjengelig fra:
<https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019>
- Ref-2: Plan- og bygningsloven (2008), *Lov om planlegging og byggesaksbehandling*, §28-1 og §29-5.
- Ref-3: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §7-1 Byggeteknisk forskrift, Sikkerhet mot naturpåkjenninger*.
- Ref-4: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §10-2 Byggeteknisk forskrift, konstruksjonssikkerhet*.
- Ref-5: L'Heureux, 2012: *A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides*, publisert i 11th International Symposium on Landslides.
- Ref-6: Moholt, R. (2020) *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse NGI*. (Ekstern Rapport nr. 9/2020). Majorstuen i Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Internettider:

NVE spørsmål-og-svar-om-kvikkleireveilederen

<https://www.nve.no/om-nve/spoer-nve/om-kvikkleire/sporsmal-og-svar-om-kvikkleireveilederen/>

Kart, satellittbilder og topografiske profil:

Kartverket,

<http://www.norgeskart.no>

<http://www.hoydedata.no>

Google

<http://www.google.com/maps>

Geologiske og klimatiske data:

Norges geologiske undersøkelse,

http://www.geo.ngu.no/kart_mobil/

Grusdatabasen

http://www.geo.ngu.no/kart/grus_pukk

GRANADA-grunnvannsdatabasen

<http://www.geo.ngu.no/kart/granada>

Norges vassdrags- og energidirektorat,

<http://www.atlas.nve.no>

Forskrifter:

Direktoratet for byggkvalitet,

<http://www.lovdata.no>

8. Vedlegg



Figur 11: Fotopunkt 1 av Saurane i Sima. To skredvifter som er godt dekket av vegetasjon.



Figur 12: Fotopunkt 2 av skredura fra Omnsgila på Kalvanes.



Figur 13: Fotopunkt 3 av Stavanessodden sett fra Stavanessanden i sør.



Figur 14: Fotopunkt 4 av en utgraving på toppen av Hæreidterrassen viser grovt materiale av rundet sand, grus, stein og blokk. Typisk karakteristikk for glasifluviale avsetninger.



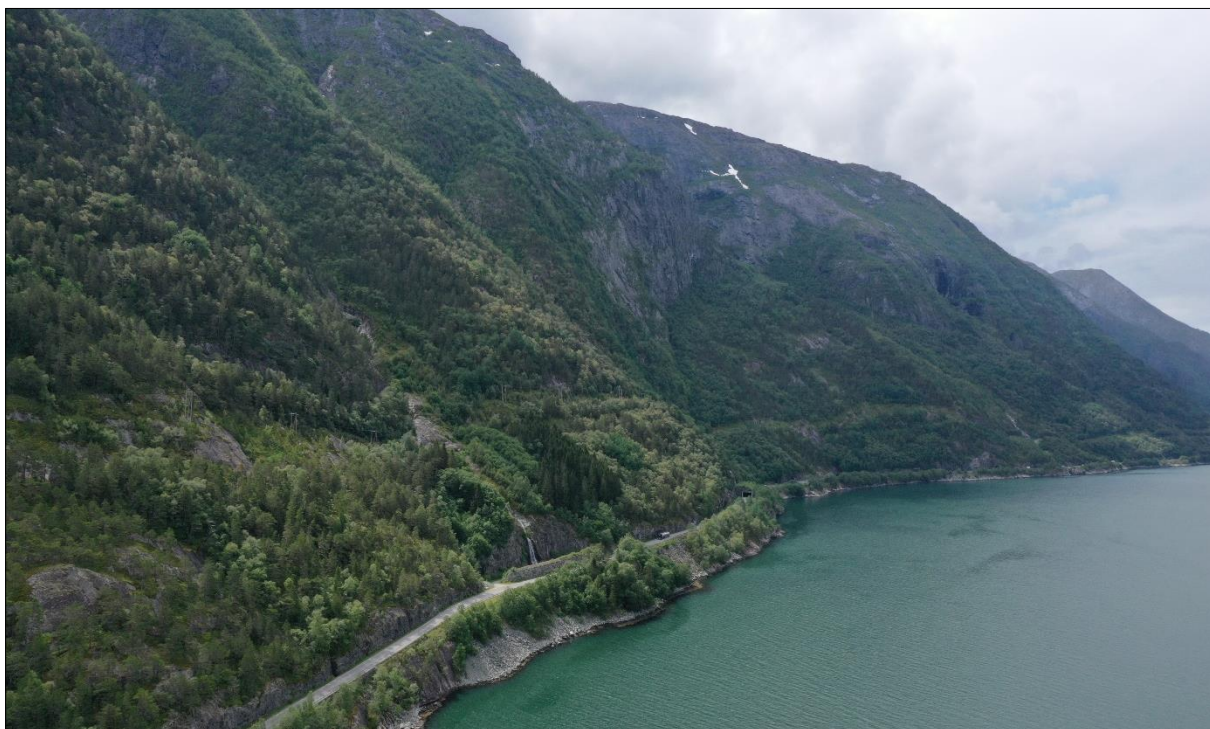
Figur 15: Fotopunkt 5 av Hæreidterrassen sett fra sør.



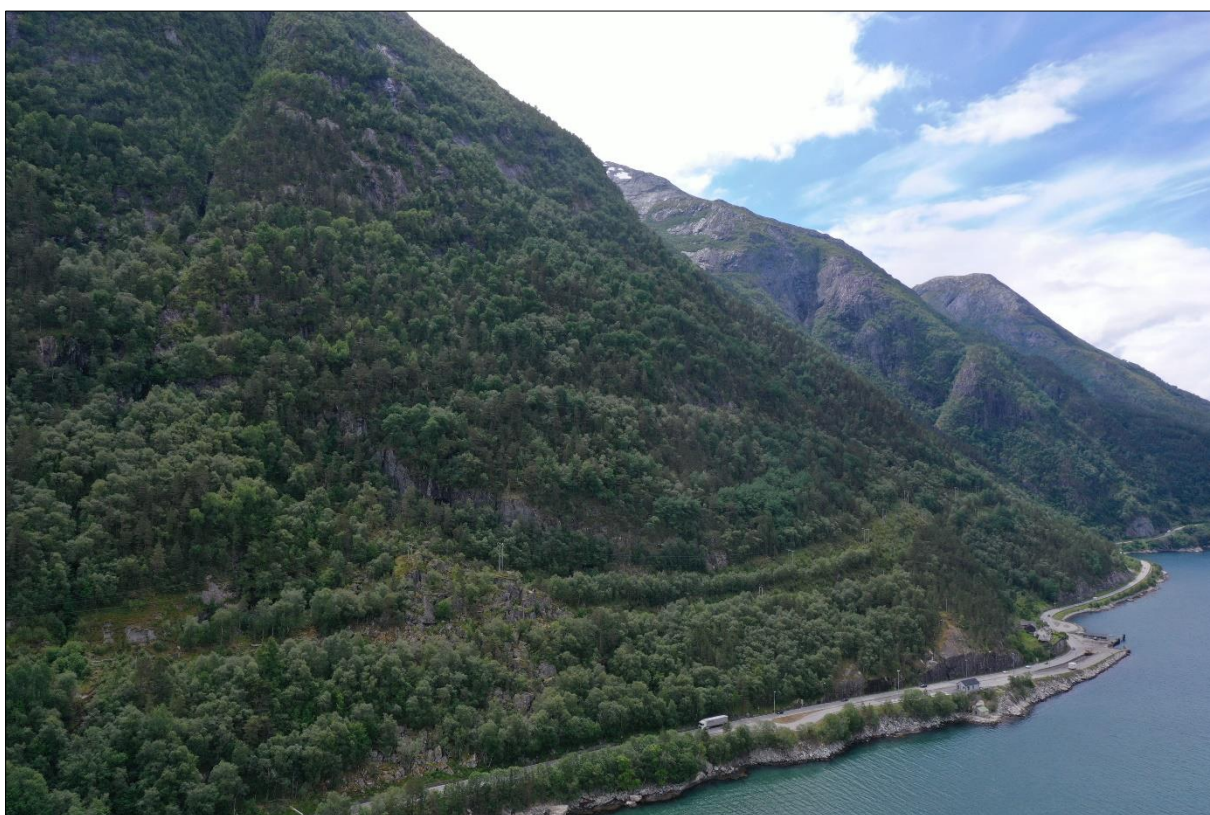
Figur 16: Fotopunkt 6 er et dronebilde av skredviften på Menes sett fra nordøst.



Figur 17: Fotopunkt 7 er et dronebilde av Erdal sett fra nordvest.



Figur 18: Fotopunkt 8 er et dronebilde av Eidfjordvegen mellom Erdal og Brimnes sett fra nordøst.



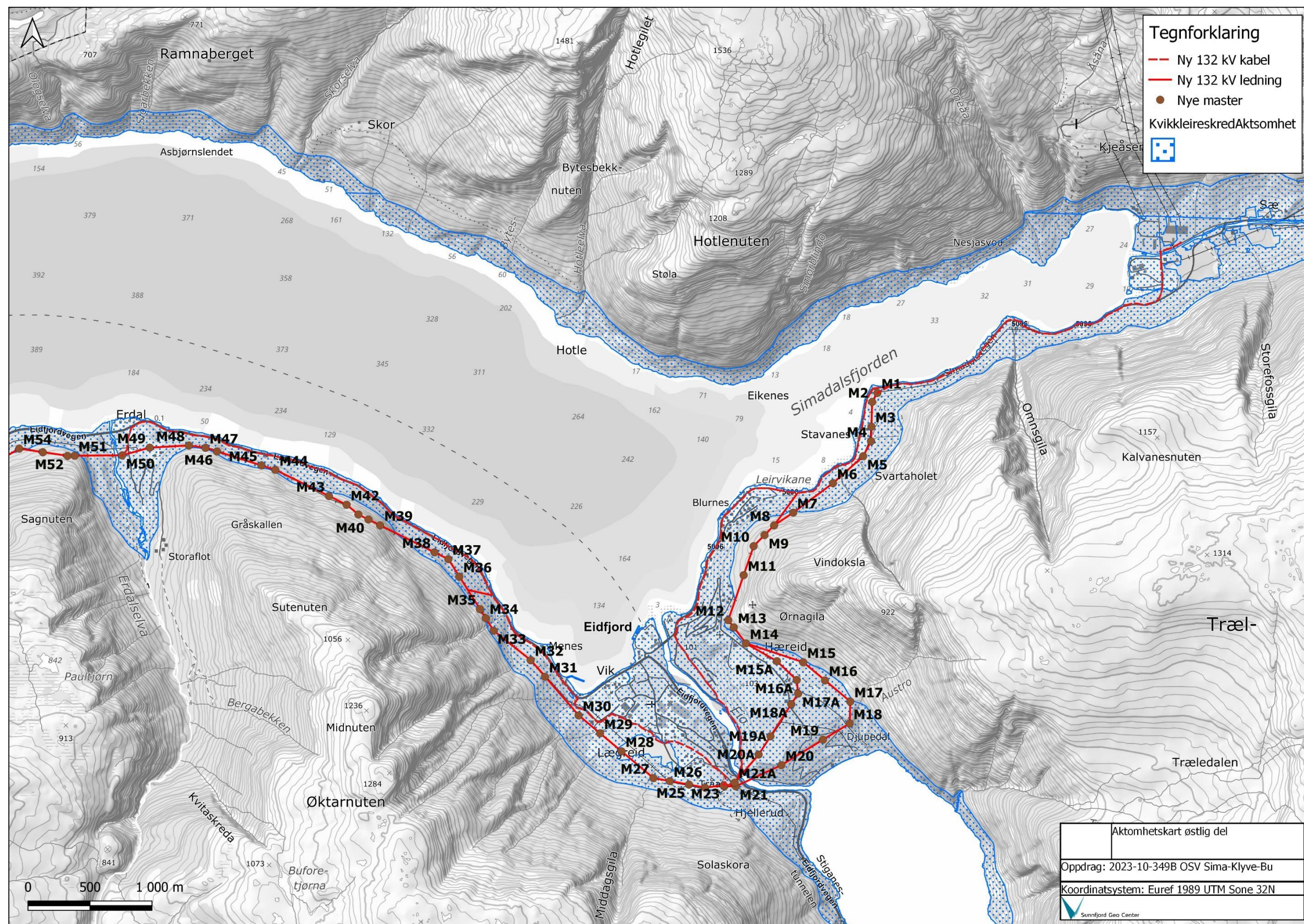
Figur 19: Fotopunkt 9 er et dronebilde av Eidfjordvegen ved Brimnes sett fra nordøst.



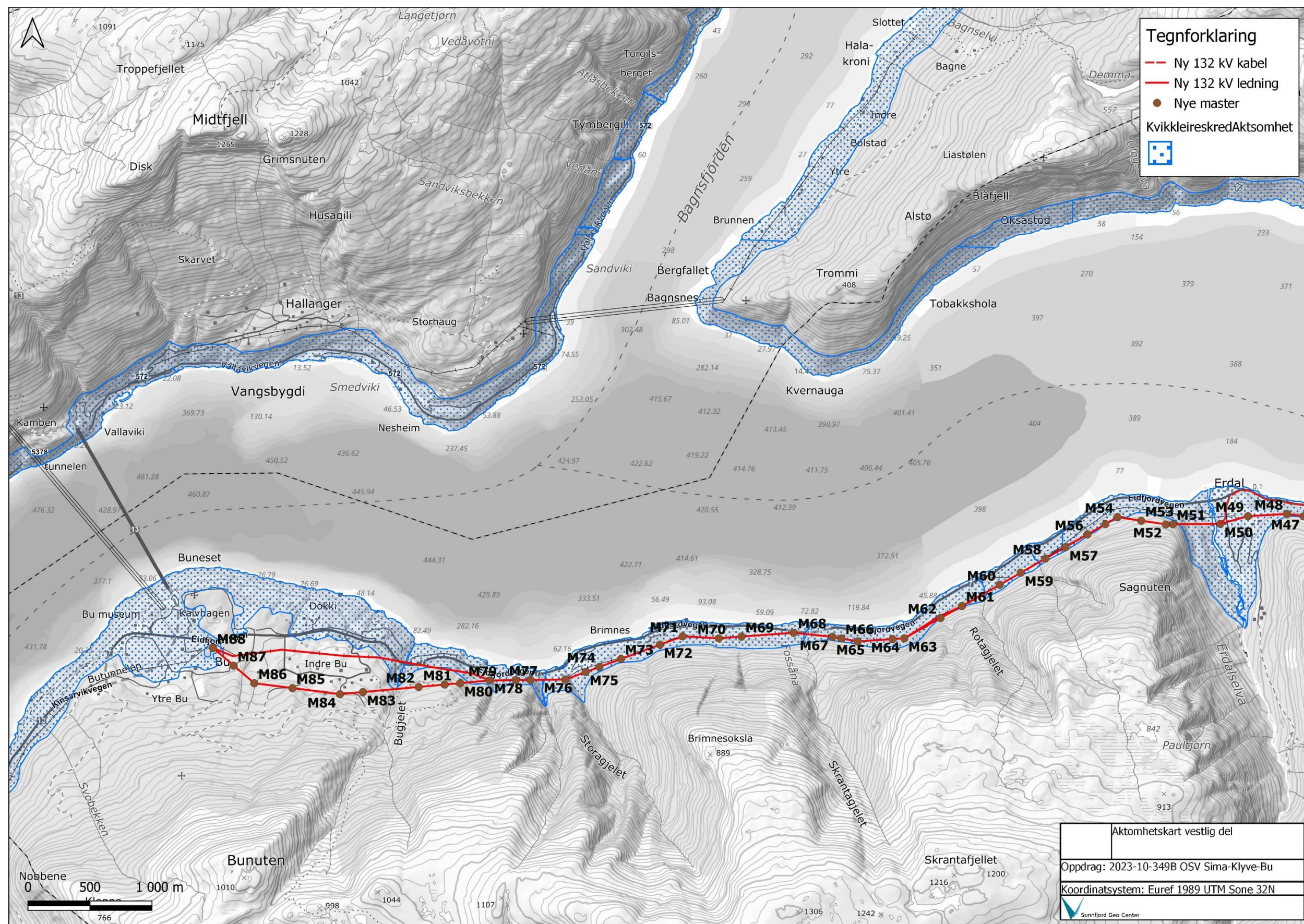
Figur 20: Fotopunkt 10 er et dronebilde av fast fjell i dagen ved bebyggelsen på Ytre Brimnes sett fra nord.



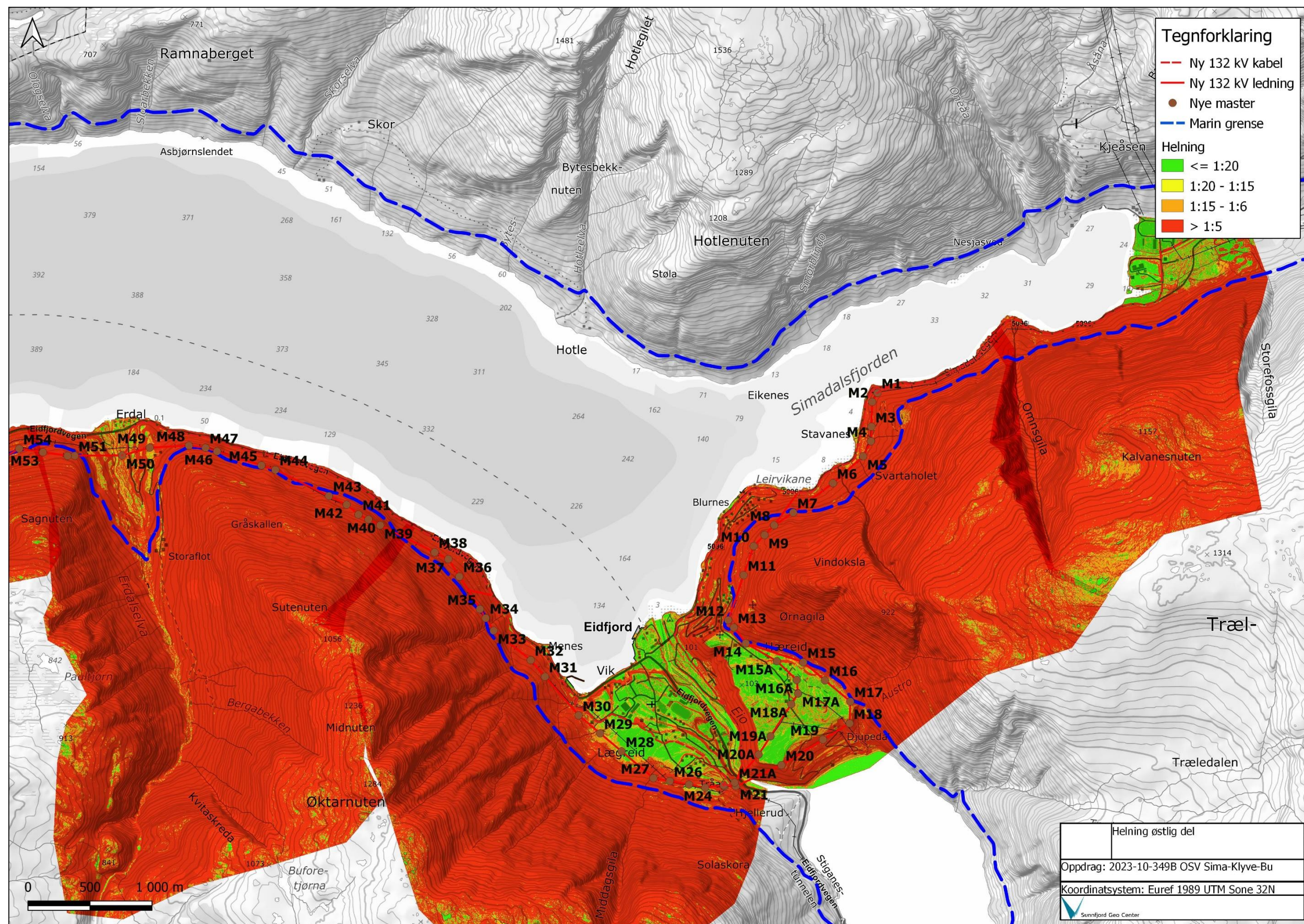
Figur 21: Fotopunkt 11 av fjell i dagen på Bu.



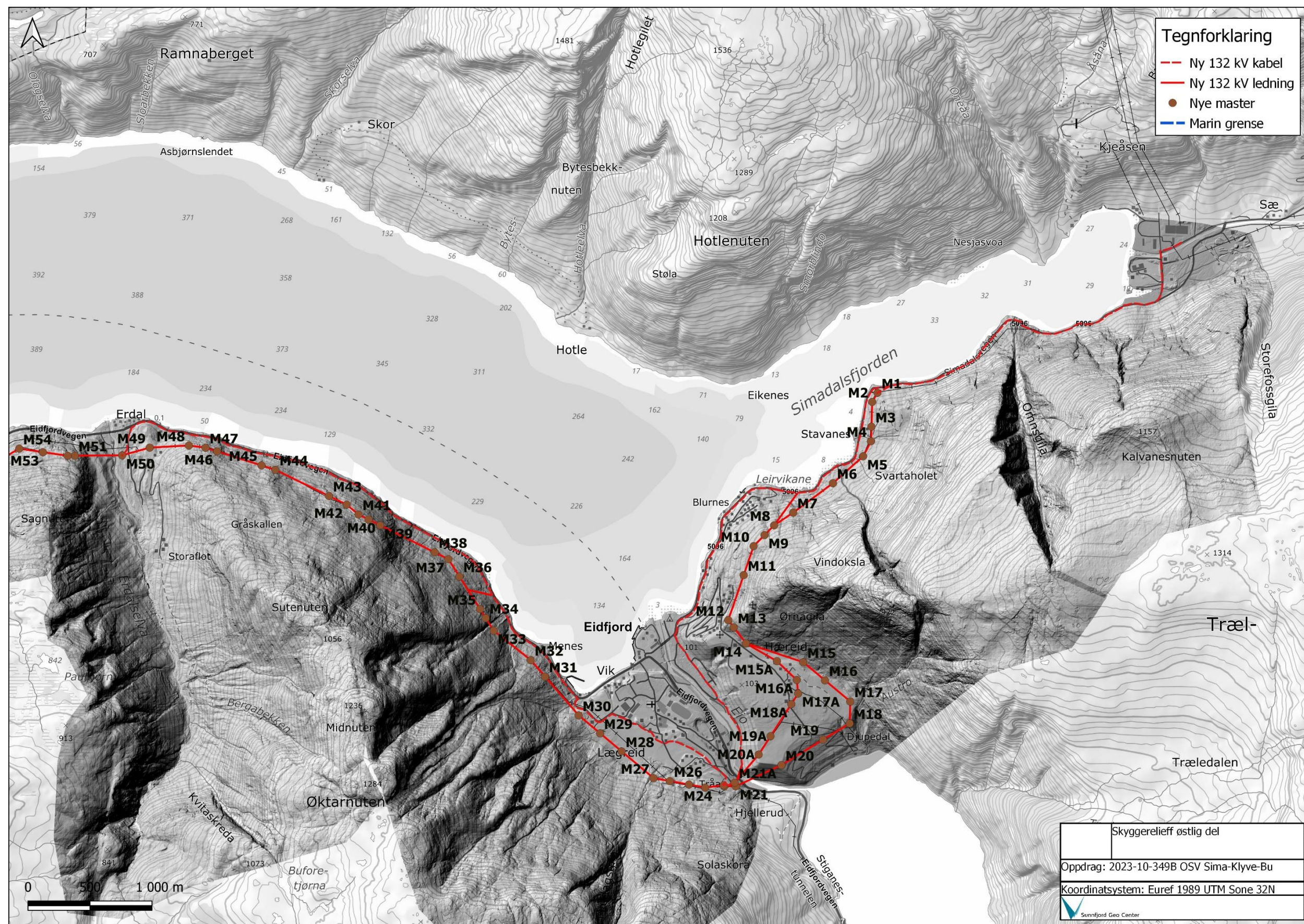
Figur 22: Aktsomhetskart for kvikkleireskred over østlige del av området. Kilde: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>.



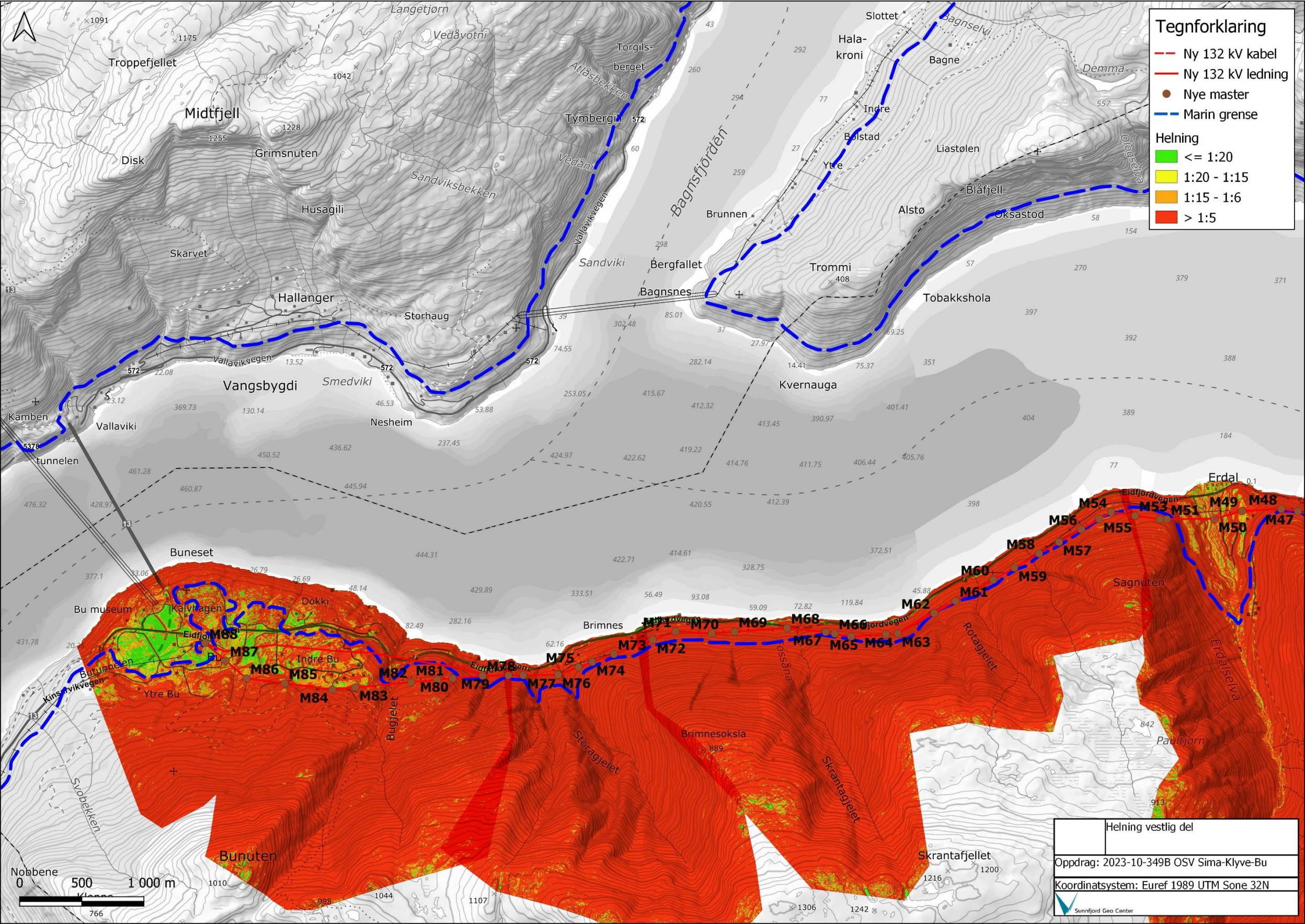
Figur 23: Aktomhetskart for kvikkleireskred over vestlige del av området. Kilde: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>.



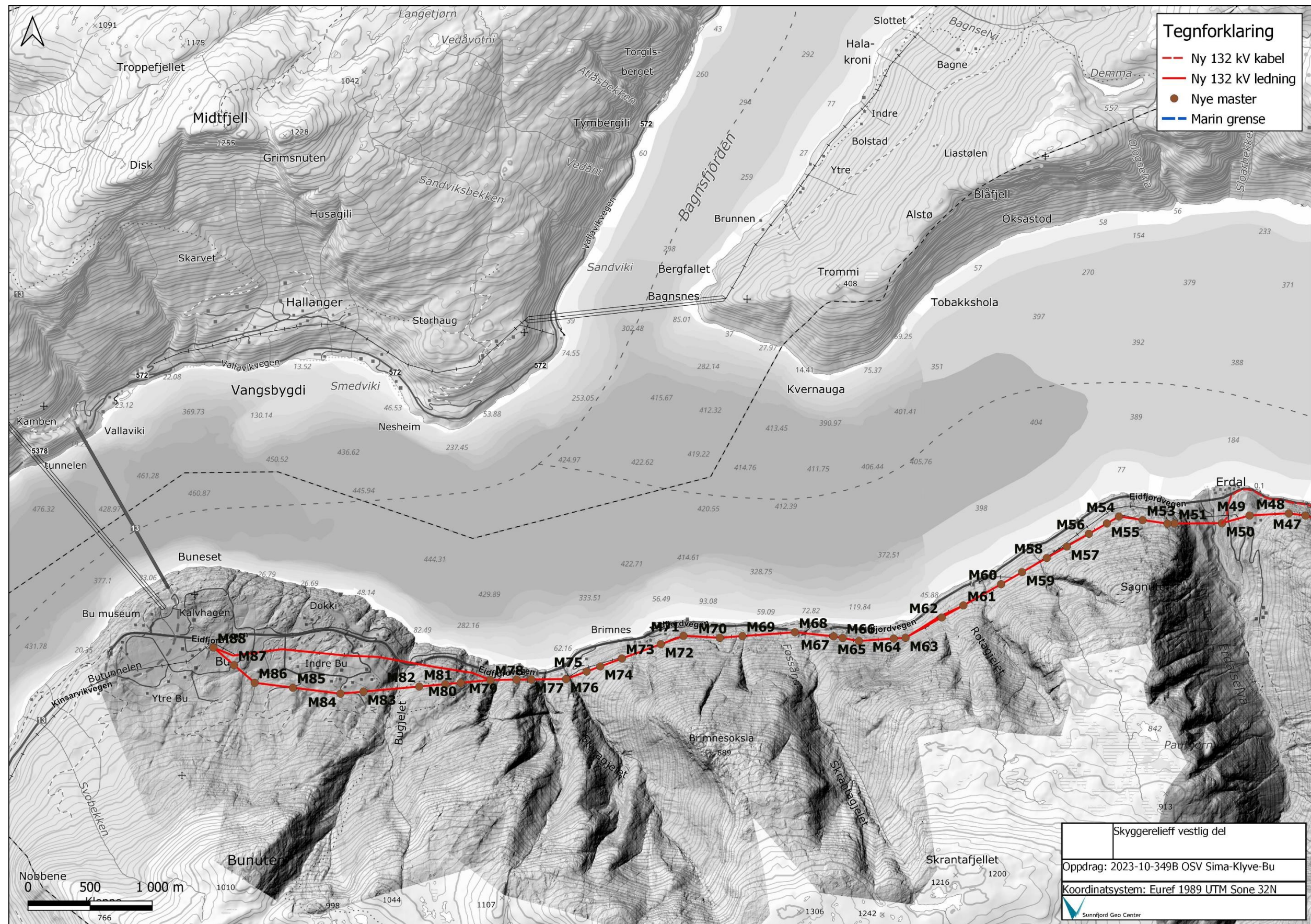
Figur 24: Helningskart over østlige del. Kilde: hoydedata.no.

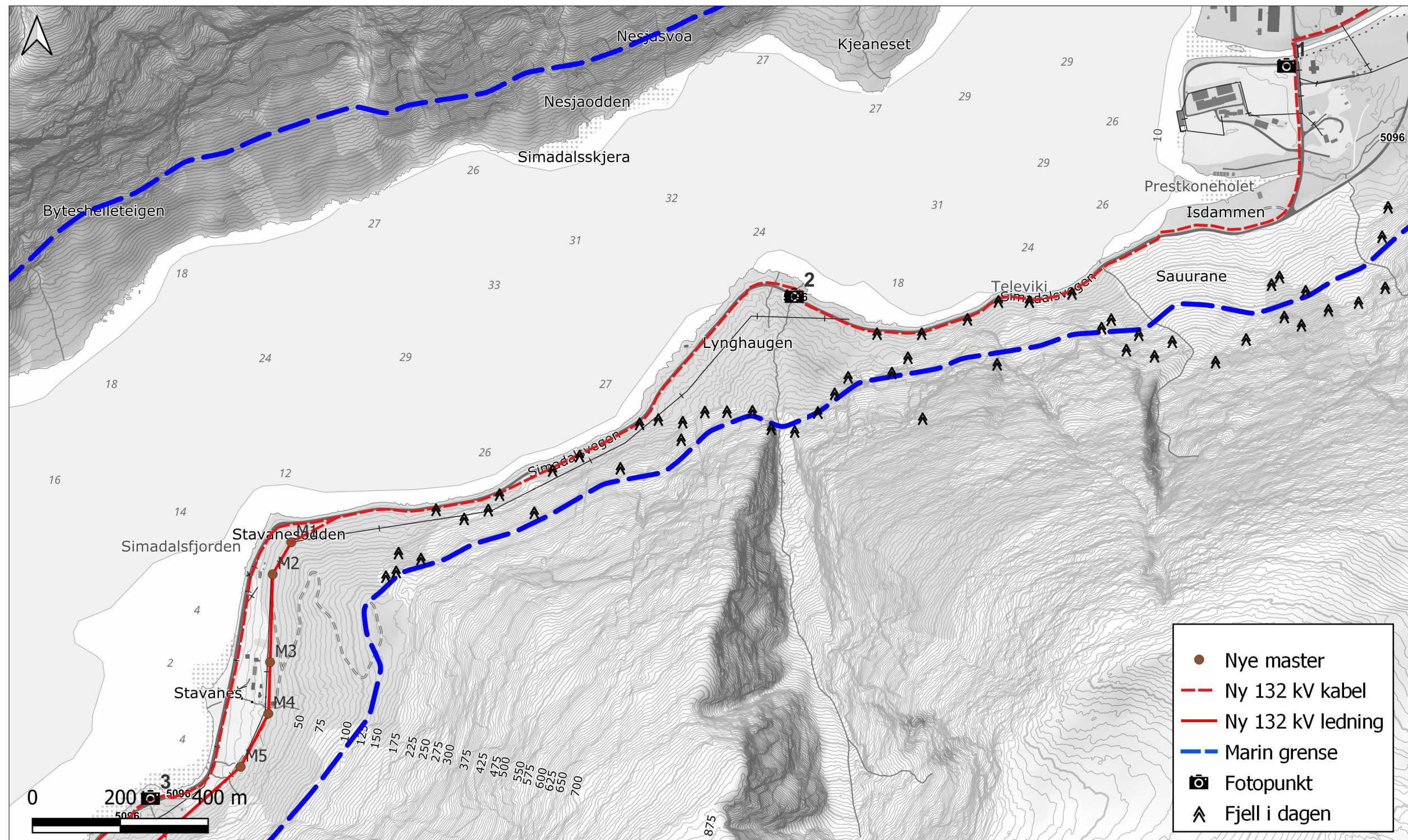


Figur 25: Kart med skyggerelieff som viser topografien til terrenget. Her er kartutsnitt fra østlige del. Kilde: hoydedata.no.

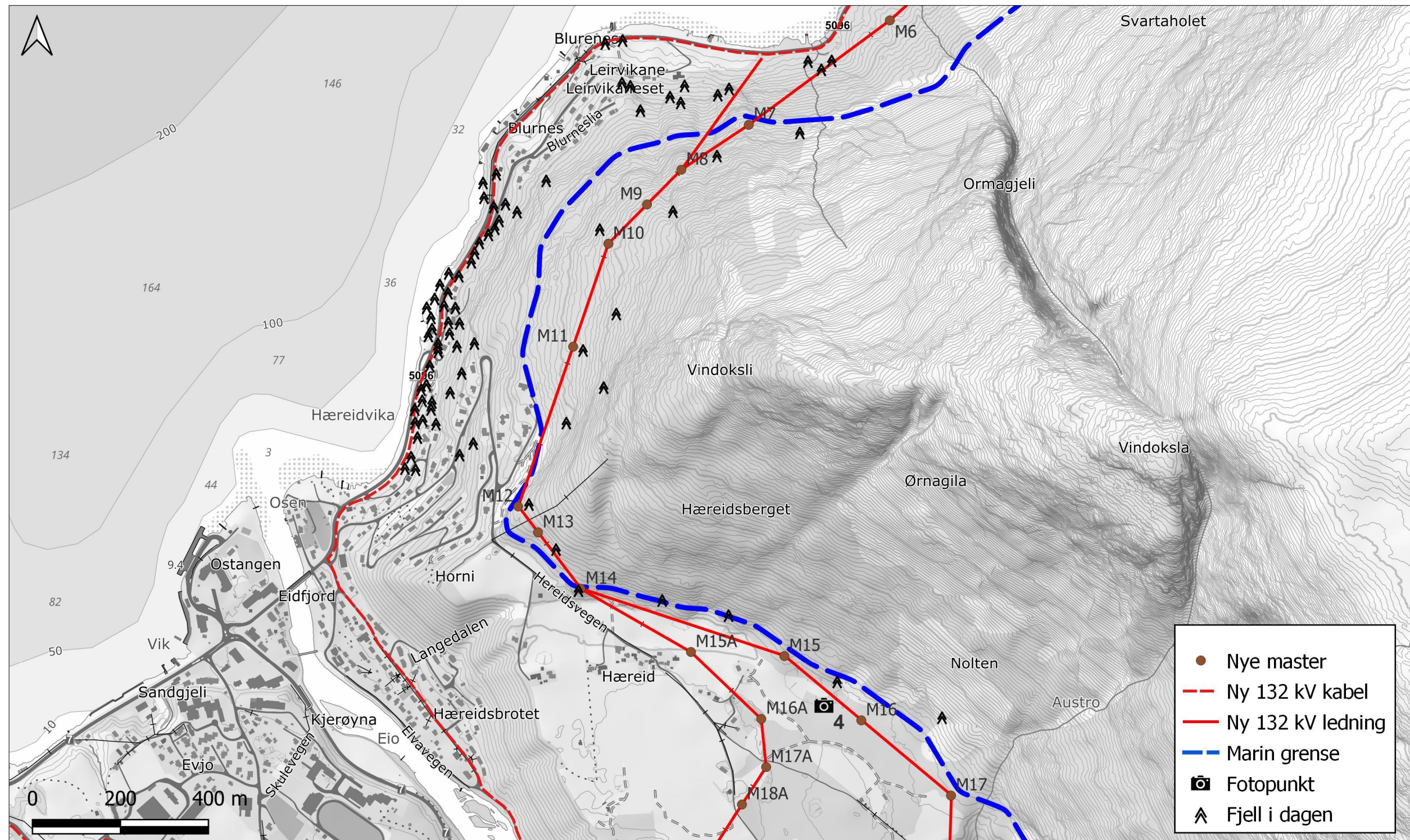


Figur 26: Helningskart over vestlige del. Kilde: hoydedata.no.

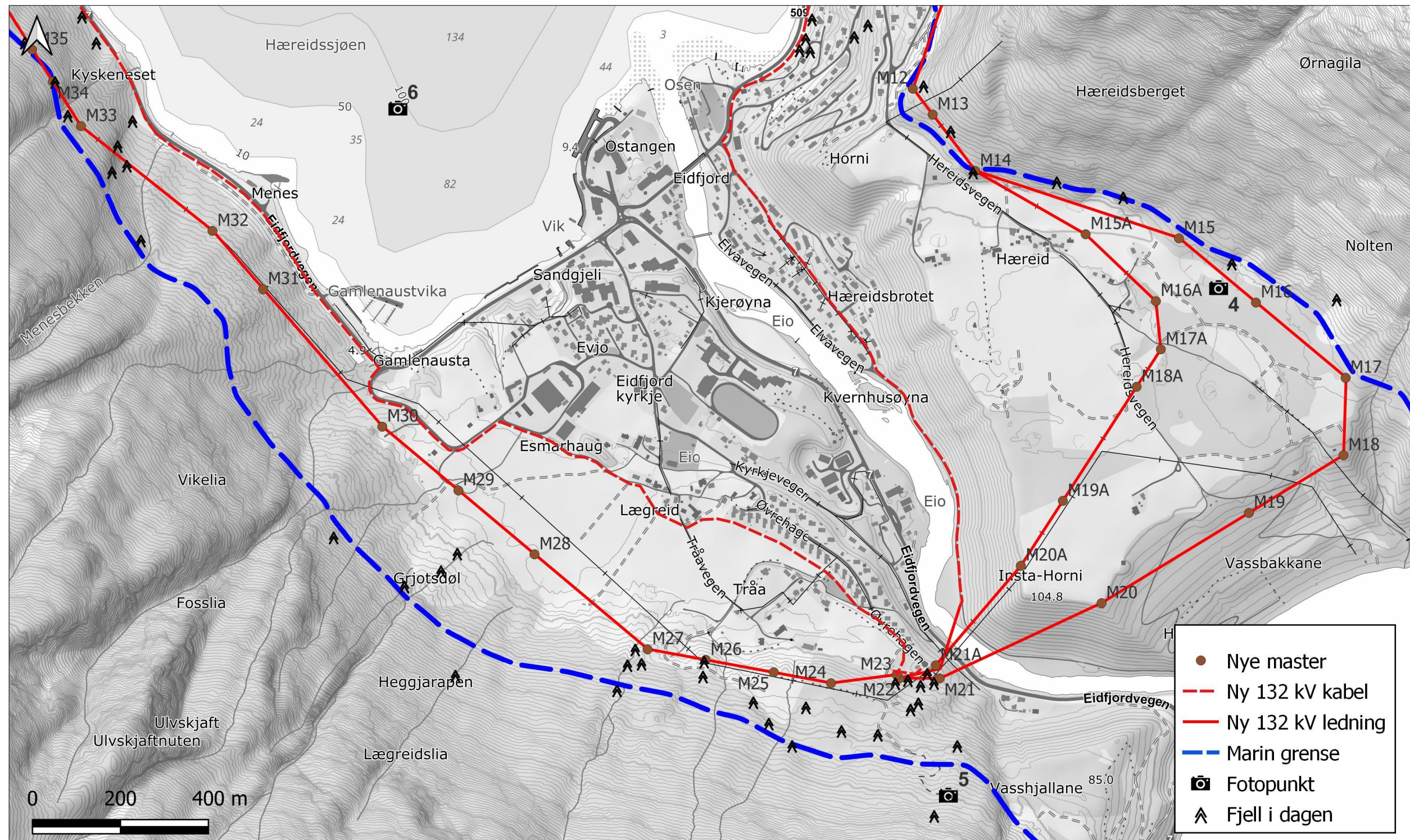




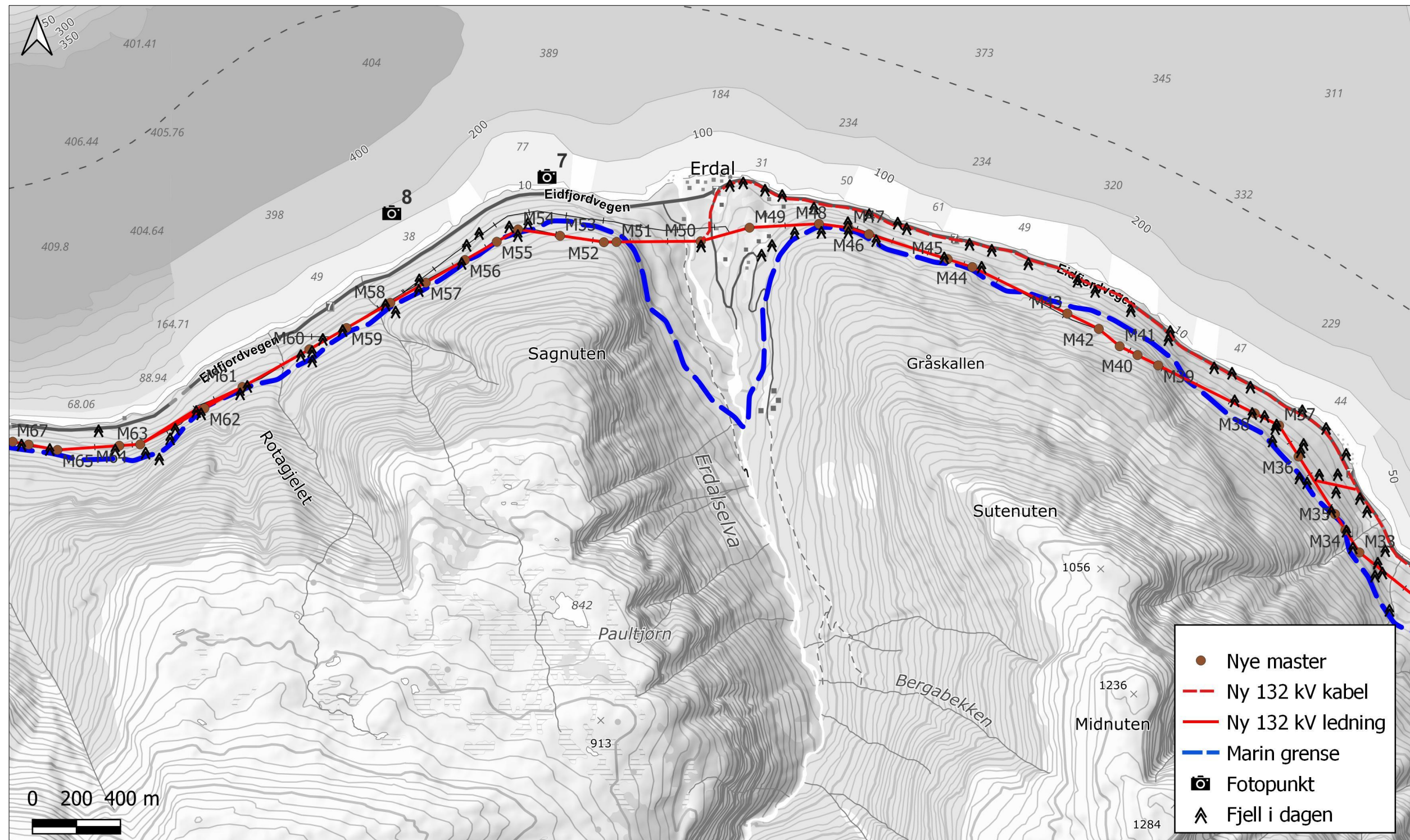
Figur 28: Kartet viser fjell i dagen og fotopunkt. Fotopunktene er plassert der bildet er tatt fra. Fotopunkt 1 er av Sauurane. Fotopunkt 2 er av ura i Kalvanes. Fotopunkt 3 er av Stavanessodden.



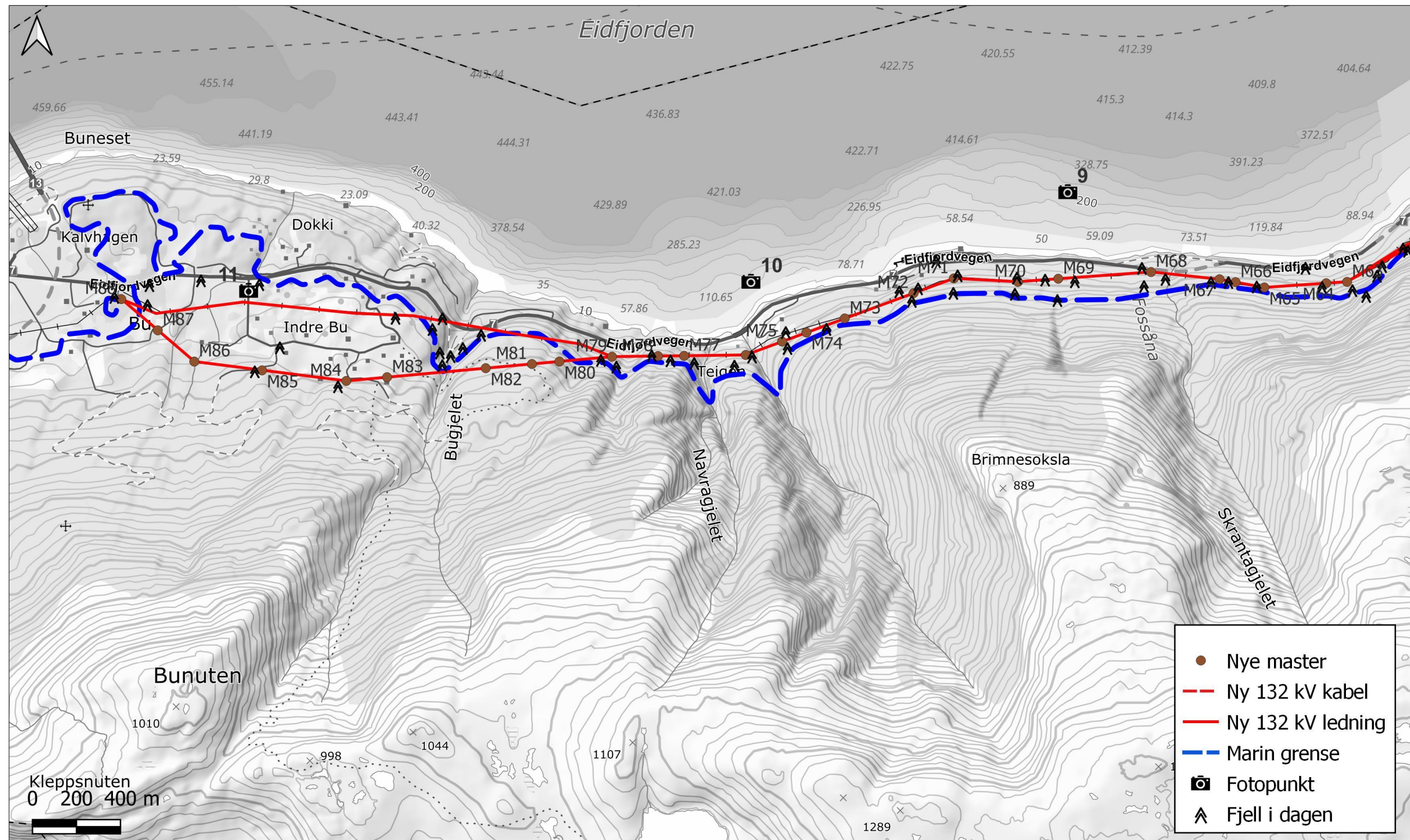
Figur 29: Kartet viser fjell i dagen og fotopunkt. Fotopunktene er plassert der bildene er tatt fra. Fotopunkt 4 av løsmassedekke på Hæreidsterrassen som er breenldeltaavsetning.



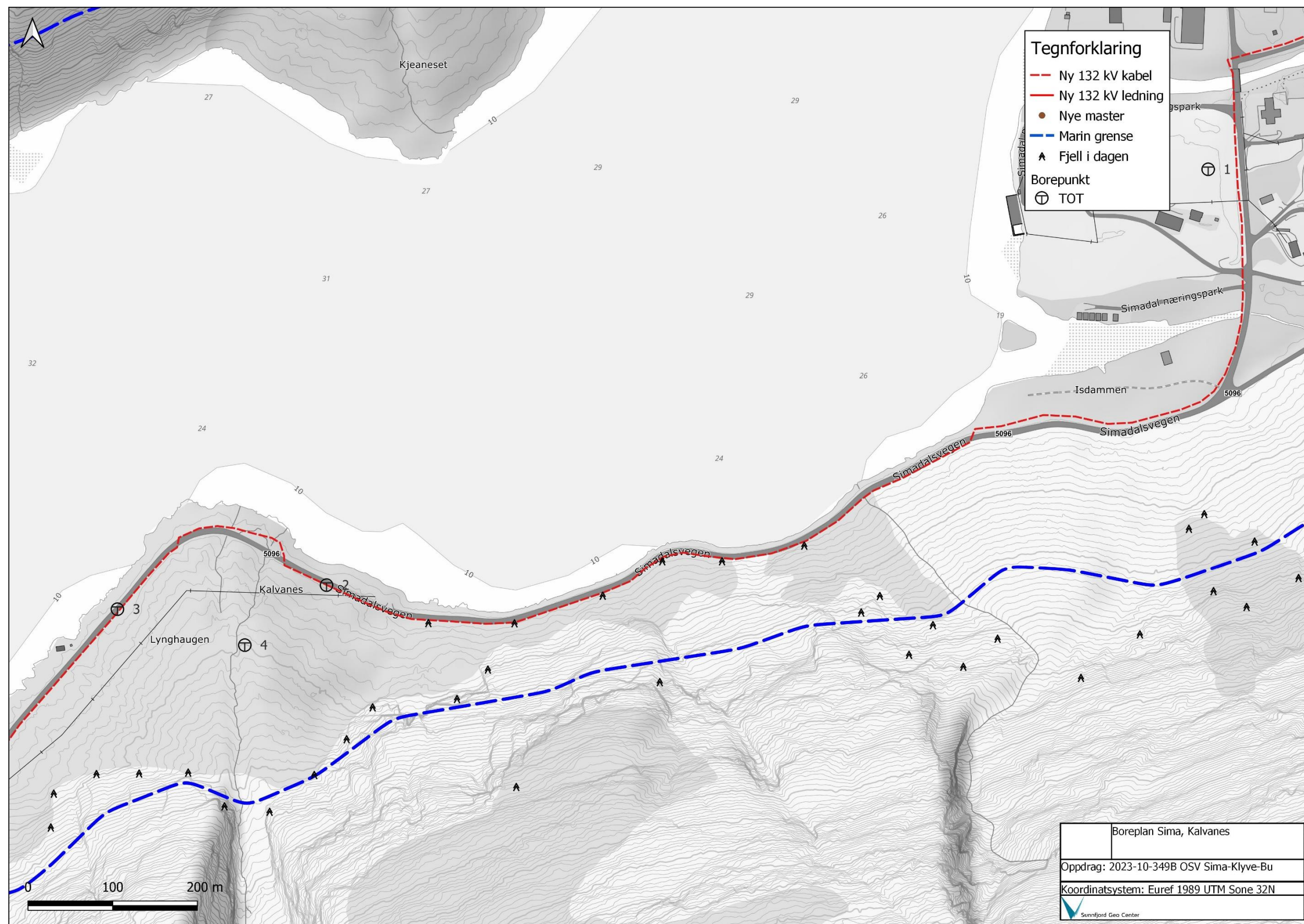
Figur 30: Kartet viser fjell i dagen og fotopunkt. Fotopunktene er plassert der bildene er tatt fra. Fotopunkt 5 er et oversiktfoto av Hæreidterrassen. Fotopunkt 6 er et dronfoto av steinura på Menes.



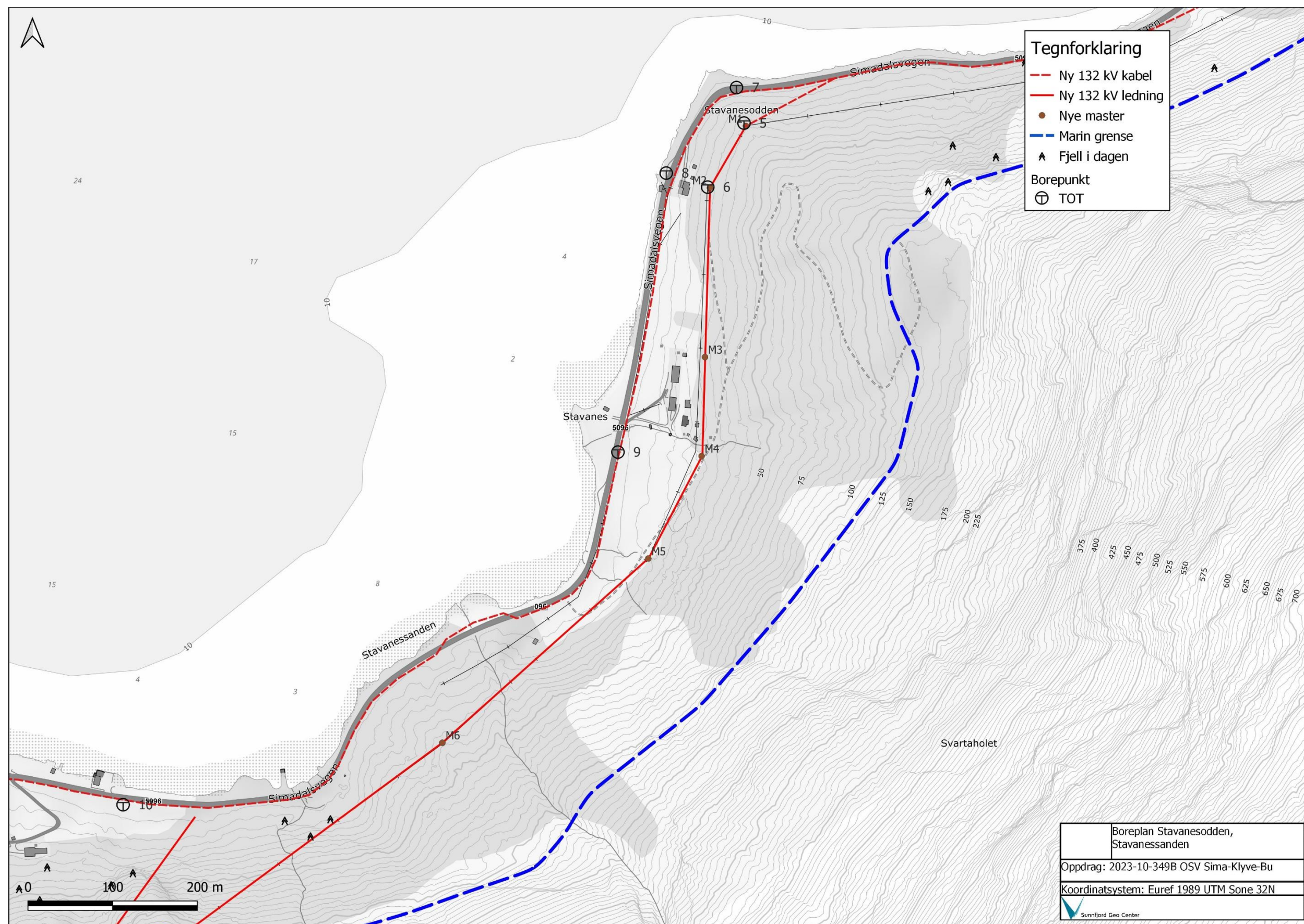
Figur 31: Kartet viser fjell i dagen og fotopunkt. Fotopunktene er plassert der bildene er tatt fra. Fotopunkt 7 er et dronfoto av Erdal og fotopunkt 8 av Eidfjordvegen mellom Erdal og Brimnes.



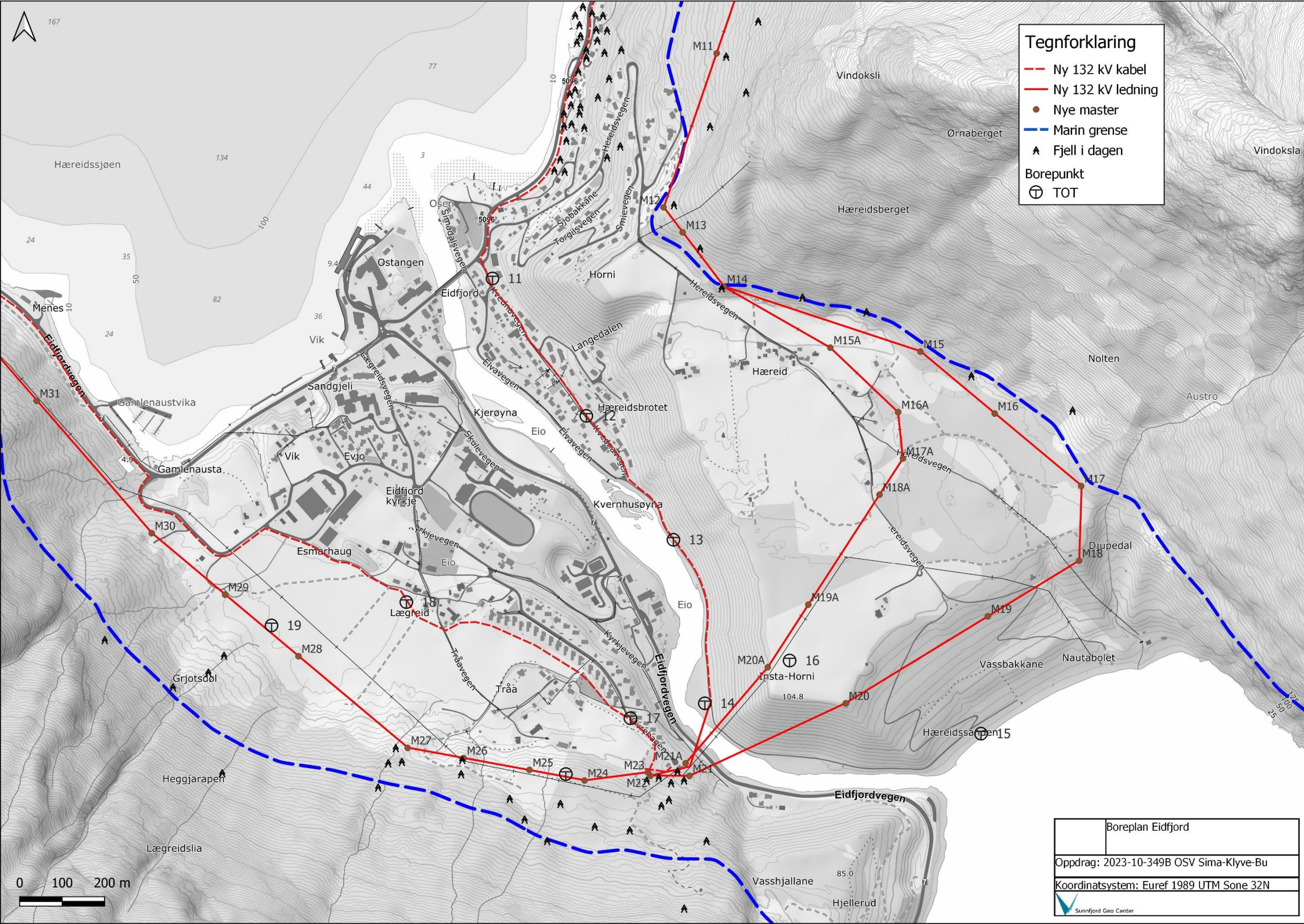
Figur 32: Kartet viser fjell i dagen og fotopunkt. Fotopunktene er plassert der bildene er tatt fra. Fotopunkt 9 er et dronfoto av Brimnes ferjekai og fotopunkt 10 av gårdene på Ytre Brimnes. Fotopunkt 11 er tatt på Bu.



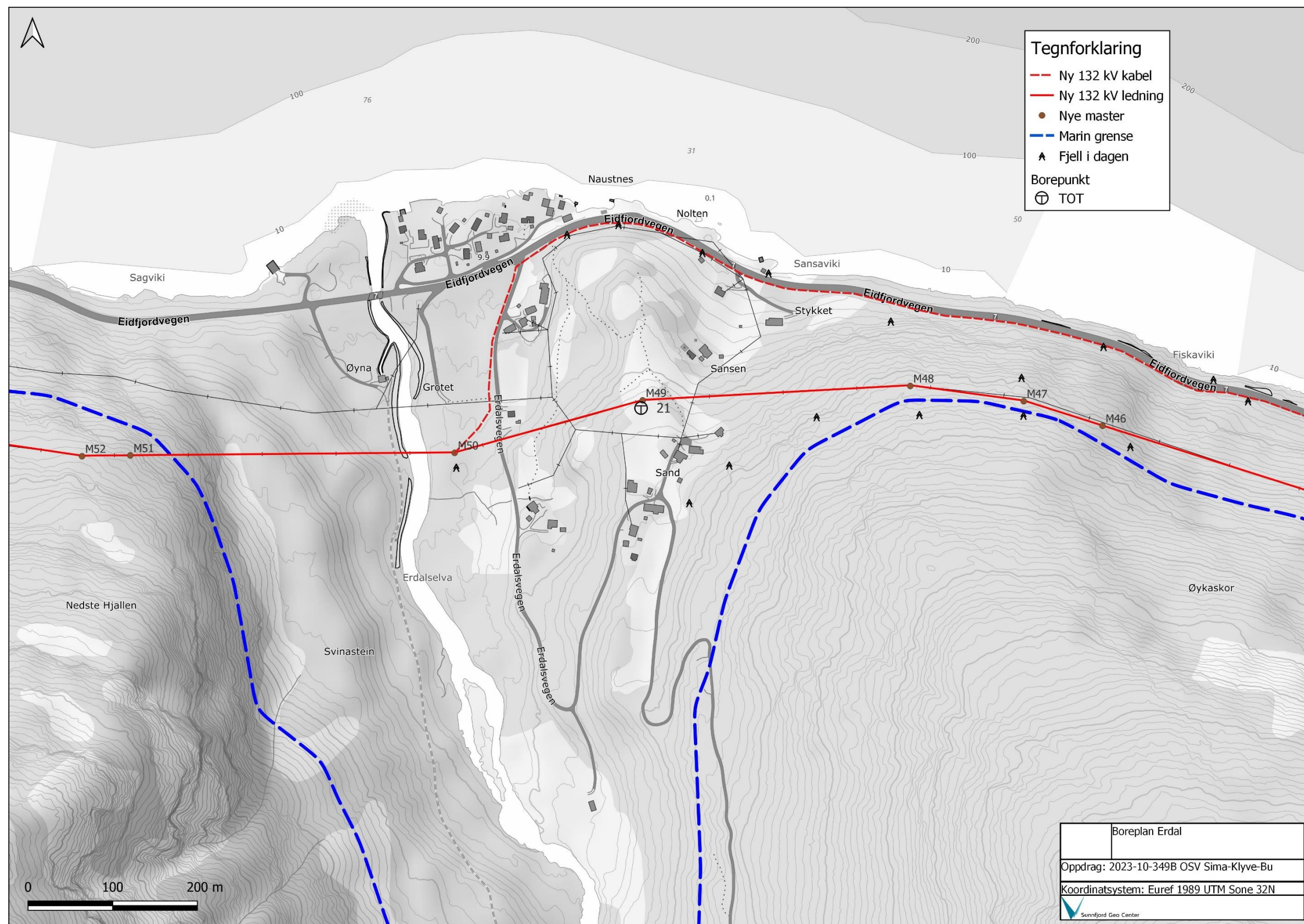
Figur 33: Borepunkt 1 er i Sima. Borepunkt 2 og 3 på Kalvanes, punkt 4 er opsjon.



Figur 34: Borepunkt 5, 6, 7, 8, 9, 10 på Stavanessodden og Stavanessanden.



Figur 35: Borepunkt 11-20 i Eidfjord.



Figur 36: Borepunkt 21 i Erdal.