

ULTVEDT - SMESTAD

**Kulturminnefaglig dokumentasjon av 132 kV kraftledning før riving
Ringerike og Oslo kommuner**

Edvard Undall





Tittel Ultvedt - Smestad Kulturminnefaglig dokumentasjon av 132 kV kraftledning før riving	Rapporttype/nummer NIKU Oppdragsrapport 28/2022	Publiseringsdato 12.05.2022
	Prosjektnummer 1022209	Oppdragstidspunkt Oktober 2021 – februar 2022
	Forsidebilde Vestover fra Løvlia, 1967 (kilde: Teknisk Museum)	
Forfatter(e) Edvard Undall	Sider 58	Tilgjengelighet Åpen
	Avdeling Bygning	

Prosjektleder Edvard Undall
Prosjektmedarbeider(e) Manuel Gabler, Nils Aage Hafsal og Jorid Martinsen
Kvalitetssikrer Fredrik Berg

Oppdragsgiver(e) Statnett SF

Sammendrag I forbindelse med at ledningen mellom Ultvedt på Ringerike og Smestad i Oslo skal rives, har NVE stilt krav om at det skal gjennomføres en kulturminnefaglig dokumentasjon av denne ledningen før riving. Ledningen fra Ultvedt går over 32 km i Viken fylke i sør-østlig retning mot Smestad transformatorstasjon i Oslo. Formålet med dokumentasjonsarbeidet har vært å supplere og utfylle beskrivelsen av kraftledningen i temaplanen Kraftoverføringens kulturminner (NVE, 2010) med beskrivelser, illustrasjoner, fotografier og film. Tegninger, kart, foto og fotojournal er vedlagt.
--

Emneord Ultvedt, Smestad, Nore, kulturminne, kraftledning, kraftlinje, Statnett
--

Avdelingsleder

Annika Haugen

Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har ansvar for å ivareta vassdrags- og energisektorens kulturminner, og har gjort et utvalg av verneverdige anlegg med høy kulturminneverdi. 132 kV-ledningen fra Nore til Oslo inngår i utvalget av 24 kraftledninger i temaplanen *Kraftoverføringens kulturminner* (2010). Ledningen er et eksempel på et teknisk-industrielt kulturminne med kulturhistoriske verdier av nasjonal betydning, og er statlig listeført som dette. I forbindelse med at ledningen på strekningen fra Ultvedt på Ringerike til Smestad i Oslo skal rives, har NVE stilt krav om at det skal gjennomføres en kulturminnefaglig dokumentasjon før riving. Denne rapporten redegjør for historikk og tekniske løsninger, samt dokumenterer situasjonen før riving med kart og bilder.

Gjennomføringen av riving vil bli dokumentert i en senere rapport med levering etter planlagt tilbakeføring av trase i 2023.

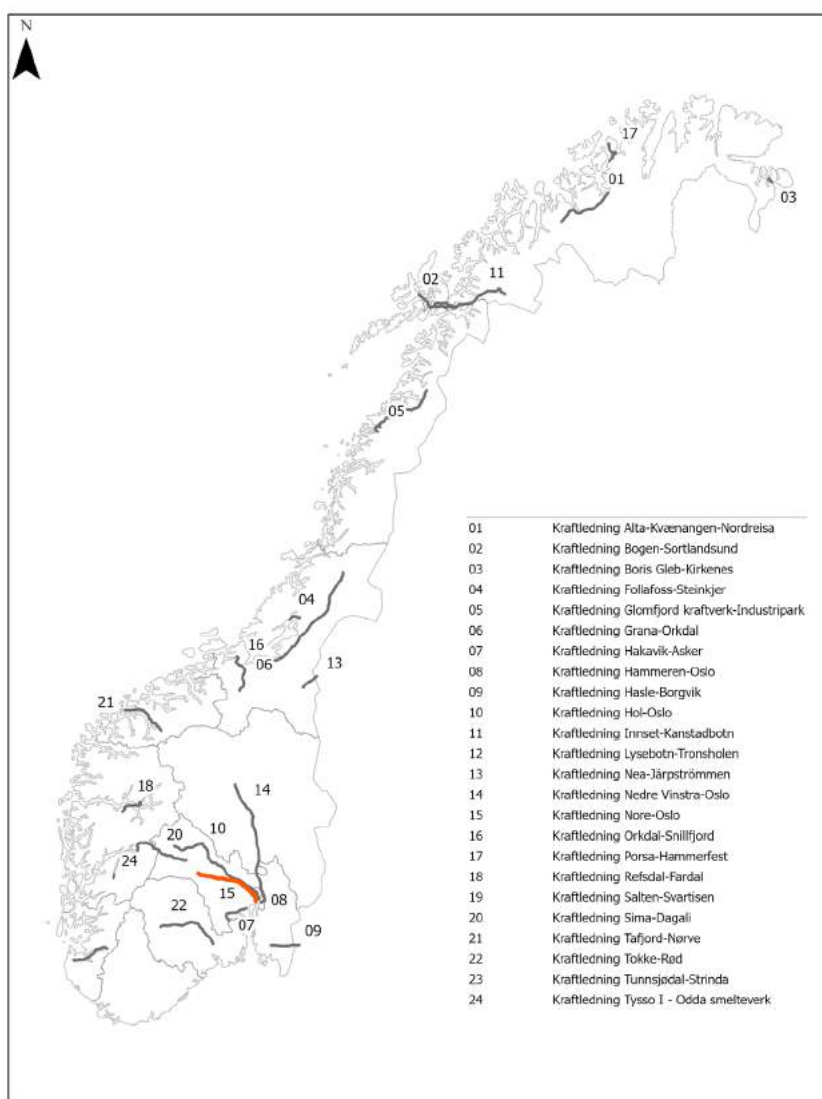
Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
1.1	Prosjekthistorikk / bakgrunn	8
1.2	Formål.....	9
1.3	Omfang og gjennomføring	9
2	Metode	9
2.1	Eksisterende datagrunnlag	9
2.2	Feltarbeid	9
2.3	Tegninger	9
2.4	Foto og film	9
2.5	Kart	10
3	Kulturhistorisk bakgrunn	12
3.1	Nasjonal kontekst	12
3.2	Nore kraftverk og Nore-ledningene	13
3.3	Anleggshistorikk.....	15
4	Beskrivelse av anlegget.....	16
4.1	Linja og landskapet.....	16
4.2	Mastene	33
4.2.1	Englemastene	35
4.2.2	Tårnmastene	38
4.3	Fundamentering.....	40
4.4	Linemateriale og -oppheng	42
4.4.1	Spenning.....	42
4.4.2	Liner	42
4.4.3	Armaturo	43
4.4.4	Isolatorer	46
4.5	Stasjoner og koblingsanlegg	48
4.5.1	Ledningshytter	48
4.5.2	Koblingsanlegg	48
4.5.3	Transformatorstasjoner.....	49
5	Anleggs- og vedlikeholdsarbeid	51
5.1	1920-tallet	51
5.2	Vedlikeholdsarbeid	52
	NVEs årsmeldinger mellom 1951 og 1964 finnes digitalisert.....	53
5.3	Endringshistorikk	54
5.4	Driftsforstyrrelser, havari og avvik	54
6	Oppsummering	55
7	Kilder.....	56
7.1	Skriftlige kilder	56
7.2	Informanter	56
8	Ordlister	57

1 Innledning

Kraftledningen mellom Ultvedt på Ringerike og Smestad i Oslo er en del av 132 kV-ledningen fra Nore til Oslo (Nore-ledningen). Denne luftledningen har vernestatus som statlig listeført kulturminne (Askeladden ID 227220-1). Bygging av ledningen var et teknologisk pionerprosjekt for sin tid. Mastene er unike i sin form og omtales i dag gjerne som "englemaster".

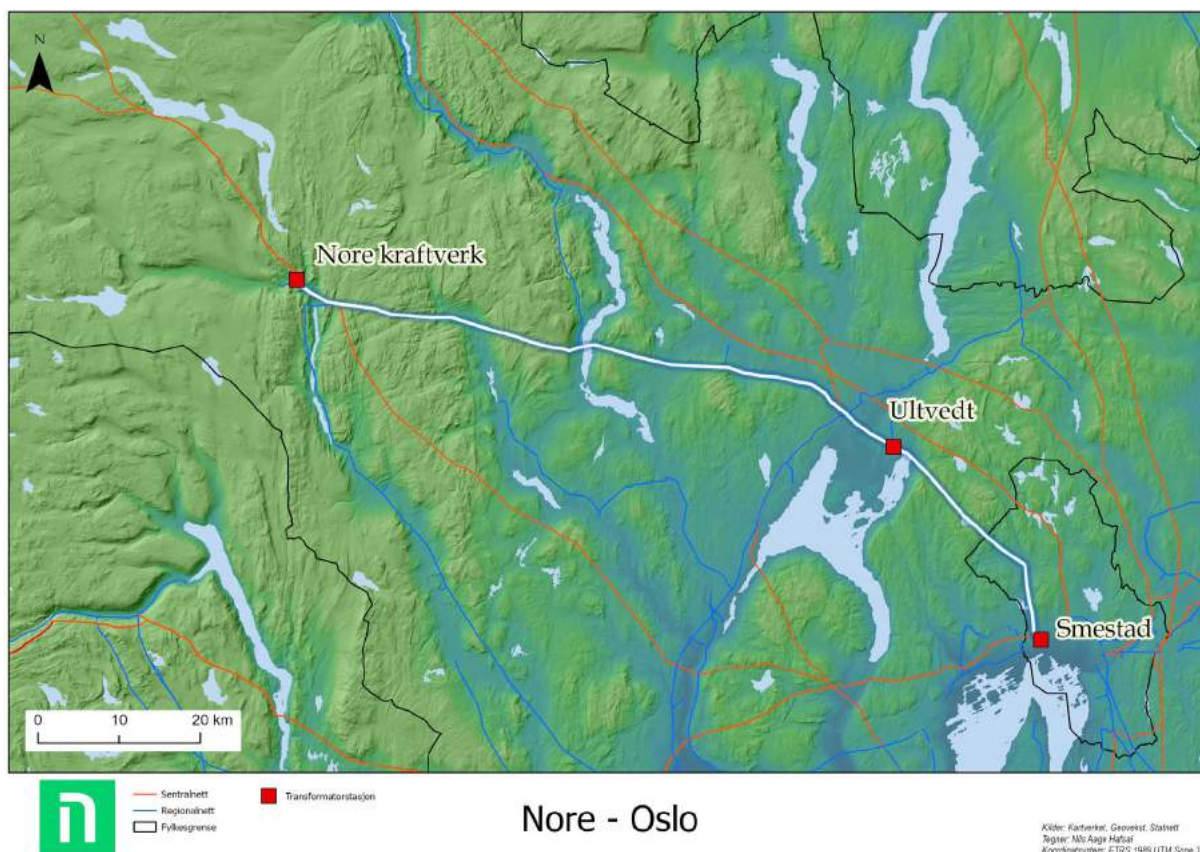
Anlegget som skal rives er ledningen fra Ultvedt i Ringerike kommune, gjennom Krokskogen og Nordmarka og videre gjennom Sørkedalen og Mærradalen til Smestad transformatorstasjon på Montebello i Oslo. Både master, liner og fundamenter skal fjernes. Innføringsanlegg til Smestad transformatorstasjon skal også rives. De originale mastene vil fortsatt være i drift på strekningen Nore - Ringerike.



NVEs utvalgte kulturminner

Kilder: Kartverket, Geovekst, Statnett
Tegner: NVE-Aage Håkonsen
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

Figur 1-1 De 24 kraftledningene som har status som statlig listeførte kulturminner.



Figur 1-2 Hele Noreledningen fra Nore i Rødberg kommune til Oslo. Strekingen som skal rives starter med mast nr. 242 ved Ultvedt og avsluttes med mast nr. 342 på Smestad. Se også kart med mastenummer senere i rapporten.

1.1 Prosjekthistorikk / bakgrunn

Den 31,6 km lange strekingen på Nore-ledningen mellom Ultvedt og Smestad eies av Statnett som i mai 2020 søkte om tillatelse til å rive denne.¹ Ledningen mellom Ultvedt og Smestad har vært koblet ut siden tidlig 2000-tallet og fungerer kun som en reserveledning inn til Oslo. Behovet for reserveledningen er ikke lenger til stede når nettet til Oslo blir forsterket av oppgraderingen av kabelforbindelsen mellom Smestad og Sogn transformatorstasjoner (ferdigstilles i 2022). Mellom Nore og Ultvedt er ledningen i normal drift og skal ikke rives.

I «Kraftoverføringens kulturminner» fremheves spesielt Noreledningens strekninger over Ringerike og Sørkedalen/Oslo for sin visuelle tilgjengelighet. Tre områder ble vurdert som aktuelle for in situ-bevaring under behandlingen av rivesøknaden. Dette var strekninger ved Løvli skistue (mast nr. 263-267), ved Wyllerløypa (mast nr. 314-316) og ved Bogstad gård (mast nr. 320-322). Etter høringsrunder og møter med Oslo kommune og regional og nasjonal kulturminneforvaltning, vedtok imidlertid NVE, med ett unntak, at samtlige master skulle saneres. Rivevedtaket av 21.06.2021 har satt som vilkår at englemast 315 ved Wyllerløypa i Sørkedalen skal bevares og at det skal gjennomføres en kulturminnefaglig dokumentasjon (ref. NVEs standard – nivå 2-3) av ledningen ellers.

¹ Søknad om riving av 132 kV Ultvedt-Smestad, Statnett mai 2020

1.2 Formål

Formålet med denne rapporten har vært å supplere og utfylle informasjonen som finnes om kraftledningen Nore - Oslo i NVEs temaplan *Kraftoverføringens kulturminner* med beskrivelser, fotografier og illustrasjoner.

1.3 Omfang og gjennomføring

NIKUs arbeidsgruppe har bestått av Edvard Undall, Manuel Gabler, Nils Aage Hafsal, Jorid Martinsen og Fredrik Berg. Statnetts kontaktperson har vært prosjektleder Siri Revelsby.

NIKUs arbeid har omfattet forarbeid med gjennomgang av eksisterende kunnskapsgrunnlag, feltarbeid, kart- og filmproduksjon samt rapportskrivning. Det har vært jevnlig kontakt med Statnett gjennom e-post og telefon.

Oppstartsmøte ble avholdt 15. oktober 2021 med Edvard Undall fra NIKU og Siri Revelsby, Christina Hansen og Hanne Gudding fra Statnett. Dokumentasjonsarbeidet ble gjennomført i perioden oktober 2021 - mars 2022.

Dokumentasjonen er gjennomført i henhold til NVEs kravspesifikasjon i *Krav og veiledning til kulturminnefaglig dokumentasjon, nivå 2-3*.

2 Metode

Herværende rapport dokumenterer eksisterende situasjon. Dokumentasjon av rivingsarbeid og situasjonen etter riving vil bli gjennomført senere.

2.1 Eksisterende datagrunnlag

Forarbeidet har omfattet syntetisering av eksisterende bakgrunnsdokumentasjon om kraftledningen ved å gjennomgå konsesjonssøknad, relevant arkivmateriale og tegningsgrunnlag fra Statnett, NVEs dokumentasjon og beskrivelse i rapporten «Kraftoverføringens kulturminner» (2010), samt andre relevante kilder. Se kapittel 6.

2.2 Feltarbeid

Hoveddelen av feltarbeidet ble gjennomført med bil og til fots medio oktober 2021 og i februar 2022. Under feltarbeidet ble det tatt fotografier fra drone og fra bakken av ledning og master slik de oppleves i landskapet i dag. Det er lagt mest vekt på dokumentasjon av de to strekkene som i *Kraftoverføringens kulturminner* er ansett å være mest kulturhistorisk interessant – områdene ved Steinsfjorden og i Sørkedalen.

2.3 Tegninger

Statnett har fremskaffet arkiv- og tegningsmateriale fra prosjektering og drift av ledningen (mastetegninger, detaljtegninger av enkelte hovedkomponenter og tekniske rapporter fra 1990-tallet).

2.4 Foto og film

Representative deler av ledningen er fotografert fra luft og bakkeplan. Oversiktsbilder viser masterekken samt miljøet ved de to transformatorstasjonene. Det er tatt detaljbilder av utvalgte representative master og master med spesielle tilpasninger til terreng og/eller tekniske løsninger. Armatur, liner, fundament og begge mastetyper har også blitt dokumentert.

Fotografiene er organisert i geografisk rekkefølge fra Ultvedt til Smestad. Alle foto er høyoppløselige og inneholder informasjon om himmelretning, motiv og dato. Det er angitt på kart hvor på strekningen bildene er tatt. Et vedlegg til denne rapporten inneholder ytterligere bilder.

Det er laget en tre minutter lang film som viser representative partier fra traséen og sammenhengene mellom ledningen og landskapet. Bilder er tatt av NIKU hvis ikke annet er oppgitt.

2.5 Kart

For kart over master, kraftledninger og transformatorstasjoner brukes fagdata fra NVE. Øvrig kartdata er oppdatert og hentet fra Geonorge. Kartene har beskrivende tittel, navn på utfører, dato, målestokk og nordpil.

De produserte kartene omfatter:

- Oversiktskart som viser de overordnede trekkene ved ledningen og ledningens plassering i regional sammenheng og i sammenheng med øvrige deler av Noreledningen.
- Detaljkart som viser eksisterende ledningstrasé med alle mastene mellom Ultvedt og Smestad.



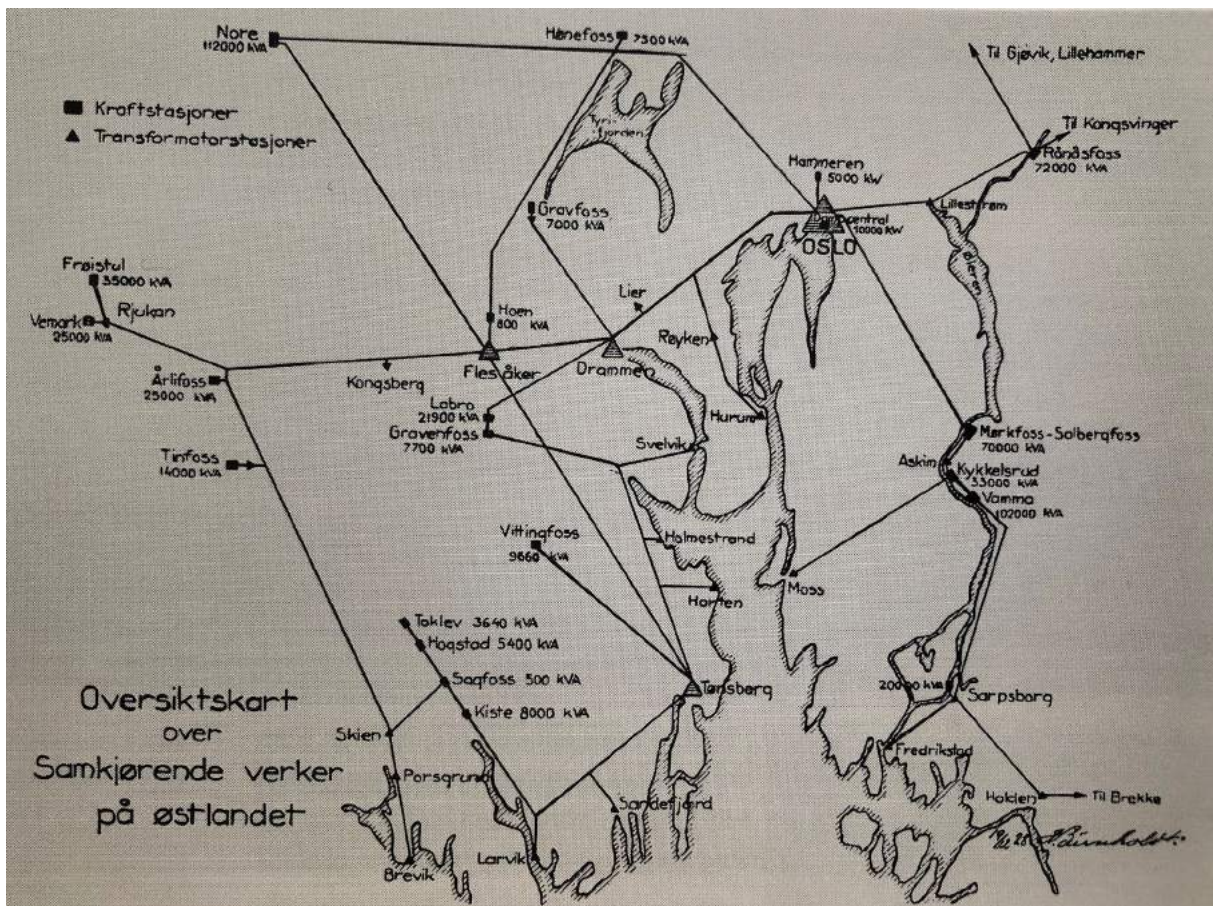
Figur 2-1 Ferdig strukkede liner fra kraftanlegget Nore I, 1927. Kilde: Nore og Uvdal bibliotek

3 Kulturhistorisk bakgrunn

3.1 Nasjonal kontekst

Den raske elektrifiseringen av Oslo og påfølgende økende elektrisitetsforbruk, som igjen hadde sammenheng med et økende folketall og høykonjunkturer under og etter første verdenskrig, førte til behov for økt kraftutbygging.

Stortinget vedtok i 1918 utbygging i statlig regi av Norefallene i Numedalslågen. Dette skulle bli Nord-Europas største kraftverk og målet var å forsyne det folkerike Østlandet med strøm. Staten skulle med dette fremme systemintegrasjon og samkjøring.² Norske elverk var fram til omkring 1920 uten forbindelser til andre elverk. Da staten bygde ut et regionalt overføringssystem i forbindelse med etableringen av Nore kraftverk ble en rekke lokale el-systemer knyttet sammen i et større, regionalt system (jf. Figur 3-1). Dette var en viktig forutsetning for oppbyggingen av det tidlige samkjøringssamarbeidet på Østlandet i 1930-årene.



Figur 3-1 Samkjøringsnettet i 1928 Kilde: Teknisk Ukeblad nr. 6/1929

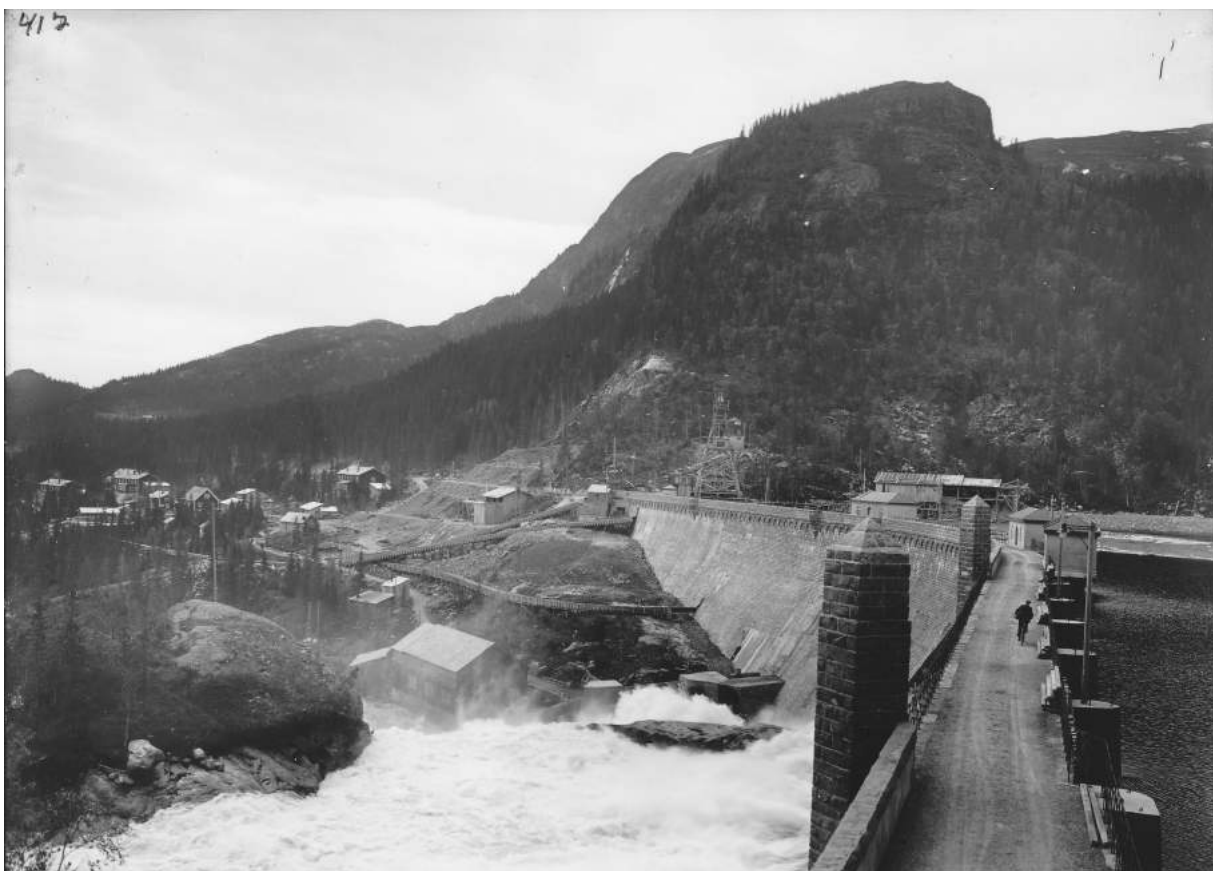
² St. prp. nr. 108 (1918) / Statens nett

3.2 Nore kraftverk og Nore-ledningene

Kraftverket henter sin energi fra fallene i Numedalslågen, og fire vann er demmet opp for å sikre vannføringen: Halne, Rødungen, Pålsbufjorden og Tunhovdfjorden. Tunhovddammen (se Figur 3-2) ble bygget ca 700 meter nedenfor Tunhovdoset, og var ferdigstilt i 1926.³

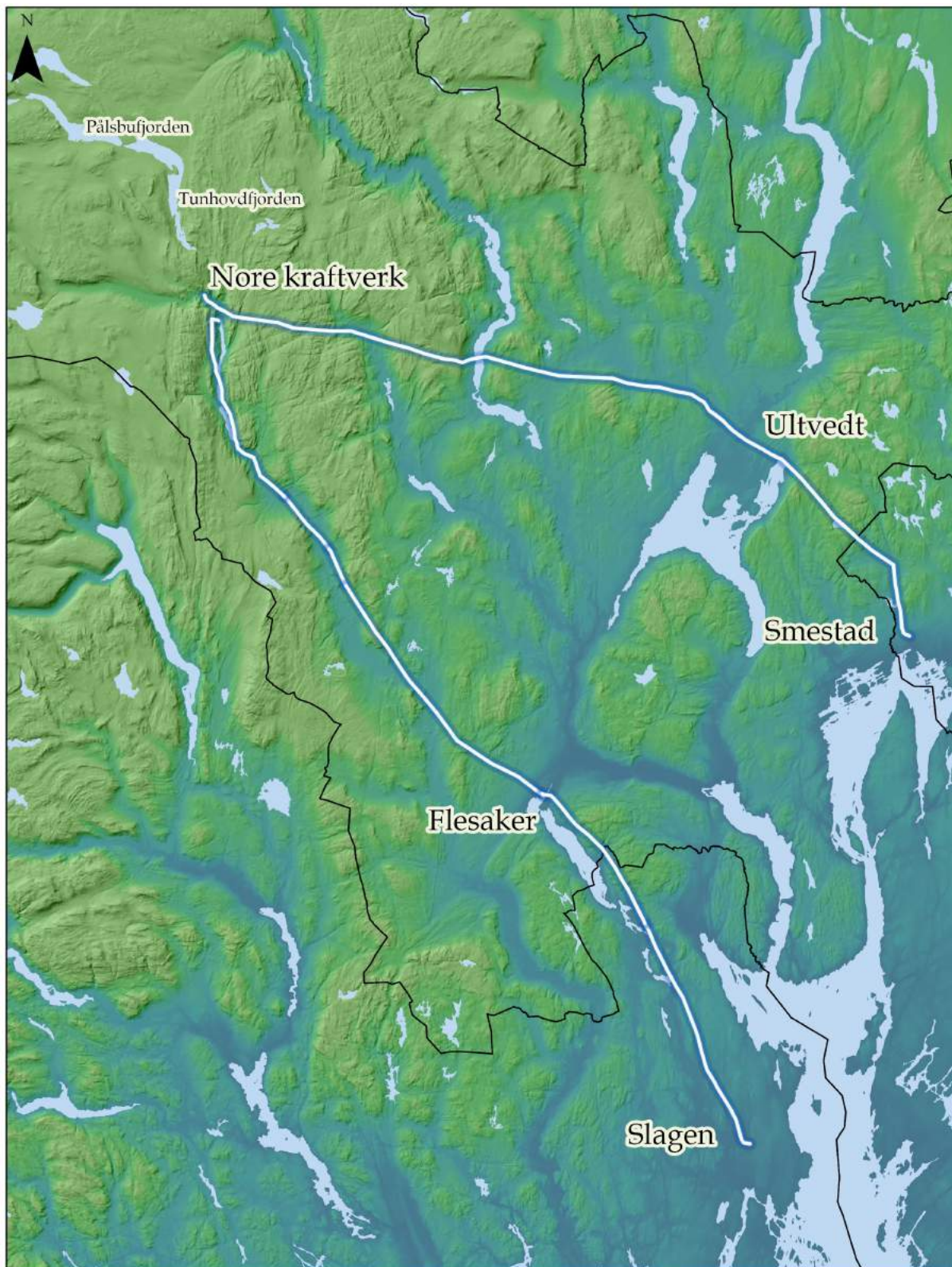
Det første byggetrinn i kraftverk-byggingen sto ferdig i 1928 på Rødberg i Numedal med 4 aggregater (Nore I). Ytterligere fire aggregater var bygget i 1947, og samtidig var et nytt kraftverk, Nore II, ferdigstilt 4 km lenger syd. Oslo-ledningen ble fra 1983 forsynt fra Nore II.

Tunhovddammen ble ferdigstilt i 1920 og Nore kraftverk ble satt i drift i 1928. Dette skulle forsyne store deler av Østlandet med kraft. Som de første ledningene med det rekordhøye spenningsnivået 132 kV bygget NVE Statskraftverkene to kraftoverføringer fra Nore – til henholdsvis Tønsberg og Oslo. Tidligere hadde 60 kV vært den høyeste driftsspenningen.



Figur 3-2 Den 37 meter høye Tunhovddammen på 1920-tallet. Kilde: Nore og Uvdal bibliotek

³ Nore kraftanlegg. NVE, 1932



□ Fylkesgrense

Noreledningene

Kilder: Kartverket, Geovekst, Statnett
Tegner: Nils Aage Halsal
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

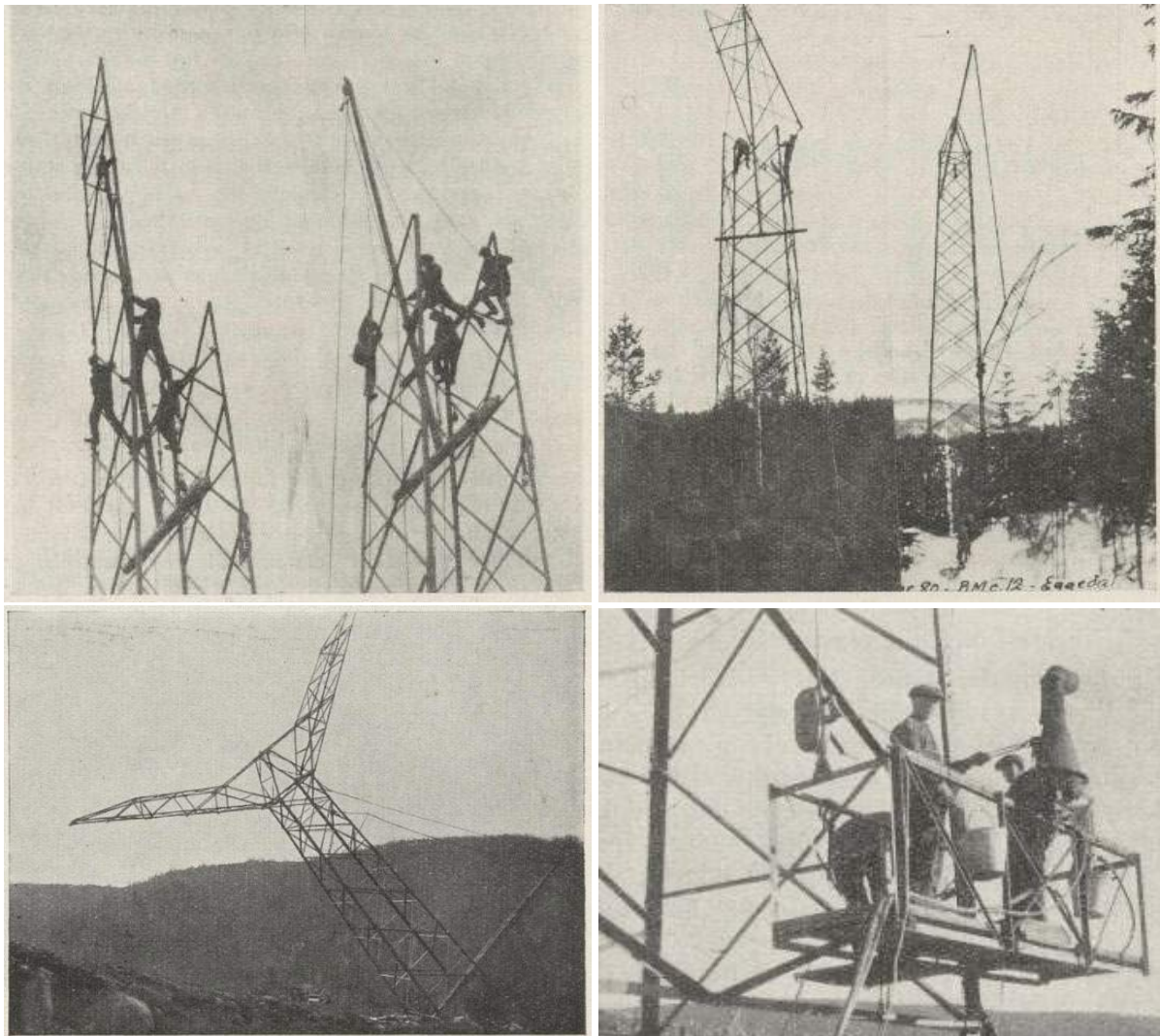
Figur 3-3 De to Nore-ledningene som begge ble driftssatt i 1928.

Nore-ledningene gikk i Tønsberg-linja fra Nore kraftverk gjennom Numedal til Flesaker og videre til Slagen ved Tønsberg, og i Oslo-linja fra Nore over Norefjell, Hønefoss, Ultvedt og gjennom Nordmarka til Oslo. Se begge linjene i regional sammenheng i Figur 3-3.

Nore-ledningen mellom Nore og Oslo, som strekket mellom Ultvedt og Smestad er en del av, representerer flere teknologiske og kulturhistoriske verdier der utvikling av nye mastetyper står sentralt. Mastene, omtalt som englemaster, er unike i sin form og står intakt slik de ble oppført. Kraftledningen representerte en milepæl innen samkjøring og systemintegrasjon, og var et unikt pionerprosjekt med tanke på dimensjonering og teknisk løsning.

3.3 Anleggshistorikk

Byggingen av ledningen til Oslo bød på store teknologiske utfordringer, og har blitt sett på som et teknologisk pionerprosjekt for overføring av strøm gjennom krevende høyfjellsterreng (gjelder strekningen over Norefjell). Ledningen ble bygget med en helt ny mastetype og større linetverrsnitt og masteavstand enn tidligere. Lederne for NVEs kraftledningsbygging, overingeniør Johan Collett Holst og avdelingsingeniør Olav Strand, hadde utviklet et mer nøyaktig system for liners og masters tåleevne under ulike klimatiske forhold enn det som til da hadde vært benyttet. Dette prosjekteringsarbeidet var langt på vei grunnlaget for de nye *Normene for luftledninger* av 1928, og Oslo-linjen er utført i overensstemmelse med denne forskriften.



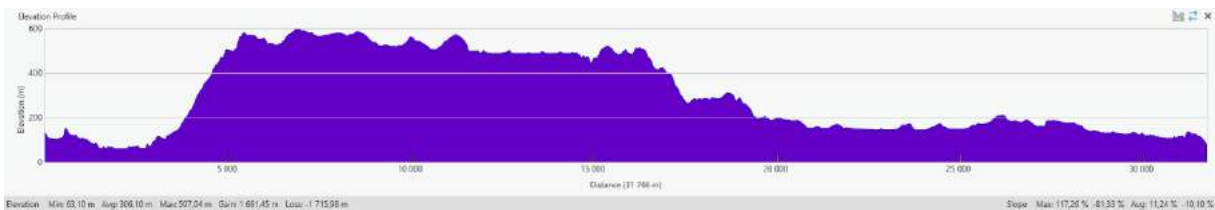
Figur 3-4 Over: Opbygning i høiden. Under: Opvipning av mast og Klinkning med kompressor.
Kilde: Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929

4 Beskrivelse av anlegget

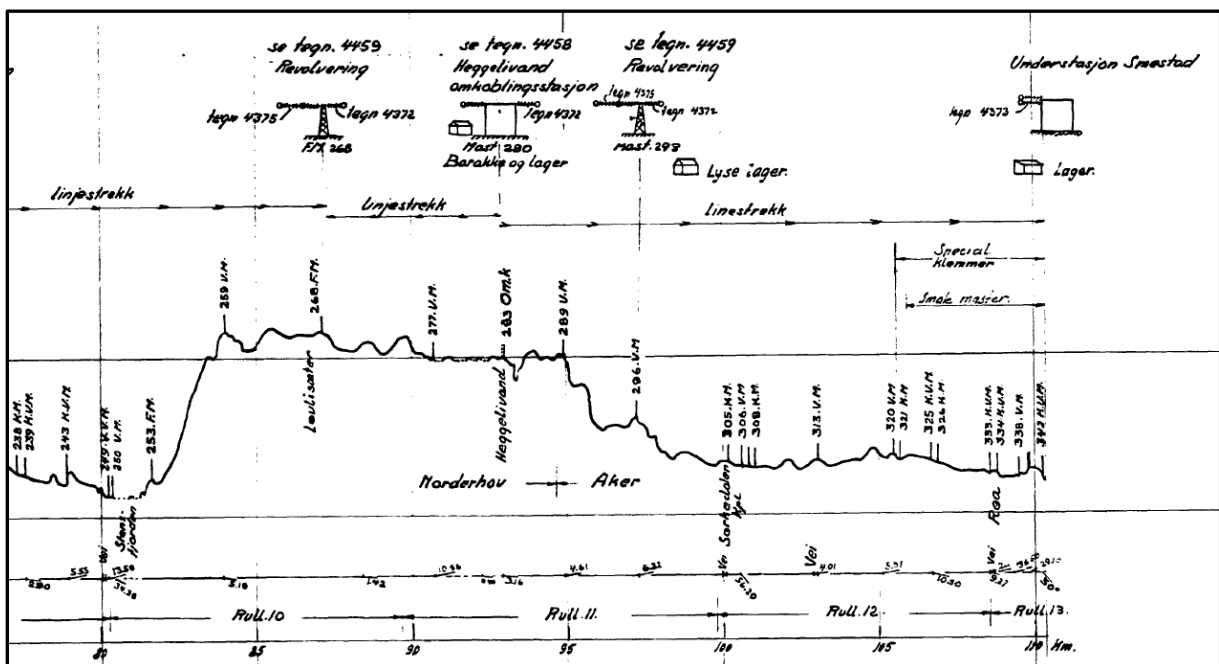
Ledningen på strekningen Ultvedt – Smestad utgjør 32 km av den totalt 110 km lange 132 kV-luftledningen fra Nore i Uvdal kommune til Smestad i Oslo kommune. Det ligger omtrent 1235 eiendommer i traseen som skal rives mellom Ultvedt og Smestad.

4.1 Linja og landskapet

Fra kraftverket på Rødberg i Numedal går Noreledningen østover over Norefjell og passerer sørvest for Hønefoss mot Ultvedt og Åsa ved Steinsfjordens nordøstlige ende. Derfra stiger ledningen bratt til sitt høyeste punkt på strekningen mellom Ringerike og Oslo, Løvli på Krokskogen på 597 m.o.h., og videre gjennom Nordmarka til Sørkedalen, der den dreier rett sørover og går gjennom tett bebyggelse på Røa/Hovseter ned til Smestad transformatorstasjon på Montebello i Oslo. Jf. Figur 1-2 og Figur 4-1.



Figur 4-1 Hele ledningsprofilen fra Nore (tv.) til Smestad (th.). Kilde: NIKU

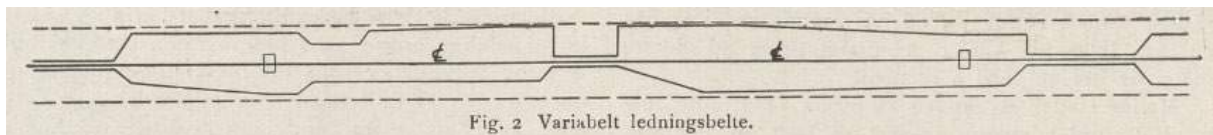


Figur 4-2 Ultvedt-Smestad, utsnitt fra oversiktsprofil datert 1920. Ikke i målestokk. Kilde: Statnett

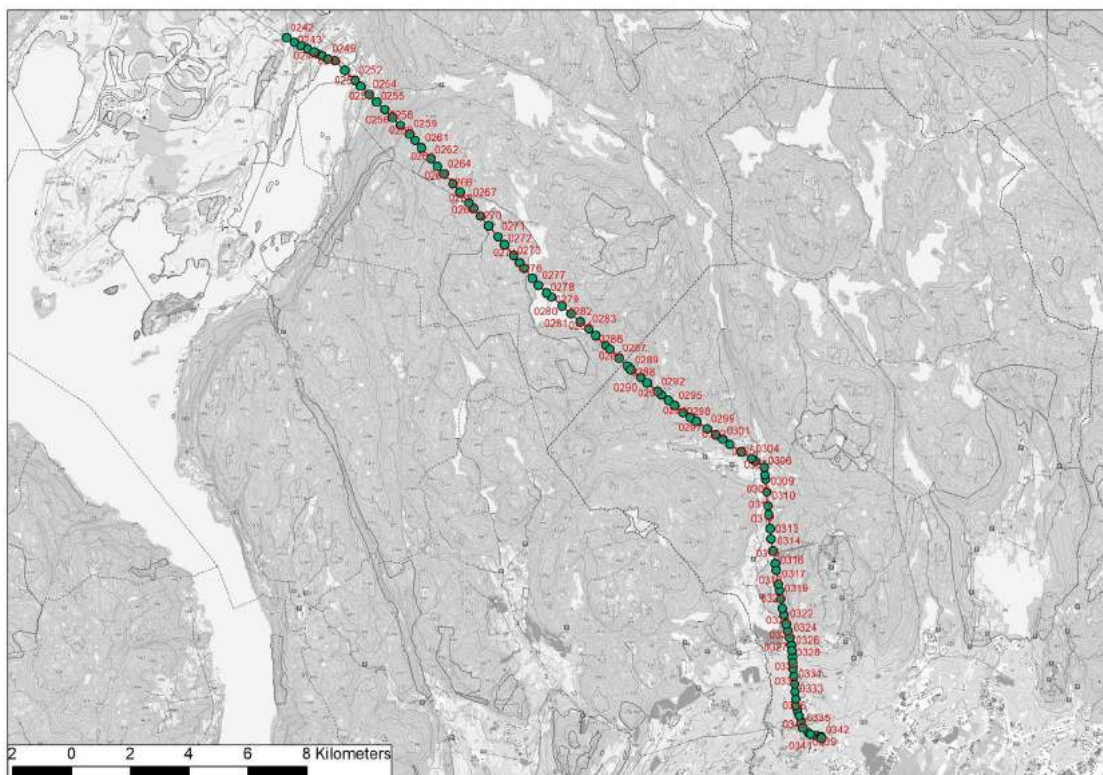
Traseen går i hovedsak gjennom skog og jordbruksarealer, og berører konsentrert bebyggelse ved Åsa, Sørkedalen og på strekningen mellom Bogstad og Smestad. Flere friluftsområder med turstier, sykkelstier og skiløyper krysser og omgir traseen. Ledningen krysser like nord for badeplasser ved Steinfjorden i Ringerike kommune og ved Bogstadvannet i Oslo og berører lysløyper ved Bogstad, Hovseter og i Mærradalen. Ved Bogstad gård er gårdsanlegget og omkringliggende kulturlandskap fredet etter kulturminneloven. Videre går luftledningen parallelt med grensen til Bogstadleiren, som er et kommunalt listeført kulturminne og gjennom naturvernområdet Mærradalen og nærfriluftsområder tett ved boliger før ankomst Smestad i Oslo.

Mellom mast 249 og 252 berører ledningen en strekning på 430 meter av Steinsfjorden biotopvernområde når den krysser Steinsfjorden ved Åsa i nordenden av dette området. Det er overveiende grandominert, sammenhengende skog mellom Steinsfjorden og Osloområdet. Over Krokskogen går ledningstraséen inntil og fragmenterer delvis partier med naturtypen «gammel granskog». Vest for Nordre Heggelivatnet går traséen over en ca. 2 km lang strekning med fem master gjennom Krokskogen naturreservat og ca. 500 meter av traséen er i ytterkant av Kulpåsen naturreservat. I Sørkedalen og sørover går traséen over elvelandskap med skog og dyrka mark til Oslo med tett bebyggelse.

Da ledningen ble bygget, ble ledningsbeltet tegnet eksentrisk og ikke like bredt langs hele traséen. Det ble tatt hensyn til helning og retning på terrenget, beregning av høyde på trær og linenes antatte utsving. Basert på disse kriteriene kom bredden på det eksproprierte beltet til å variere mellom 5 og 45 meter (total bredde), og det eksproprierte og ryddede areal ble redusert med rundt en tredjedel i forhold til rådende norm.⁴ J. C. Holst skriver i sin artikkel *Kraftoverføringsanleggene fra Nore* i 1929 at de sedvanlige skarpskårne og brutale linjer skjømmer landskapet, og at de smalere partiene skjemer av for de bredere og gjør dem mindre synlige. I ekspropriasjonstillatelsen fra 1927 er ryddebredden satt til mellom 3 og 20 meter og byggeforbudsbeltet oppgitt til 15 - 20 meter (fra ledningens midtlinje)⁵. Statnett har i senere tid operert med et byggeforbudsbelte på 32 meter.



Figur 4-3 Utsnitt av trasétegnning som viser hvordan det variable ryddebeltet kunne arte seg. Kilde: Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929



Figur 4-4 Mastene med mastenummer inntegnet på kart mellom Ringerike og Oslo.

⁴ Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929

⁵ Almindelige skjønnsforutsætninger for Noreoverføringen

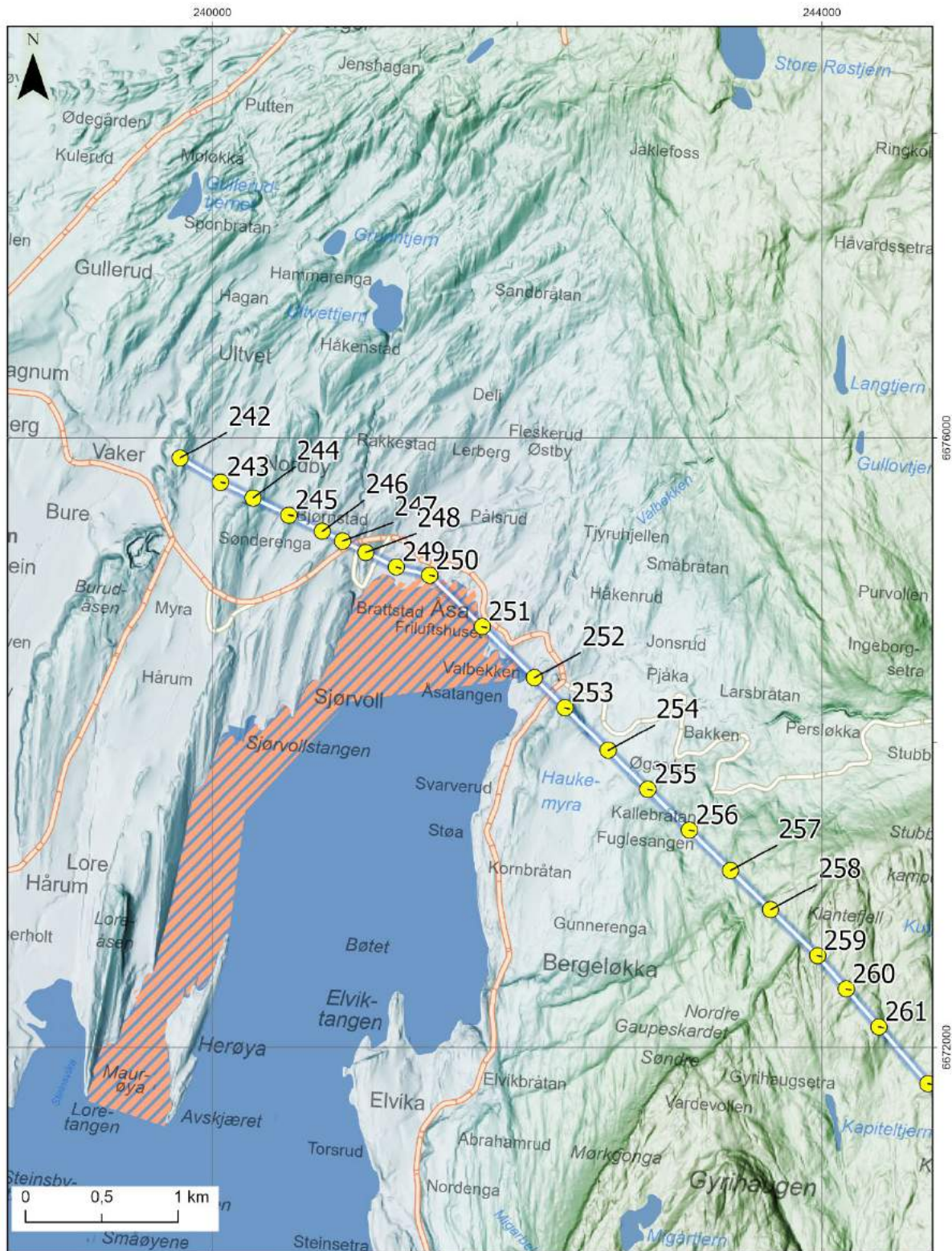


Figur 4-5 Utsnitt fra kart fra 1926 med ledningstraséen slik den ble bygget mellom Ringerike og Oslo.
Kilde: Statnett



Figur 4-6 Utsnitt fra kart fra 1926 med «ikke aktuell ledningsføring» over Sundvollen og Krokskogen inntegnet. Denne kortere traséen ble «av forskjellige grunner» ikke valgt⁶.
Kilde: Statnett

⁶ Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929



- Englemast
- Steinsfjorden biotopvernområde

Kraftledning Ultvedt - Smestad

Kartblad 1 av 7

Kilder: Kartverket, Geovekst, Stalnett
Tegner: Nils Aage Hafslund
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

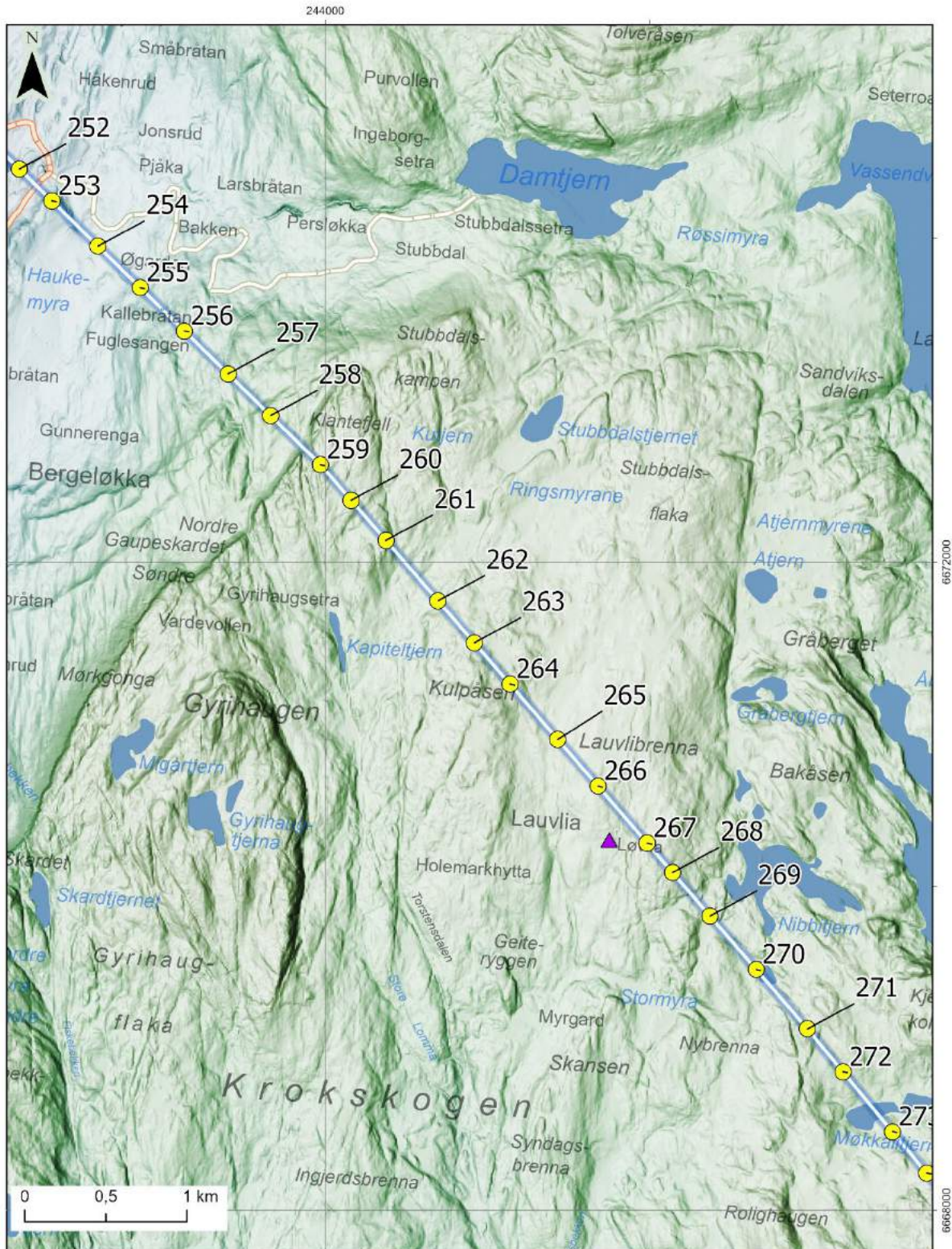
Figur 4-7 Ledningen fra Nore passerer sør for Hønefoss mot Ultvedt (mast 242) og Åsa i retning Kroksgogen (utenfor utsnitt). Steinsfjorden er registrert som biotopvernområde og ledningen krysser i nordenden av dette området.



Figur 4-8 Ultvedt transformatorstasjon sett mot nordvest.



Figur 4-9 Lednings høyeste mast (nr. 251) i nordenden av Steinsfjorden. Total mastehøyde 47,6 meter. Krokskogen i bakgrunnen mot sørøst.



- Englemast
- ▲ Løvli Sportshytte

Kraftledning Ulvedt - Smestad Kartblad 2 av 7

Kilder: Kartverket, Geovekst, Stalnett
Tegner: Nils Arge Hafslund
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

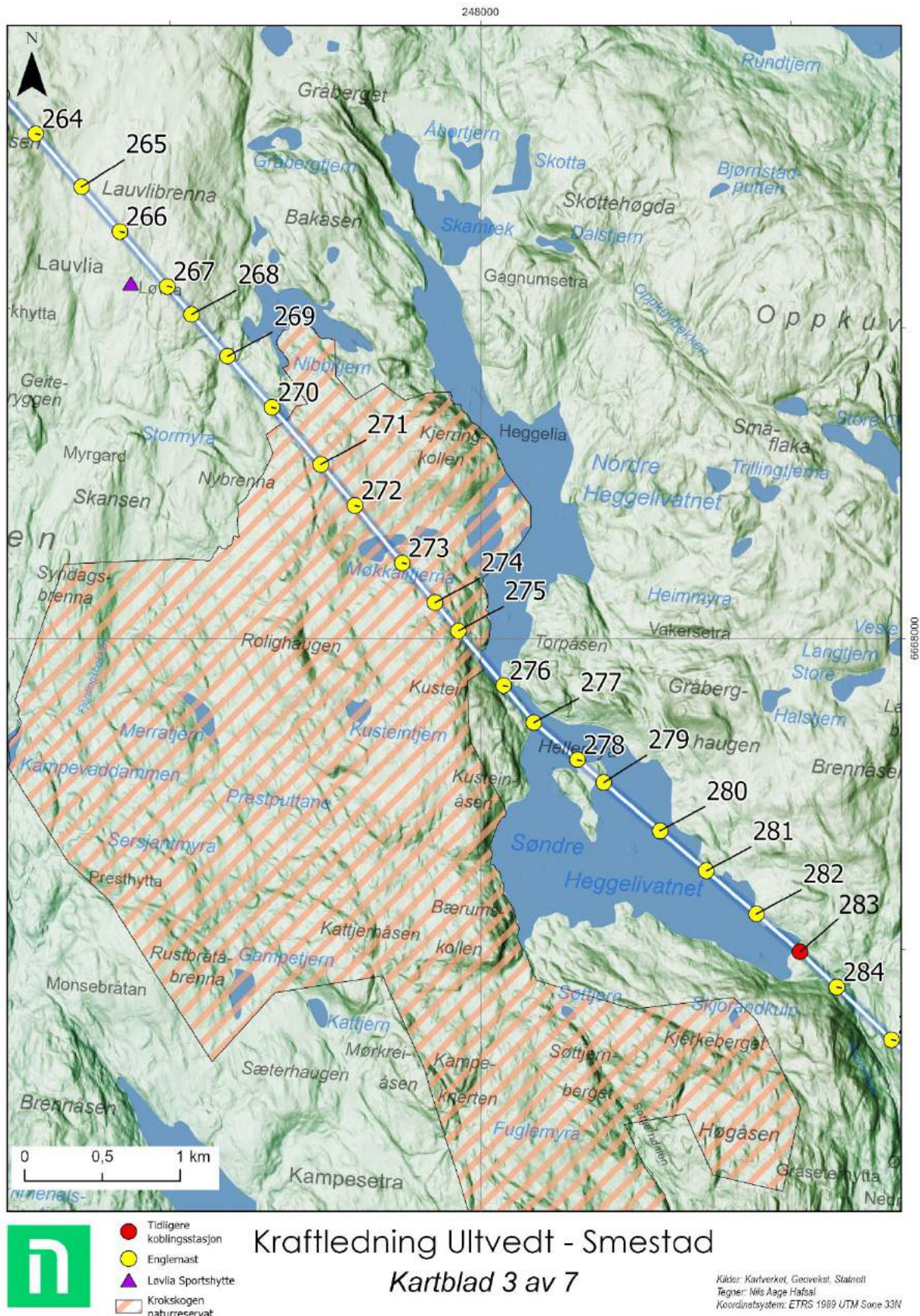
Figur 4-10 Fra Steinsfjorden stiger ledningen bratt inn i Krokaskogen til sitt høyeste punkt, Klantefjell (mast 259). Ledningen løper videre forbi Løvli sportshytte og innover i Nordmarka.



Figur 4-11 Mast 266 ved Løvliå fotografert mot sørøst.. Total mastehøyde 31,5 meter. Dette var et av de tre partiene av traséen som var vurdert som aktuelt å bevare i prosessen forut for rive-vedtaket.



Figur 4-12 Et typisk skoglandskap med gran på Krokskogen. Mast nr. 272 (total mastehøyde 31,6 meter), foto mot sørøst.



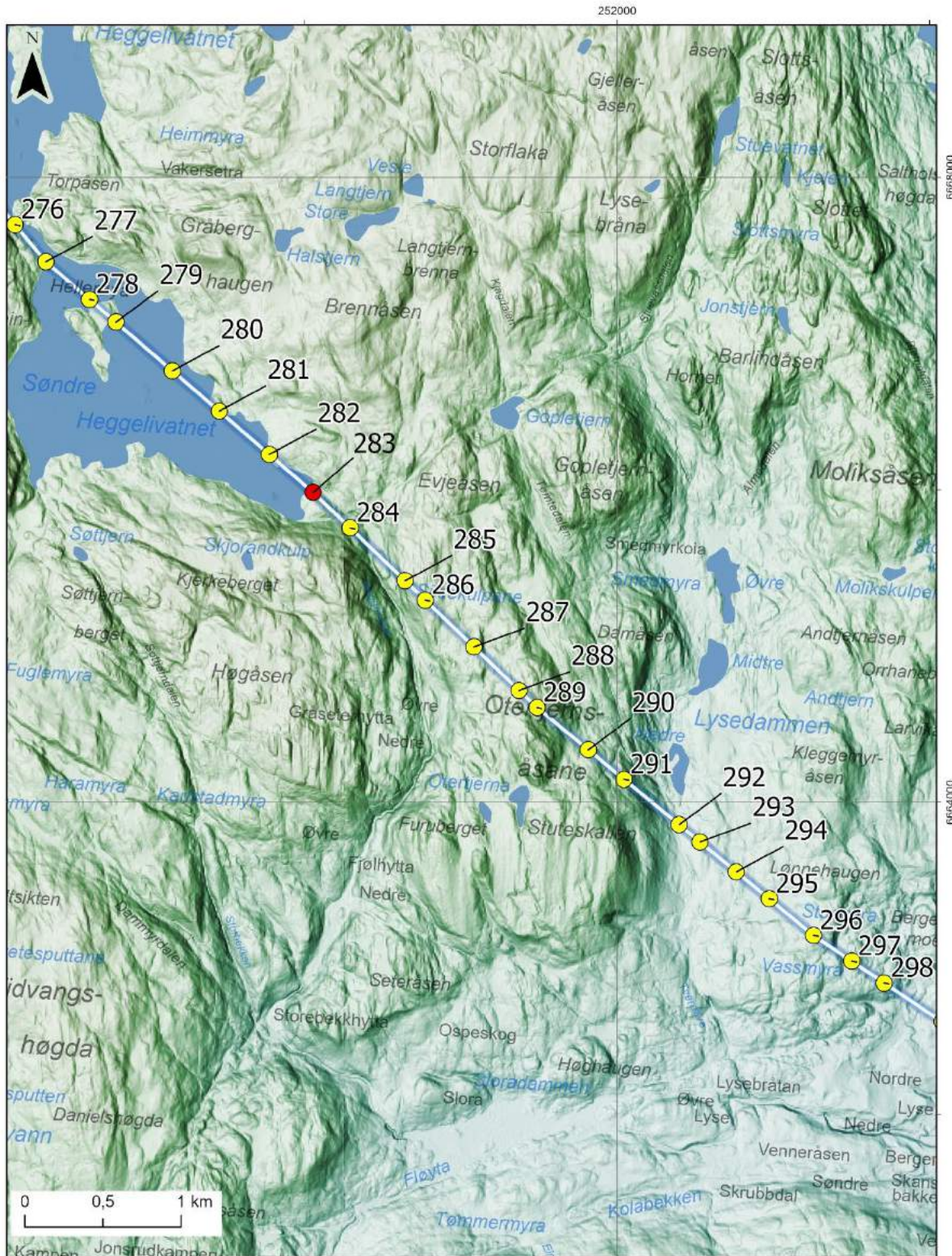
Figur 4-13 Ved Heggelivatnene er det overveiende grandominert, sammenhengende skog og spredt hyttebebyggelse. Mellom Løvli og Nordre Heggelivatnet krysser ledningen Krokskogen naturreservat.



Figur 4-14 Fotturist nyter synet av mast nr. 271 (total mastehøyde 30 meter) i skogen mellom Løvlia og Nordre Heggelivatnet. Foto mot nordvest.



Figur 4-15 Skogsområdene på Krokskogen vest for Nordre Heggelivatnet. Mast nr. 275 i forgrunnen. Foto mot nordvest.



- Tidligere koblingsstasjon
- Englemast

Kraftledning Ultvedt - Smestad

Kartblad 4 av 7

Kilder: Kartverket, Geovekst, Stalnett
 Tegner: Nils Aage Hafslund
 Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

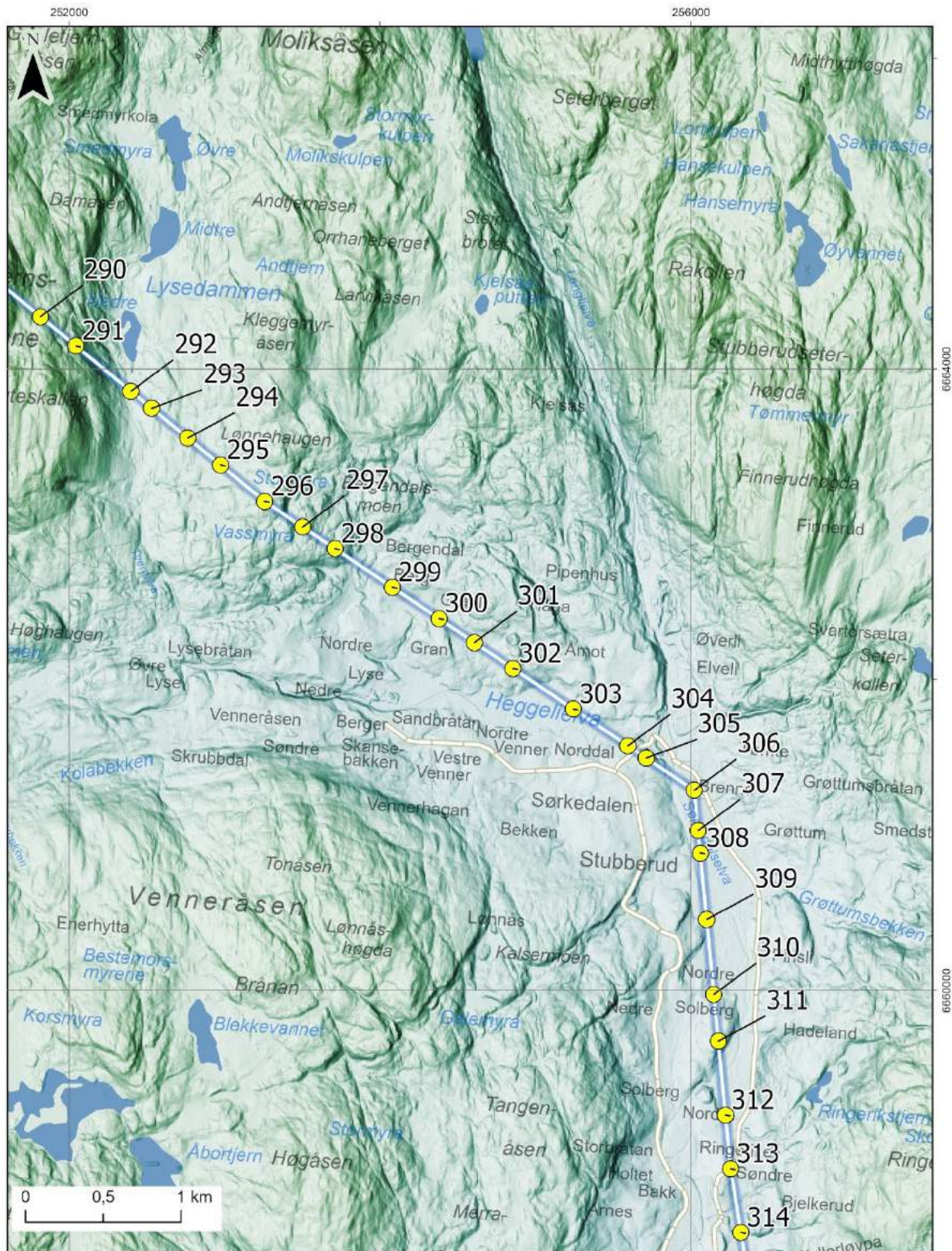
Figur 4-16 Mellom Søndre Heggelivatnet og Sørkedalen, mer spesifikt mellom mast 287 og 288, krysser ledningen fylkesgrensa Viken/Oslo.



Figur 4-17 Ledningen løper fra Søndre Heggelivatn i sørøstlig retning langs Heggelielva. Mast i forgrunnen er nr. 282. Foto mot sørøst.



Figur 4-18 Ledningen mellom Krokskogen og Nordmarka langs østsiden av Søndre Heggelivatn. Mast i forgrunnen er nr. 282 (jf Figur 4-17 over). Foto mot nordvest.



● Englemast

Kraftledning Ulvedt - Smestad

Kartblad 5 av 7

Kilder: Kartverket, Geovekst, Stalnett
Tegner: Nils Aage Hafslund
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

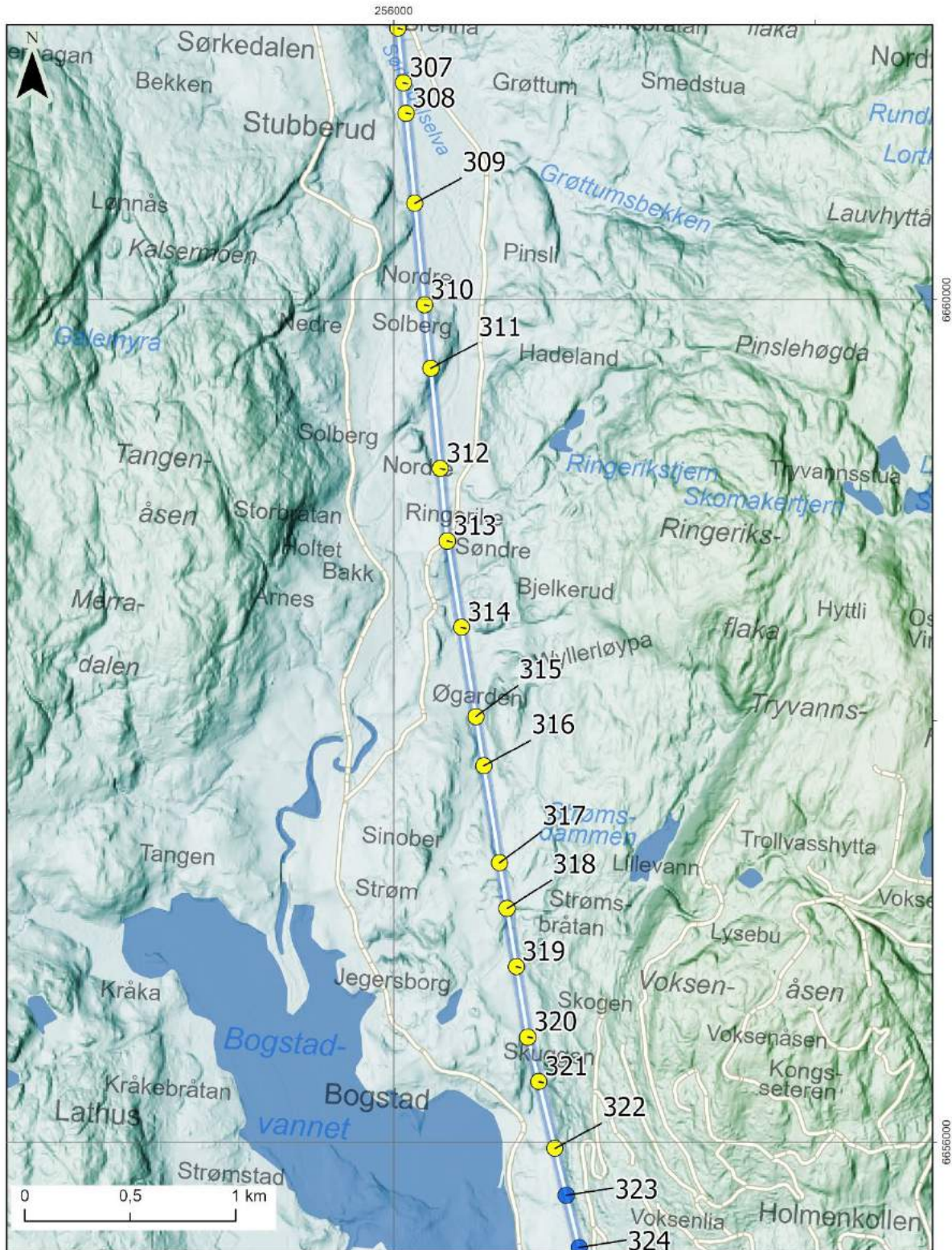
Figur 4-19 Øverst i Sørkedalen dreier ledningen rett sørover og går gjennom elvelandskap med skog og dyrka mark.



Figur 4-20 Ledningen går langs Sørkedalselva mot sør. Mast nr. 307 (total mastehøyde 23,1 meter) nærmest i bildet.



Figur 4-21 Ledningen sett nordover i Sørkedalen. Mast nr. 308 (total mastehøyde 26,2 meter) nærmest i bildet.



- Tårnmast
- Englemast

Kraftledning Ultvedt - Smestad Kartblad 6 av 7

Kilder: Kartverket, GeoVeikst, Stalnett
Tegner: Nils Aage Hafslund
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

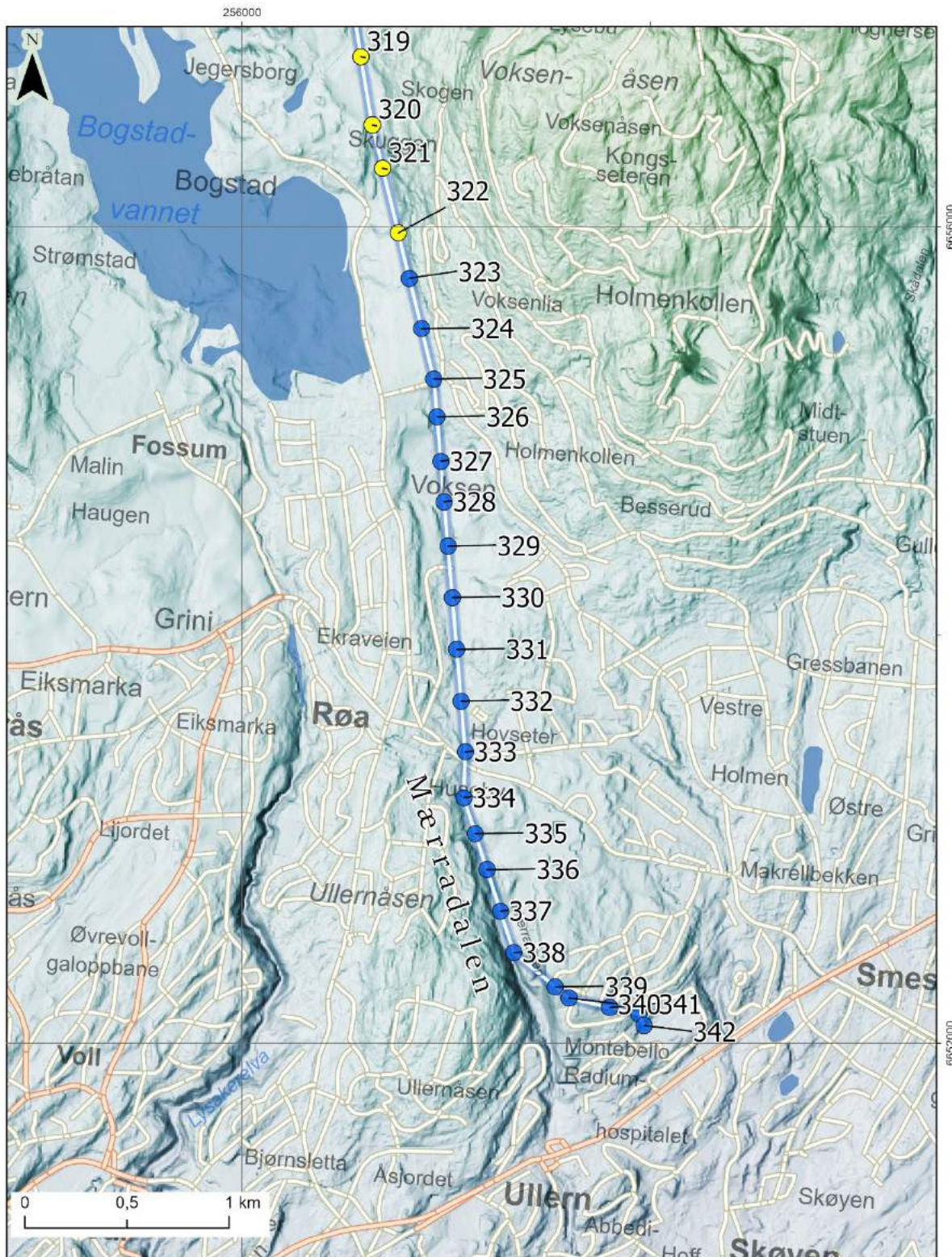
Figur 4-22 Traséen gjennom Søskedalen krysser jordbrukslandskap og friluftsområder. Mast 315 sør for Wyllerløypa vil som eneste mast på ledningen bli bevart på stedet.



Figur 4-23 Mast nr. 315 som skal bevares i terrenget sør for Wyllerløypa. Her allerede befridd for linene.



Figur 4-24 Mast nr. 322, den siste englemasta langs strekningen, i forgrunnen. Underkant av travers ligger 16,3 meter over bakken. Total mastehøyde er 21,6 meter. Bogstadvannet og Bogstad gård til venstre i bildet (vest for ledningen).



- Tårnmast
- Englemast

Kraftledning Ultvedt - Smestad Kartblad 7 av 7

Kilder: Kartverket, Geovekst, Stalnett
Tegner: Nils Aage Hafslund
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Sone 33N

Figur 4-25 Ledningen går gjennom tett bebyggelse på Røa/Hovseter ned til Smestad transformatorstasjon. Underveis passerer den nærfriluftsområder og naturvernområdet Mærradalen.



Figur 4-26 Traséens overgang mellom landbrukslandskapet i Sørkedalen og tettbebyggelsen ved Bogstad/Voksenåsen. Ledningens siste englemast (nr. 322) står nærmest. Herfra til Smestad bæres linene av de smalere tårnmastene. Foto mot syd.



Figur 4-27 Avspenningsmast (nr. 340) på Noreledningen til venstre i bildet. Legg merke til den assymetriske plasseringen av traversene – en løsning som gav vinkelmastene et "rent forrykt utseende" ifølge konstruktøren, J. C. Holst. Ledningen krysser 300 kV-ledningen L0443 fra Bærum. Foto fra Mærradalen nordvest for Smestad transformatorstasjon.

4.2 Mastene

Lineoppheget går over 101 master. På strekningen mellom Ultvedt og Bogstad (mast nr. 242 - 322) står det såkalte englemaster. Mastene fra Bogstadorrådet (mast nr. 323) og frem til Smestad transformatorstasjon er ikke englemaster, men smalere tårnmaster.

Gjennomsnittlig avstand mellom mastene, dvs. ledningsspenn, er 322 meter. Denne den gang relativt høye spennlengden var mulig på grunn av bruken av liner i stålaluminium. Disse kunne strekkes strammere enn de tidligere brukte kobberlinene, og pilhøyden⁷ (og følgelig mastene) kunne dermed bli lavere.

Det finnes fire hovedtyper av master i ledningsnettet:

- 1 **Bæremaster** som brukes til å bære ledningene på rette strekninger.
- 2 **Forankringsmaster** som brukes på rette strekninger som fastpunkter i linjen, samt ved krysninger. Krysningmaster betegner master som krysser fjorder, jordkabel, lavspente linjer (også for f.eks. telefonlinjer og T-bane).
- 3 **Vinkelmaster** brukes der retningen på ledningen endres.
- 4 **Endemaster** brukes til å ta opp ensidig ledningsstrek. Dette gjelder for inntreksstativet ved Smestad transformatorstasjon.

I henhold til masteliste datert 21.10.2021, er 73 av mastene bæremaster (BM), 3 er forankringsmaster (FM), 10 er krysningmaster (KM) og 9 av mastene er vinkelmaster (VM). 5 av tårnmastene har funksjon av både krysnings- og vinkelmast KM(VM). En mast (nr. 283 ved Søndre Heggelivatnet, Figur 4-15 og 4-18) er et stativ som tidligere hadde funksjon som koblingsstasjon.

To av mastene på ledningen er oppstrekkmaster; mast nr. 243 og 292. Se Figur 4-28. Oppstrekkmaster er forankringsmaster som står plassert lavere i terrenget enn tiliggende master (se også Figur 4-34).

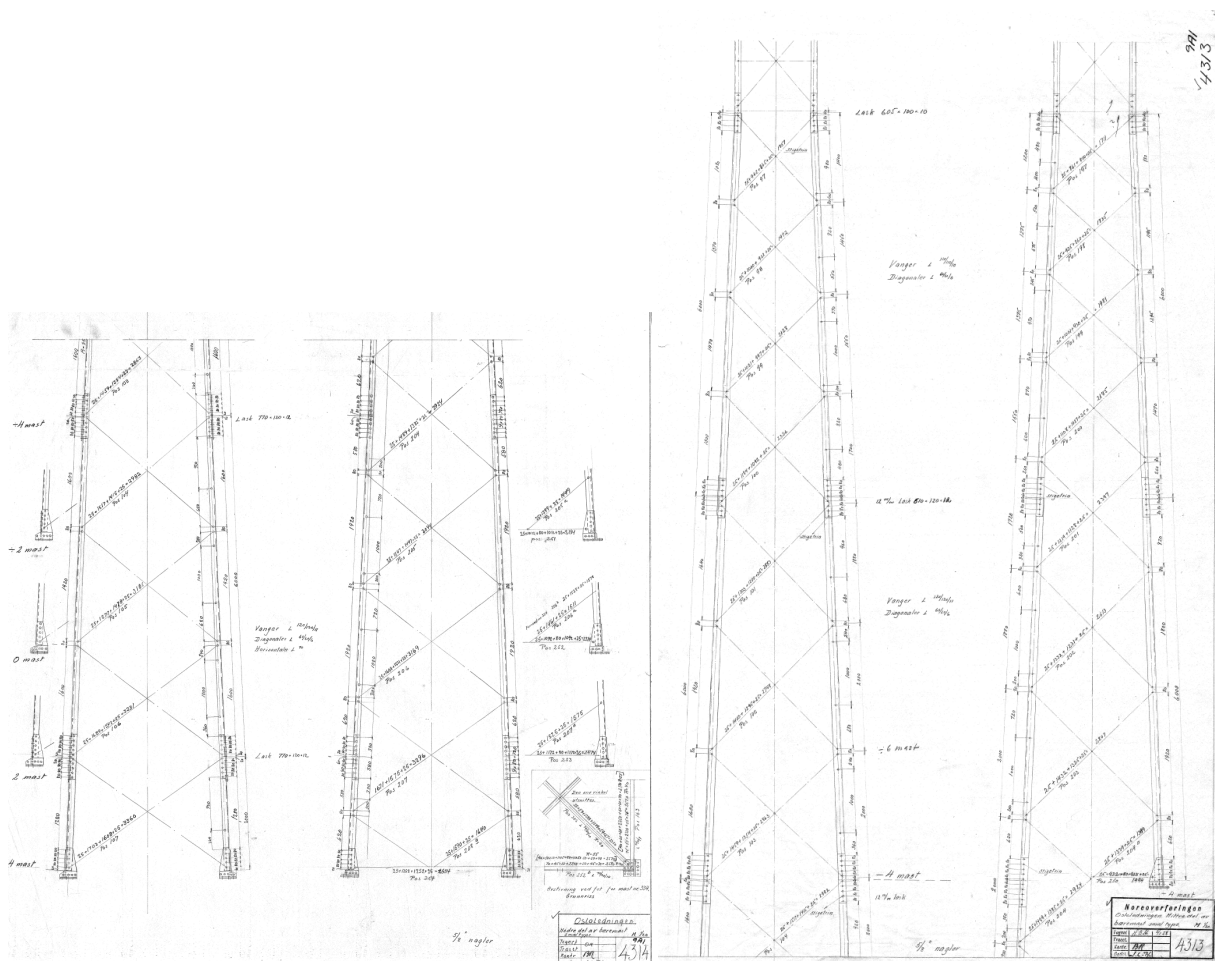
I opprinnelig masteliste fremgår at det har vært flere leverandører av materiell; traverser og master ble levert av Alfr Andersen, Fælleskjøpet, Sjaia, Ruud, Seutelvens mekaniske værksted og Thunes mek. værksted.

I enkelte av komponentene i traversene er det benyttet forsinkede deler. Mastedelene ble opprinnelig naglet sammen, ved senere vedlikehold og reparasjon har naglede forbindelser blitt skrudd. Mastene er rustbehandlet med blymønje og malt grønne.

⁷ Den vertikale avstanden mellom ledningsspennets laveste punkt og opphengspunktet i masta.



Figur 4-28 Oppstrekkmast ved Ultvedt (nr. 243). Total mastehøyde 20,5 meter. Foto mot sørøst.



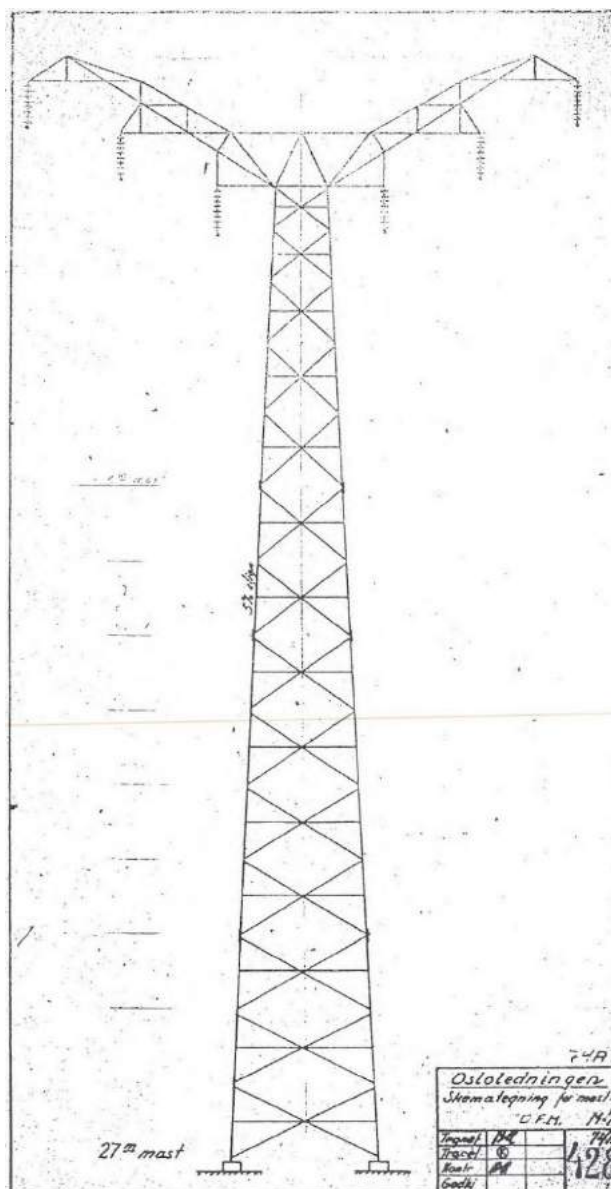
Figur 4-29 Montasjetegninger for nedre (tv.) og midtre (th.) del av bæremast. Kilde: Statnett

4.2.1 Englemastene

Mastene, som ble utviklet av Olav Strand, hadde én mastestamme og to traverser som var montert på skrå oppover på hver side av mastetoppen; derav tilnavnet "englemaster". Mastene er konstruert for 6 strømførende liner og 1 jordline.

Englemastene har en gjennomsnittlig høyde på 27,1 meter med traversbredde på 11 meter.

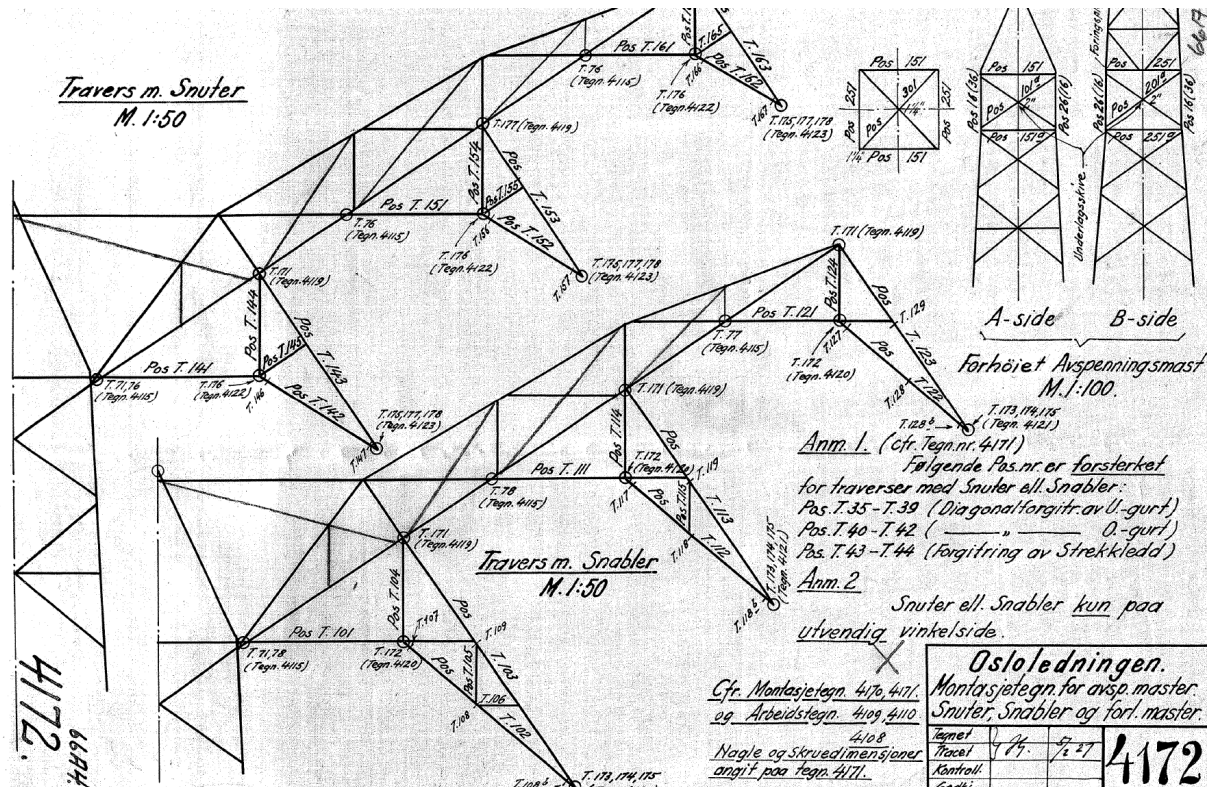
Av totalt 80 er 61 utført som bæremaster (BM), 3 som forankringsmaster (FM), 8 som kryssningsmaster (KM) og 8 som vinkelmaster (VM).



Figur 4-30 Systemtegning for englemaster, her som vanlig bæremast. Kilde: Statnett



Figur 4-31 Englemast fra Tønsberg-ledningen med doble isolatorkjeder og toppline. Kilde: DigitaltMuseum (A. B. Wilse, 1929)



Figur 4-32 Travers med snuter og snabler, fra montasjetegning for avspenningsmaster. Kilde: Statnett

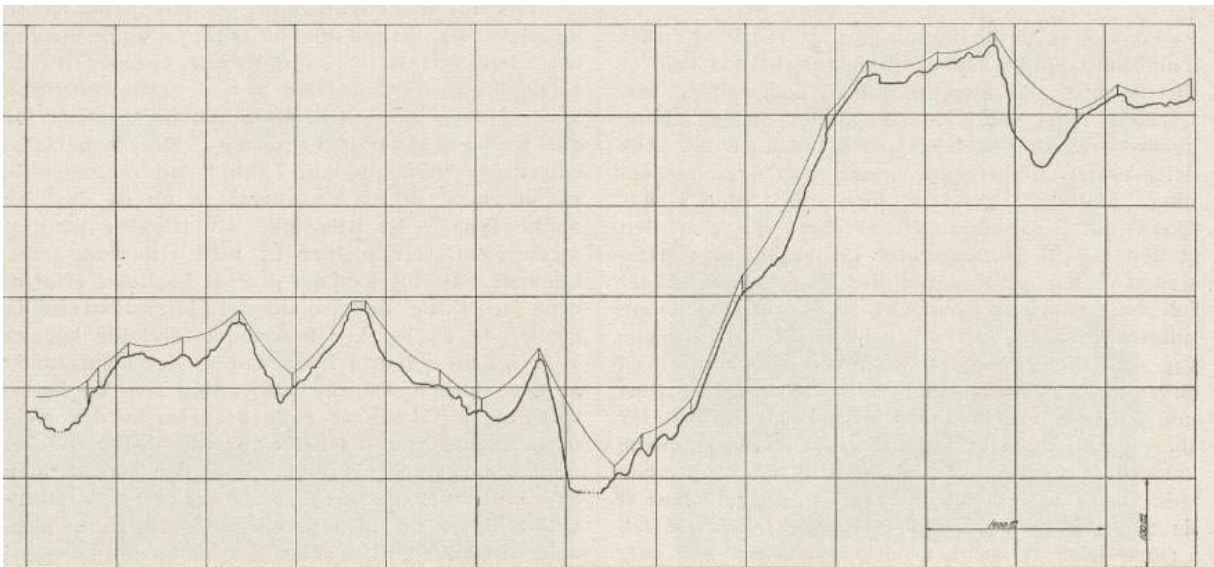
Englemastene hadde en rekke betydningsfulle fordeler skriver J. C. Holst: «Den virker i alle mastehøyder lett og tiltalende og selve mastestammen er meget kort, noe som letter transport og reising. Alle deler er lett tilgjengelige under drift, og enkelte ledninger kan lett tas ned for inspeksjon og reparasjon.» Der en mast ligger lavere i terrenget enn tilliggende eller der ledninger krysser smale dalbunner i bratt terreng, kunne det bli plassert oppstrekkmaster med hengeisolatorer som "henger" oppover. På denne måten unngikk man å benytte helavspenning på disse punkter.⁸ To av mastene på strekningen Ultvedt-Smestad er oppstrekkmaster (nr. 243 og 292).

For å redusere skader på mastevanger eller traverser ved ekstreme påkjenninger og brudd, ble snutene som isolatorene henger i konstruert som det svakeste ledd i konstruksjonen. (Se også Figur 2-1.)

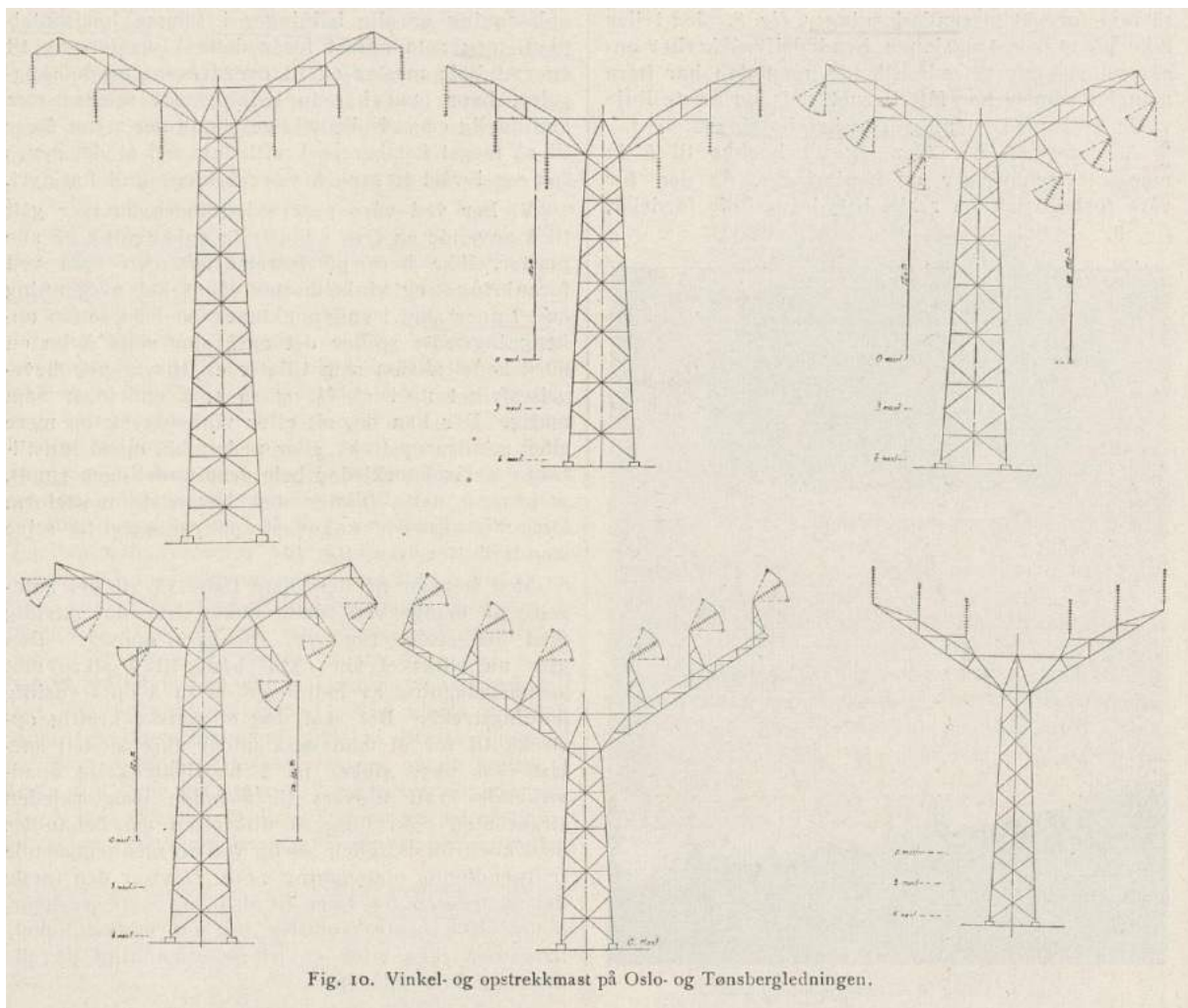
⁸ Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929



Figur 4-33 Mast nr. 249, vinkelmast. Bemerk snutene i ytterkant av vinkelen som er montert for å sikre tilstrekkelig avstand mellom line og travers. På de ytterste fasene er ledningene opphengt med bølgeklammer (jf Figur 4-41).



Figur 4-34 Terrengsnitt fra første seksjon av ledningen (Nore-Norefjell) som viser prinsippet med oppstrekkmaster (jf Figur 4-28). Kilde: Elektroteknisk Tidsskrift 28 / 1929



Figur 4-35 Vinkel- og oppstrekkmast med fritt pendlende oppheng på Oslo- og Tønsbergledningen.
 Kilde: Elektroteknisk Tidsskrift 28 / 1929

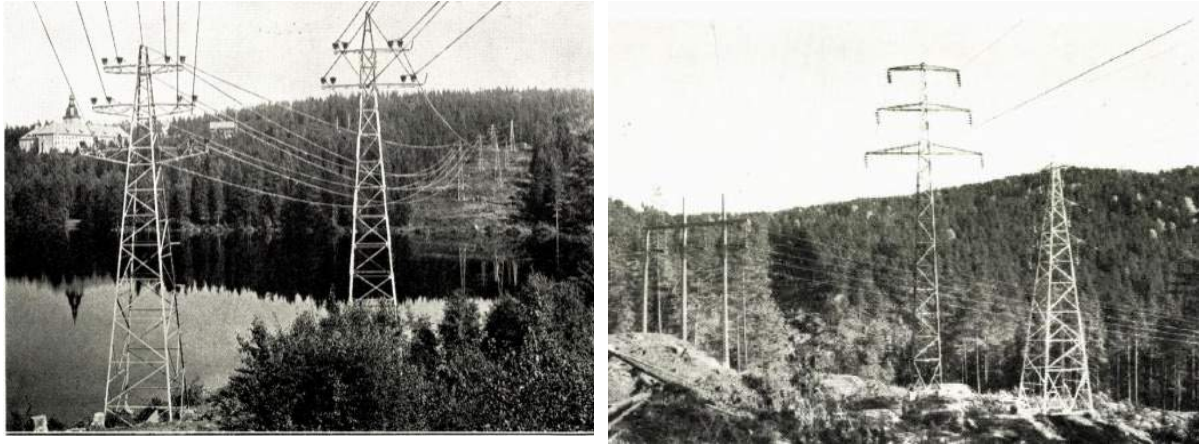
4.2.2 Tårnmastene

For å minimere grunnerstatningene ble ledningsbeltet i bebyggelsen mellom Bogstad og Smestad (nr. 242-322) gjort så smalt som mulig. Dette krevde igjen en helt original, slank masteform med alle ledninger så nær mastestammen som mulig. "For å få avstand nok mellom ledningene er mastene til gjengjeld meget høye og lite pene".⁹ Disse tårnmastene er tilsynelatende en omarbeidet utgave av "grantremastene" fra Rjukanledningen (jf Figur 4-36) hvor de tre traversene har avsmalnende bredder.

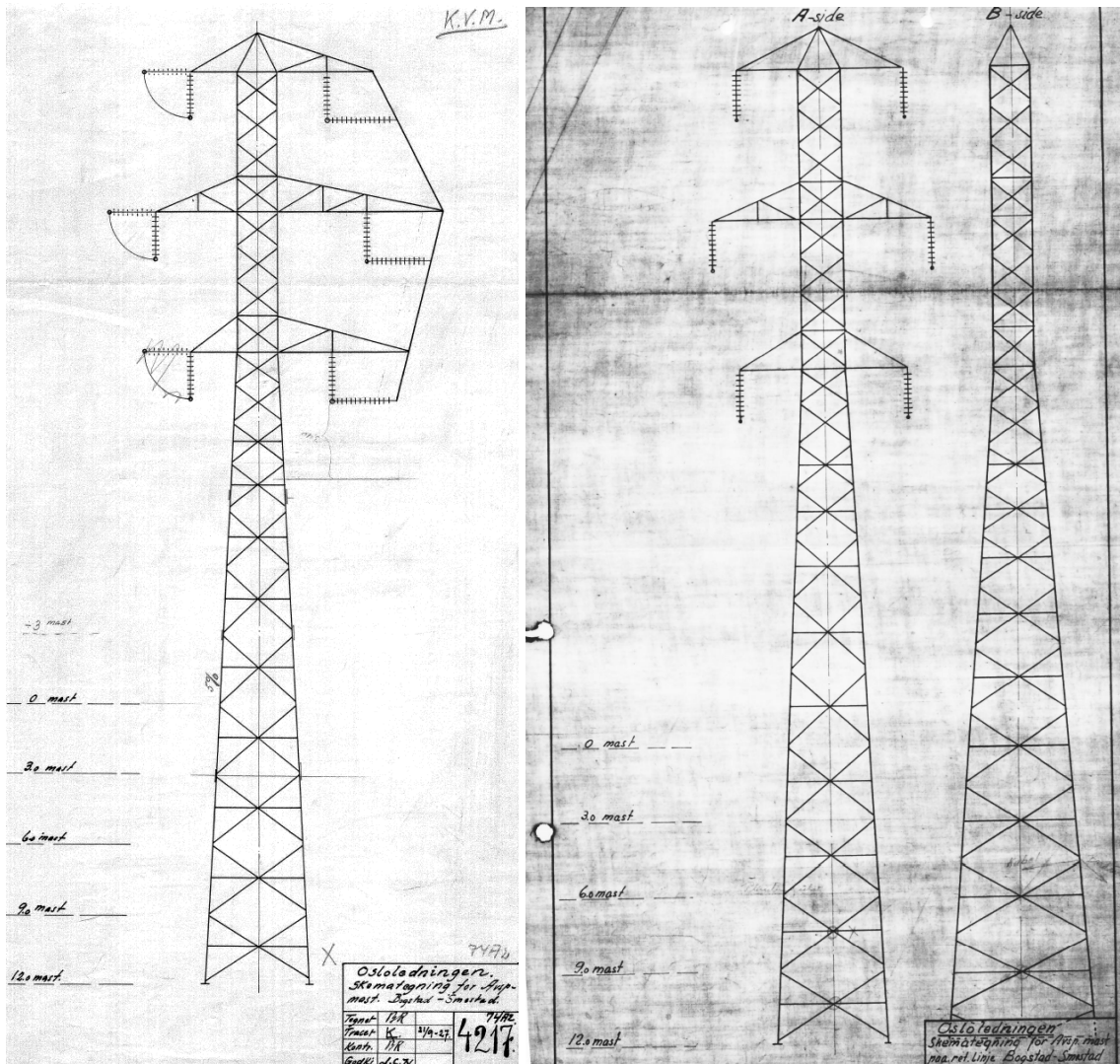
Tårnmastene har en gjennomsnittlig høyde på 36,5 meter og traversbredde på 12 meter.

Av totalt 20 er 12 utført som bæremaster (BM), 7 som krysningsmaster (KM) og 1 som vinkelmast (VM).

⁹ ibid.



Figur 4-36 Såkalte gran- eller juletre master fra Rjukanlinjen (1922).
Kilde: Trekk fra elektrisitetsforsyningens utvikling, Del II



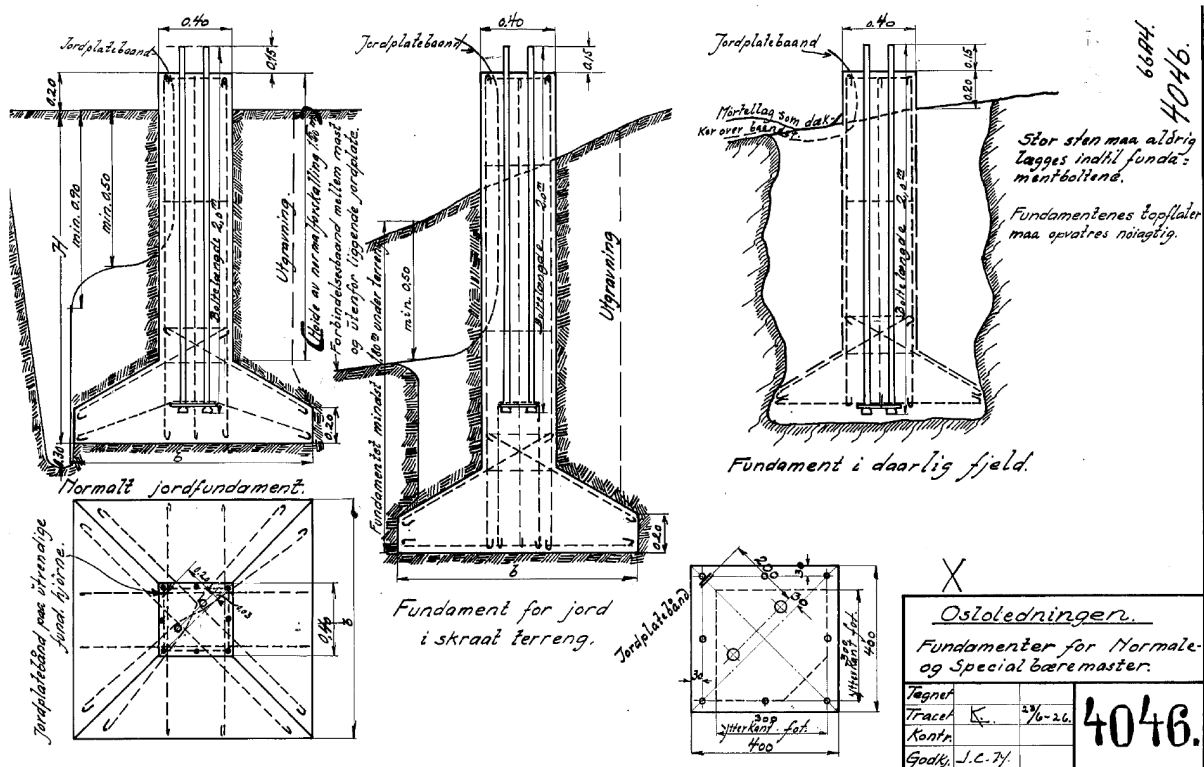
Figur 4-37 Skjemategninger for avspenningsmast. Kilde: Statnett



Figur 4-38 Smalere tårnmaster ved Voksenlia. Nærmeste mast (nr. 324) har en total mastehøyde på 36,6 meter. Ledningens siste englemast (nr. 322) sees i bakgrunnen, foto mot nord. Liner og armatur var i januar 2022 nedmontert.

4.3 Fundamentering

Mastene står på plasstøpte betongfundament. Armeringsjernene er ved fjellfundament boret ned til minimum 0,8 m dybde og boltelengder på minimum 1,5 m. Boltenes lengde ved jordfundament er minimum 2 meter, og fundamentsoklene måler gjennomsnittlig 0,9 x 0,9 m. Soklenes øvre areal måler gjennomgående 0,5 x 0,5 m.



Figur 4-39 Prinsiptegninger for armerte fundamenter i ulikt terreng for normale og spesielle bæremaster. Kilde: Statnett



Figur 4-40 Betongfundament til mast nr. 265.

4.4 Linemateriale og -oppheng

Brødrene Berntsen AS produserte elektrisk ledningsmateriell, forankringsklemmer, kontaktklemmer, armatur for hengeisolatorer, pigger, kroker og beslag m.m. og leverte blant annet armatur til hele Nore-ledningen, etc.¹⁰

Vulkan Jernstøberi og mek. Verksted, Oslo leverte jernstativet i friluftsanlegget ved Nore kraftanlegg. Høy- og lavspente kabler til kraftanlegget ble levert av A/S Skandinaviske Kabel- og Gummifabrikk, Ø. Aker.¹¹ Det er uvisst om disse også leverte master og liner til ledningen.

4.4.1 Spenning

Ledningen Nore–Oslo ble først bygget som en enkel 132 kV-trefaseoverføring med en ikke-strømførende reservefase i tillegg. Fra midten av 1990-tallet har ledningen fungert som reserveledning og har stått uten spenning. I artikkelen "Noreoverføringene" i Fossekallen 5/1955 oppgis spenningen til å være på 120 kV ved idriftssettelsen, og det fremgår fra NVEs årsberetninger at spenningen var 120 kV også i 1953. I årene 1960 og 1965 oppgis spenningen å være hhv 145 kV og 132 kV¹². I boken *Oslo Elektrisitetsverk gjennom 50 år (1942)* oppgis spenningen å være 132 kV fra Nore og 117 kV ved Smestad. Disse divergerende opplysningene kan ha sin årsak i direkte feil eller at spenningen kan være målt på forskjellige steder langs ledningen, og spenningsfallet varierer.

4.4.2 Liner

De strømførende linene er av aluminium med stålkjerne av typen FeAl 125 (tverrsnitt 120 mm²). De originale kablene var stålaluminium nr. 120.¹³ Fordi Nore Kraftverk ble bygd ut trinnvis, var det ikke nødvendig med doble linjer på overføringene med en gang, og i 1928 ble ledningen satt opp med en enkel trefaseoverføring. For å oppnå en viss reserve, ble det valgt å legge opp en fjerde line som kunne kobles inn hvis det oppsto feil på en av de tre andre.¹⁴

På englemastene er faseavstanden 3 meter i horisontalplanet og med 2 meter vertikal avstand.¹⁵

Topplina (jordline) er av typen Fe 70 mm².¹⁶ I *Trekk fra elektrisitetsforsynings utvikling* fremgår at jordledning bare er brukt på korte strekninger ved endepunktene (innføringsvern).¹⁷ Av artikkelen i *Kraftoverføringsanleggene fra Nore* fremgår det at jerntråden på mastetoppen (overspenningsbeskyttelse) er sløyfet.¹⁸ Topplina må dermed ha tilkommet etter byggingen; muligens i 1940, da to nye faseliner ble strukket opp.

Ledningsprofiler fra 1920 oppgir revolveringer ved mast 268, 298 og 306. Pr år 2000 var linja revolvert ved mastene 246, 268 og 306.

¹⁰ http://industrimuseum.no/bedrifter/broedreneberntsena_s (lest 14.12.2021)

¹¹ "Nore kraftanlegg". Utg. NVE. 1932

¹² NVEs årsberetninger 1953 – 1960

¹³ Fossekallen 5/1955

¹⁴ ibid

¹⁵ Trekk fra elektrisitetsforsynings utvikling, s. 114

¹⁶ Teknisk rapport 9-1996, Statnett.

¹⁷ Trekk fra elektrisitetsforsynings utvikling, s. 113

¹⁸ Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929 s. 396



Figur 4-41 Revolveringsmast (nr. 268) ved Løvlia. Total mastehøyde 22,6 meter. Foto: Statnett

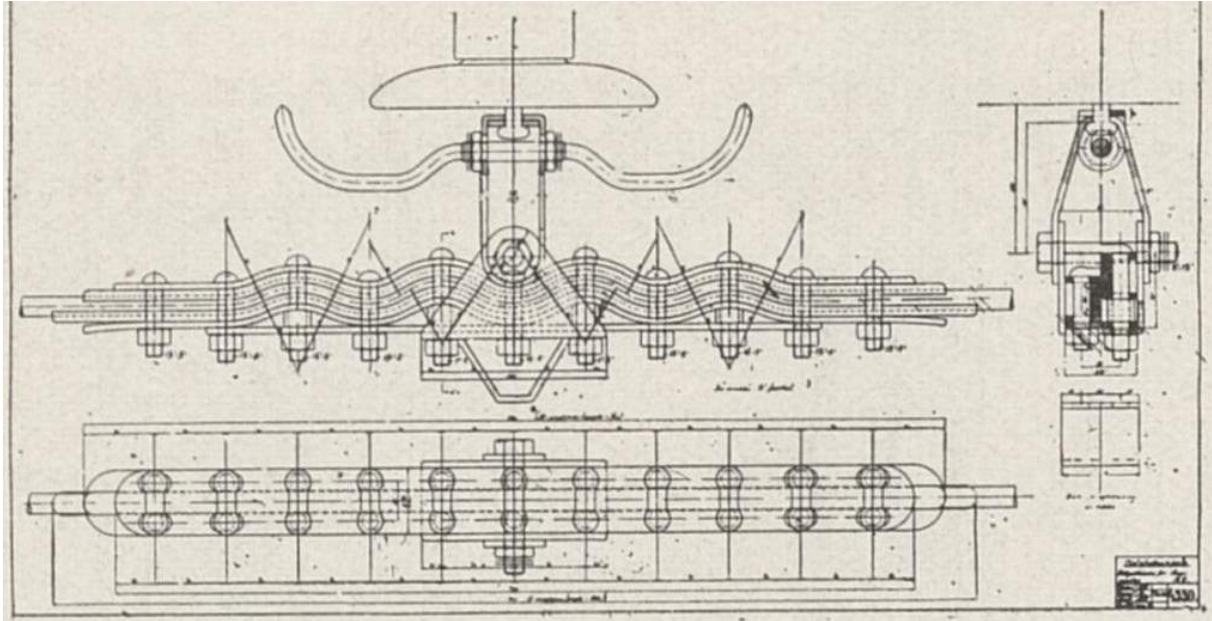
4.4.3 Armatur

Til innfesting av lina til isolatorene benyttes klemmer. Opprinnelig var det i hovedsak bølgeklammer, i dag er de fleste av disse byttet til hengeklammer. I opprinnelig masteliste fremkommer fem forskjellige typer klemmer.¹⁹

"Ledningsklemmene er gjort her hjemme etter våre tegninger og er meget enkle og billige."²⁰

¹⁹ Masteliste mellom Ultvedt og Smestad

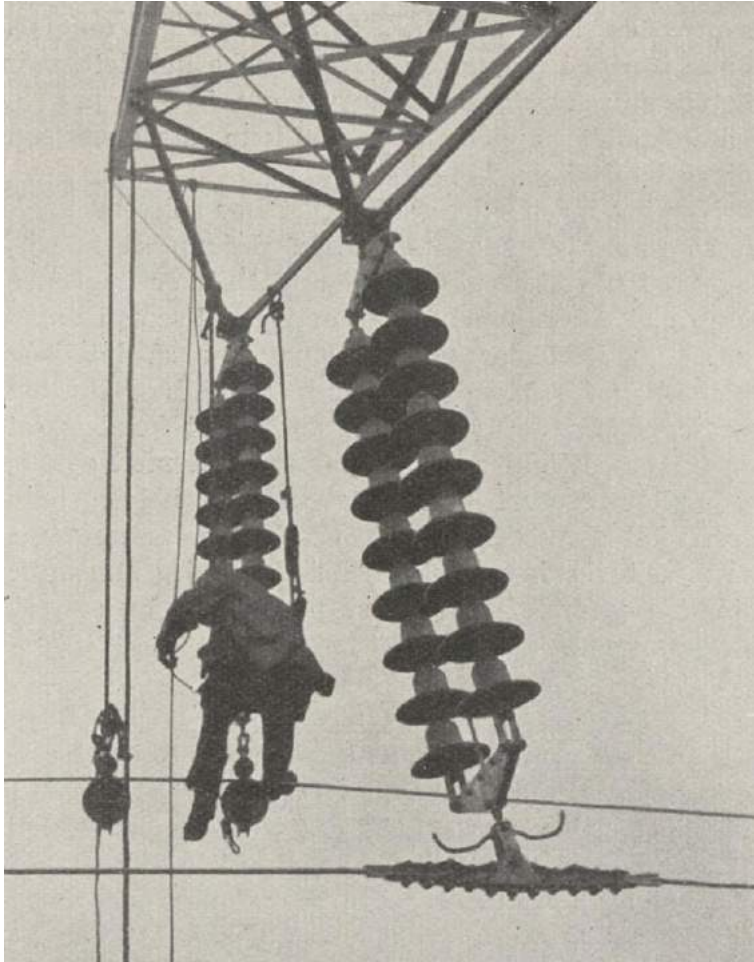
²⁰ Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929



Figur 4-42 Illustrasjon, bølgeklemme. Kilde: Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28 / 1929



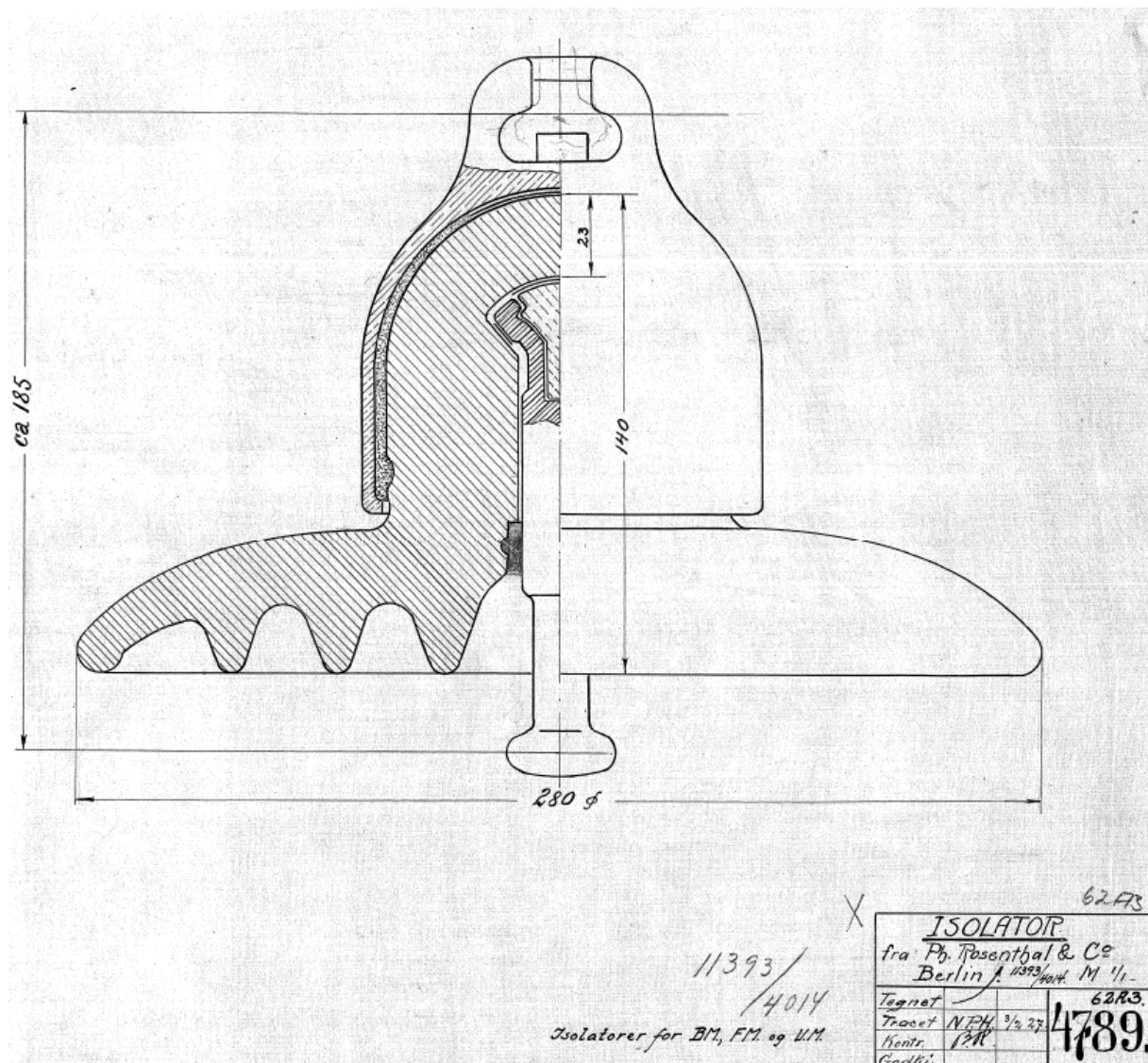
Figur 4-43 Mast nr. 308 med doble isolatorkjeder og (antatt) originale bølgeklemmer.



**Figur 4-44 Bølgeklems under
montasje. Kilde: Elektroteknisk
Tidsskrift nr. 28 / 1929**

4.4.4 Isolatorer

Opprinnelige henge-isolatorer var av den tyske typen Rosenthal og strekk-isolatorene NTP 1803 fra Norsk Teknisk Porselen (ref Linedata U-S.pdf)



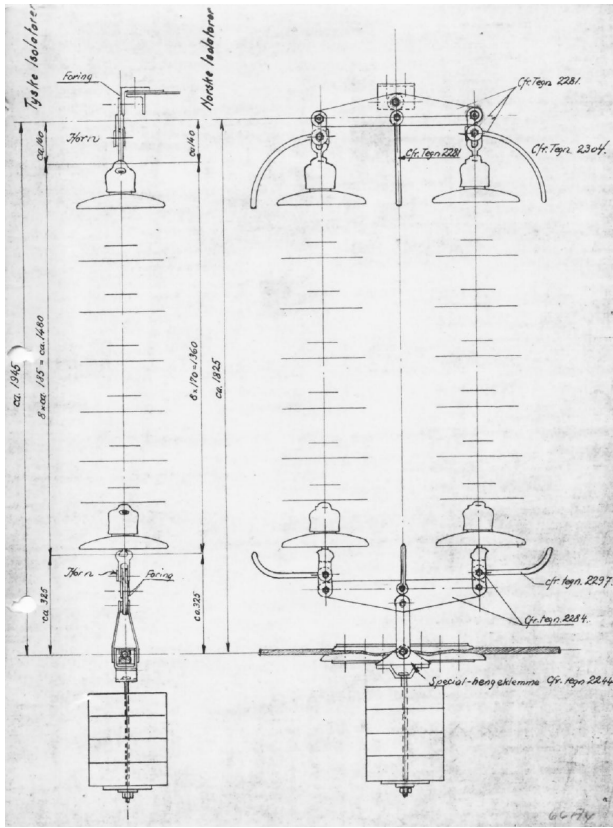
Figur 4-45 Opprinnelig isolatorskål produsert av Ph. Rosenthal. Kilde: Statnett

På Nore-overføringene var det opprinnelig åtte kappeisolatorer av fem forskjellige slags fabrikk i bruk; i 1955 var alle disse ute av produksjon.²¹ I en artikkel fra 1929 av overingeniør Karl Baalsrud fremgår det at isolatorene er tyske, i det isolatorer med nødvendig mekanisk styrke ikke lar seg produsere i Norge.²² Byttet til glassisolatorer har blitt foretatt suksessivt etter hvert som feilprosenten i de opprinnelige isolatorene steg. De fleste porselensisolatorene ble antagelig byttet i løpet av 1950- og 60-tallet, men så sent som i 1996 må det fortsatt ha vært noen porselensisolatorer i mastene – jf. Figur 4-46. Om de første glassisolatorene senere er erstattet med nyere er ikke kjent.

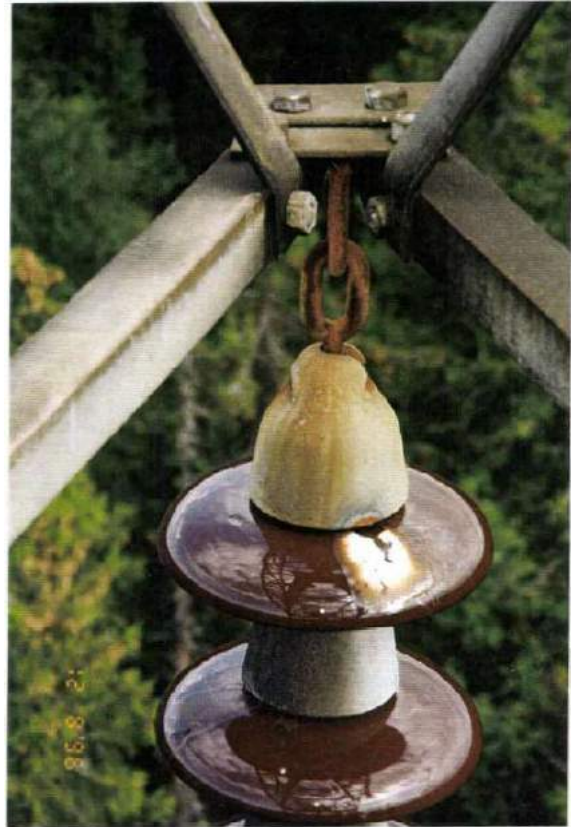
På tårnmastene mellom Bogstad og Smestad har det etter utskifting rundt 1990, vært isolatorer av typen NTP-porselen, Ohio-brass porselen eller NTP-33045 glass.

²¹ Fossekallen 5/1955

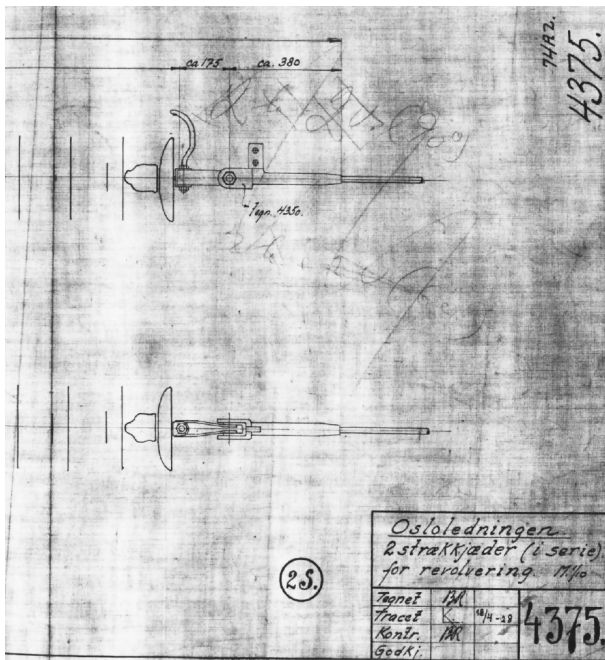
²² Teknisk Ukeblad nr. 22, 1929.



Figur 4-46 Dobbelte hengekjede med lodder. Til venstre tyske isolatorer, til høyre norske. Kilde: Statnett



Figur 4-47 Sannsynligvis en original porselensisolator. (jf Figur 4-43) Kilde: Statnett



Figur 4-48 2 Strykkjeder for revolvering. Kilde: Statnett

4.5 Stasjoner og koblingsanlegg

4.5.1 Ledningshytter

I en kontrakt fra 1934 gis Nore kraftverk anledning til å oppføre en hytte på leid grunn ved Løvliisæter.²³ Dette er sannsynligvis den samme hytta som en grunneier har søkt om å få overta ifølge Statnetts søknad om riving. På oversiktsprofilen fra Noreoverføringen, datert 1920, er det tegnet inn en barakke og et lager ved Søndre Heggelivatnet og et lager ved Lyse i Sørkedalen (se også Figur 4-2). I en overenskomst fra 1927 mellom godseier Løvenskiold (grunneier) og Vassdrags- og Elektricitetsvæsenet tillates det å oppføre en vaktbrakke for koblingsanlegget ved Søndre Heggelivatn.²⁴ Dette kan være den samme hytta som står ved demningen i dag. Det fremgår av et intervju i *Linjebyggernes historier* at det var driftshytter ved hver av koblingsstasjonene.²⁵

4.5.2 Koblingsanlegg

Omkoblinger av linene for inn- og utkobling av reservefasen kunne foregå ved hjelp av brytere som var plassert på fire omkoblingsstasjoner utover langs Noreledningen. En av disse lå ved Søndre Heggelivatnet. Da Linje II på Oslo-ledningen ble satt i drift sommeren 1940, falt behovet for koblingsstasjoner bort, og koblingsstasjonen ved Heggelivatnet fungerer nå kun som stativ (mast 283).²⁶



Figur 4-49 Koblingsanlegget sør for Søndre Heggelivatnet. Dette har vært ute av drift siden 1940-tallet og fungerer kun som vanlig mast (stativ). Til høyre i bildet ligger det som kan være ledningshytta fra anleggstiden. Foto sett nordover.

²³ Avtale om erverv av rettigheter. Kontrakt om stedsvarig rett til hytte på Løvli ved mast 264

²⁴ Avtale om erverv av rettigheter. Overenskomst mellom NVE og Løvenskiold om eiendomsgrunn ved Heggelivannet.

²⁵ Linjebyggernes historier (kilde: Tron Horn)

²⁶ Fossekallen 5/1955

4.5.3 Transformatorstasjoner

Ultvedt transformatorstasjon (se Figur 4-8) ligger mellom mast 242 og 243 ca 5 km syd før Hønefoss. Stasjonen ble bygget i 1974 av Buskerud Kraftverker.²⁷ Her transformeres strømmen ned til 22 kV hvor Glitre energi nå forsyner lokalt forbruk på Ringerike.

Staten og Oslo Elektrisitetsverk bygde Smestad transformatorstasjon i enden av Rjukan- og Noreledningene. Transformatorstasjonen ble bygget for at Oslo skulle kunne transformere spenningen ned fra 132 kV til fordelingsnettet på 30 kV. Det første byggetrinnet, tegnet av brødrene Jørgen og Carl Berner, stod klart i 1922. Andre byggetrinn, tegnet av Jørgen Berner alene, ble plassert i direkte forlengelse av "Smestad 1" og stod klart i 1928. Samtidig ble driftssentralen, som skulle koordinere samkjøringen og drifte det tekniske systemet, lagt til Smestad som var en av statens og Oslo Lysverkens viktigste transformatorstasjoner.²⁸ Smestad fikk også funksjon som hovedkontor for Foreningen Samkjøringen (og etter hvert Statnett).



Figur 4-50 Innstrekkestivet ved Smestad transformatorstasjon fotografert av A. B. Wilse i 1929.
Kilde: DigitaltMuseum

²⁷ Drammens Tidende og Buskeruds Blad 27.11.1974

²⁸ Statens nett s 103



Figur 4-51 Smestad transformatorstasjon fotografert fra nord i 1936. Den eldste delen ligger midt i bildet. I 1928 ble dette anlegget bygget på mot nordøst, og et nytt fasekompensatorhus ble bygget i sørvest (til høyre i bildet). Kilde: Oslo byarkiv



Figur 4-52 Smestad transformatorstasjon sett fra nord i 2022.

5 Anleggs- og vedlikeholdsarbeid

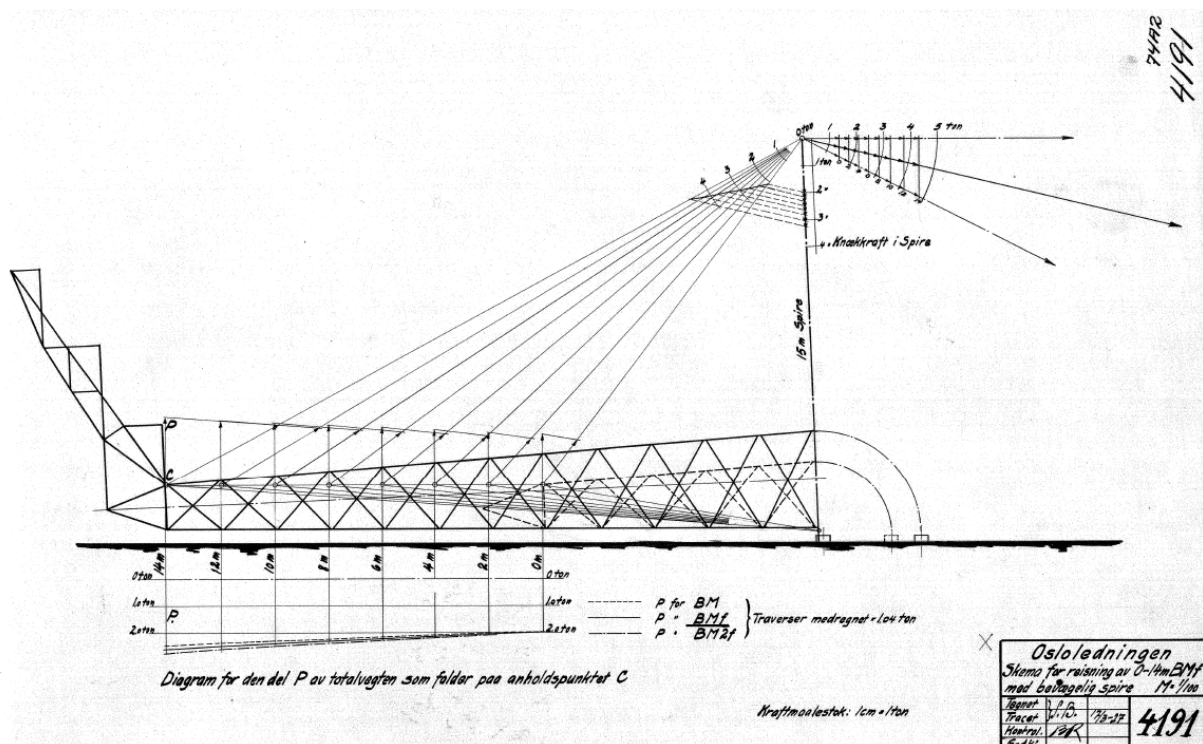
5.1 1920-tallet

Prosjekteringsarbeidet omfattet elektroteknisk planlegging, beregning av spenning og ledningstverrsnitt, dernest trasévalg, stikking, masteplassering og mastehøyder, faseavstand og beregning av ledningsoppstrekkingen (montasjestrekket). Ved transport under byggingen var hesten den dominerende trekraft, men selve oppstrekkingen av ledningene til riktig pilhøyde ble i stor utstrekning foretatt ved store tautaljer og menneskelig muskelkraft, selv om også vinsjer kom i bruk.²⁹

Intil mellomkrigstiden var bruk av maskinelle hjelpemidler sjeldent i bruk. Til ledningsarbeidet på Nore-ledningen ble det ved enkelte arbeidsseksjoner benyttet motorkraft. NVE hadde anskaffet et transportabelt kompressoranlegg til en del luftverktøy, spesielt for klinking av mastene etter reisning. Strekking av kablene foregikk til dels ved hjelp av motorspill og traktor. "En Fordson traktor transporterer sig selv og spillet i det værste og mest uveisomme terreng".³⁰

Under ledningsarbeidet på Noreledningene ble de fleste mastene reist direkte i høyden. Masteseksjonene ble heist opp ved hjelp av taljer og et spir øverst i masten. Se også Figur 3-4 tidligere i rapporten.

Etter idriftssettelse av Noreledningene ble det vurdert at det ikke skulle være behov for fast ledningspersonale. Etter hvert oppstod det likevel uventede problemer med havari og strømbrudd, særlig pga skjeve islaster. Etter hvert ble det også konstatert konstruksjonssvakheter i master og skjøter, og det ble ansatt driftsfolk som kunne foreta inspeksjoner og vedlikehold på ledningen.³¹



Figur 5-1 Skjemategning for reisning av bæremast. Kilde: Statnett

²⁹ Fossekallen nr. 3, 1980

³⁰ Elektroteknisk tidsskrift 1929, No 28

³¹ ibid.



Figur 5-2 Drar fram redskap til mast 49: 4. juni 1927. Kilde: Statnett

5.2 Vedlikeholdsarbeid

Ledningstraseene som går gjennom skogkledte områder, har de siste tiårene blitt ryddet ved behov. I de første årene etter at Nore-overføringene ble satt i drift ble det bare ryddet i selve hogstbeltet. Trær utenfor dette utmålte beltet fikk vokse som de ville, og ofte ble det derfor vindfall og trefelling på ledningene. I senere år har traséen i byggeforbudsbeltet blitt ryddet hvert 6. eller 12. år, og ved behov. Årlig visuell kontroll etter hver vinter foregår med skanning/filming fra helikopter, ellers også med kikkert. Hvert 10. år foretas manuell kontroll av komponenter ved toppkontroll.

På 1950-tallet var isolator-prøving en del av rutine-arbeidet. Kontroll av kappeisolatorene foregikk med en kobbergaffel på en isolerstang, såkalt «buzzstick». Ved arbeider som skjøtekontroll og reparasjoner etter vibrasjonsbrudd viser det seg hvilken betydning mastetypen har for vedlikeholdsarbeidet. Englemastene er gode å arbeide i til tross for stort strekk på linene.³²

På utsatte strekninger har snølast regelmessig blitt fjernet med en såkalt «snø- eller iskniv». Dette var ei line av silke med en isolerende kniv på hver side av et hjul som løp langs lina. Med økt belastning på ledningen etter idriftsettelse av Nore II, ble værisingen på ledningene redusert.³³ Bruken av snøkniv pågikk likevel frem til 1990-tallet. Før nyere HMS-krav ble introdusert har linene også blitt befridd for snø ved at ledningspersonellet klatret opp i mastene med en sekk stein på ryggen for så å kaste disse på linene.

Det er mange skjøter på ledningen. På grunn av varmgang er en del skjøter reparert ved at det mellom 1950 og 1970 er lagt på skjøtespiral. Disse har foruten å gi god elektrisk forbindelse, også en viss mekanisk styrke.

Samtlige faseliner og isolatorer ble skiftet mellom mast 321 og 342 i 1988; på denne strekningen var det ca 50 skjøter som ble fjernet (6 faser). Linene ble skiftet ut på strekningen fra mast 321 ved Bogstad camping til Smestad i 1988. Bakgrunnen for dette var at man var bekymret for de mange

³² Fossekallen 5/1955

³³ Trekk fra elektrisitetsforsyningens utvikling, s. 116

skjøtene og den betydelige linekorrosjonen på denne delen av ledningen som går gjennom stedvis tett bebyggelse og blant annet krysser to t-banelinjer. Topplinen (som ikke var der til å begynne med) har i senere tid gradvis blitt skiftet ut til fordel for ny stålline med tverrsnitt 70 mm².

Det ble i 1996 gjennomført en tilstandskontroll av strekningen Ringerike (fra mast nr. 221) – Smestad med bakgrunn i skjeve og kritiske islaster over strekninger i Nordmarka og problemer med for liten bakkeklaring.

Hovedkonklusjonen herfra var at heving av en del master og gode vedlikeholdsrutiner med utbedring av skader ville gi ledningen ytterligere ti års levetid. En forutsetning ble oppgitt å være overvåkning av ledningen i vinterhalvåret innbefattet fjerning av is på linene. Rapporten pekte også på at det generelt var mye rust på fotplatene og at det kunne være rust på enkelte staver i traversene.³⁴

NVEs årsmeldinger mellom 1951 og 1964 finnes digitalisert³⁵, og utdragene nedenfor beskriver arbeid på Osloledningen (Nore-Oslo) omtalt i disse.

1951-53: Nore—Smestad: Isolatorprøving, klemmekontroll, revisjon av vibrasjonsdempere, reparasjon av 2 kabelfeil, opphenging av vektlodd, isolatorskifting.

1953-54: Foruten det vanlige vedlikeholdsarbeid ved overføringsanleggene (rydding av ledningsgatene, mastemaling, fundamentkontroll, vedlikehold av hytter og lagre etc.) har det i driftsåret vært utført følgende arbeider på spenningsførende deler: Nore-Smestad: Kontroll av klemmer og vibrasjonsdempere, samt montasje av nye vibrasjonsdempere.

1955: Kontroll av klemmer og revisjon av vibrasjonsdempere. Kordellbrudd pga. vibrasjoner medfører mer og mer reparasjonsarbeid på ledningen. Noen skjøter er blitt kontrollert og et par er skiftet ut.

1956-57: Kontroll av klemmer og revisjon av vibrasjonsdempere. Det har vært en del arbeid med reparasjoner etter kordellbrudd pga. vibrasjoner. Systematisk skjøtekontroll er påbegynt etter den nye målemetode som er basert på måling av skjøtenes ohmske motstand ved hjelp av belastningsstrømmen. Denne metode har vist seg enkel og den vil bli benyttet ved fremtidig skjøtekontroll ved NVEs kraftledninger. På Nore-Smestad-linjen var kontroll-resultatene tilfredsstillende. Bare et mindre antall skjøter måtte skiftes ut.

På samtlige fjernledninger har det vært arbeidet med mastemaling, kontroll av mastefundamenter, rydding i ledningsbeltet, sikringshogst, utbedring av veger og gangstier, klyvele, klopper og bruer, samt vedlikehold av lagre og hytter.

1957-58: Kontroll av presskjøter er fullført i desember. 730 skjøter ble kontrollert og 83 skjøter skiftet ut. Klemmer og vibrasjonsdempere er kontrollert. Et kordellbrudd, sannsynligvis: etter et geværskudd, er reparert.

1958-59: Isolatorutskifting etter lynskader. Reparasjon etter sprengnings- og prosjektilskader og skader som følge av vibrasjoner på leder. Skjøtemåling og kontroll av tidligere målte skjøter. Vibrasjonsskade- og demperkontroll.

1962: Ved linjen Nore-Smestad er rettet en del skjeve Holst vibrasjonsdempere. Eldre kordelfeil som var gått opp, samt kordelskader pga. lynnedslag er reparert.

³⁴ Teknisk rapport nr. 9-1996, Statnett

³⁵ Øvrige årsmeldinger er ikke gjennomgått.

1964: Det er foretatt kontrollmåling av isolatorer på deler av Nore-Oslo, og defekte isolatorledd er skiftet. På enkelte eldre ledninger foretas regelmessig kontrollmåling av kompresjonsforbindelser. Det er foretatt skjøtekontroll på 145 kV-ledningen Nore-Oslo, og 8 skjøter er skiftet ut.

5.3 Endringshistorikk

En ny 3-faseoverføring mellom Nore og Oslo (linje 2) ble satt i drift på eksisterende masterekke i 1940 og gjorde overføring av større kraftmengder mulig. Under arbeidet med å strekke den nye faseoverføringen ble linene halt ut av hest med "dråg" fordi vinsjer til sådant bruk ikke fantes. Under oppstrekkingen ble det benyttet 6-skårne taljer.³⁶

I etterkrigstiden ble mastene malt grønne. Delvis skyldtes dette beredskapshensyn³⁷ (med bakgrunn i den nylige avsluttede verdenskrigen), men en viktig årsak var også ønsket om at mastene ikke skulle skape mer visuell irritasjon for befolkningen enn høyst nødvendig.

For å forsterke enkelte av englemastene, ble det på 1950 og 60-tallet montert en bardun mellom travers-spissene på disse.

Mast 242 ved Ultvedt er ny, og på grunn terrengforandringer/bakkeplanering er mastene 318, 319, 328 og 329 forhøyet med nye bunnseksjoner av galvanisert stål.

På grunn av for lav høyde over bakken ved moderate islaster i henhold til nyere tiders sikkerhetskrav, ble de laveste linene mellom mast 246 og 306 i Sørkedalen fjernet i 1996, slik at det igjen bare ble en linje, og kapasiteten halvert.

Koblingsstasjonen ved Søndre Heggelivatnet ble tatt ut av drift på 1980-tallet.

5.4 Driftsforstyrrelser, havari og avvik

Noreledningen var spesiell fordi den var strukket noe hardere enn det som var vanlig, og den var derfor utsatt for vibrasjoner. Vibrasjonene som følge av den stramme oppspenningen av linene (se 4.4.2), medførte enkelte linebrudd de første årene. Det ble nedlagt mye arbeid for å dempe vibrasjonene og kraftverksjefen Johan C Holst konstruerte en aluminiumsbeholder med et stempel, en spiralfjær og en oljeskvett inni – "Holst-dempere".³⁸

I NVEs årsmelding 1953-55 er innrapportert en dobbelt jordslutning i forbindelse med arbeid med iskniv, to kortslutninger og et lynnedslag som førte til utfall. Nore-Smestadlinje II falt på grunn av kortslutning eller dobbel jordslutning. Begge Norelinjene i Smestad falt pga. samleskinnekortslutning etter feilkobling i Nore.

Ved statens kraftverk og overføringsanlegg på Østlandet (bortsett fra Solbergfoss) oppsto i 1962 i alt 45 driftsforstyrrelser som førte til avbrudd i driften av generatorer, transformatorer, fasekompensatorer eller linjer. Årsaken var i 4 tilfelle uvær, i 23 tilfelle tekniske feil, i 9 tilfelle ekspedisjonsmessige feil og i 9 tilfeller andre eller ukjente årsaker. Et av disse tilfellene medførte personskafe idet en soldat ble drept og 2 andre lettere skadet da de kom i berøring med 145 kV-linjen (sic) Nore-Smestad med en felttelefonkabel. 10 driftsforstyrrelser førte til stans i forsyningen til forbrukere, 5 driftsforstyrrelser

³⁶ Linjebyggernes historier (Kilde: Tron Horn)

³⁷ Kraftoverføringens kulturminner og Fossekallen 5/1955

³⁸ Linjebyggernes historier, Statnett 2019

medførte produksjonstap i egne eller andres kraftverk og 17 driftsforstyrrelser førte til materielle skader.³⁹

Ledningen har ikke vært utsatt for mange driftsproblemer av så alvorlig art at de har ført til lengre stans i kraftleveringen.

Vinteren 1995/96 havarerte mastene 287 og 288 i Nordmarka på grunn av stor islast. Disse ble byttet ut med to gamle, tilsvarende master fra Labroledningen (Flesaker-Drammen). En del tilliggende master ble også påført skader ved havariet.

6 Oppsummering

132 kV-linjen mellom Nore og Oslo er representativ for kraftsektorens tekniske utvikling og innovative løsninger som ble tatt i bruk for å møte mellomkrigstidens og fremtidens stigende behov for elektrisitet. Samtidig er ledningen unik i kraft av de originale mastenes spesielle utforming. Ledningen er endret i svært liten grad, og er godt lesbar som representant for datidens tekniske utvikling. Kraftledningen og mastene er dessuten en kilde til kunnskap i det at de vitner om økte samfunnsmessige behov, og hvordan dette igjen stilte krav til kraftledningens overføringsevne.

Bakgrunnen for denne rapporten er at kraftledningen mellom Ringerike og Oslo skal saneres på bakgrunn av teknisk utvikling og stadig stigende kraftbehov som fordrer ny infrastruktur. Samtidig vil deler av den teknisk-industrielle sammenhengen som kraftledningen inngår i, fortsatt finnes og være i drift. Dette gjelder ledningen med de bevarte mastene på den opprinnelige traséen mellom Nore og Ringerike.

³⁹ Årsmelding 1962, NVE

7 Kilder

7.1 Skriftlige kilder

Allgot, Lars: *Ledningsbygging*. Statnett, 2019.

Johannesen, Finn Erhard: *I støtet*. Ad Notam Gyldendal, 1992.

Kristensen, Ingvar: *Nore kraftanlegg*. Oslo: NVE, 1932.

Oftedal, Sverre: *Linjebyggernes historier*. Hefte utgitt av Statnett, 2019.

Sandberg, J: *Trekk fra elektrisitetsforsyningens utvikling. Del II*. Oslo, 1951.

Skjold, Dag Ove og Thue, Lars: *Statens nett*. Universitetsforlaget, 2007.

Elektrisitetens forvaltningshistorie 1877-1921. NVE-rapport nr. 12. 2020.

Kraftoverføringens Kulturminner. NVE-rapport nr. 17. 2010.

Kulturminner i norsk kraftproduksjon. NVE-rapport nr. 52. 2013.

Normer for luftledninger. Norsk Elektroteknisk komite. Oslo, 1928.

Oslo Elektrisitetsverk gjennom 50 år. Oslo Lysverker, 1942.

NVEs årsberetninger 1959-64.

Fossekallen nr.5. NVE, 1955.

Fossekallen nr. 3. NVE, 1980.

Elektroteknisk Tidsskrift nr. 28, 1929.

Teknisk Ukeblad nr. 6 og 22, 1929.

Spesifikasjoner med masteleverandør.pdf: «Masteliste for 132kV-linjen Ringerike-Eikeli-Smestad (linje I Nore-Smestad). Statnett.

Almindelige skjønnsforutsetninger for Noreoverføringen. NVE, 1927.

Tillatelse (Konsesjon). J.nr. 647, 903 og 1196 E-40. (20.09.1940) Kraftverksavdelingen NVE, 1940.

Rapport mastehavari. Saksnr.: 96/360 (27.01.96). Statnett, Ledn. Område 2.

Revurdering av klimalaster pr desember 1996. Teknisk rapport nr. 7-1996 (05.12.96). Statnett SF.

Tilstandsvurdering. Teknisk rapport nr. 9-1996 (06.01.97). Statnett SF.

Tilstandsvurdering av liner, armatur og isolatorer. Teknisk rapport (22.11.96). Statnett SF.

Notat, 132kV Ringerike-Smestad/132kV Ringerike-Ultvedt. (14.03.00). Statnett.

Søknad om rivning av 132 kV Ultvedt-Smestad. (Mai 2020). Statnett.

NVEs vedtak om rivning av 132 kV-ledningen Ultvedt-Smestad og bevaring av englemast 315. (28.06.2021). NVE.

Bakgrunn for vedtak. Notat (28.06.2021). NVE

7.2 Informanter

Kjetil Finneidet, Statnett
Lars Allgot, Statnett
Knut Karijord, Statnett
Johan Fredrik Zieseler, tidligere Oslo Lysverker
Arild Espeseth, tidligere Statnett
Arne Vegard Langmo, Elvia

8 Ordliste

Dam	byggverk som demmer opp vannet i et vassdrag og muliggjør magasinerings og regulering.
Driftssentral	sentral for overvåking, styring og samkjøring av kraftverk og overføringsnett.
Fase	en enkelt strøm i et vekselstrømsystem. Vanlig i Norge er strømproduksjon med trefasegeneratorer, noe som også gir kraftoverføringer med tre faser. Hver fase består av en eller flere ledere med metalltråd med lav motstand.
Isolator	komponent som skiller strømførende liner fra masten. Lages av stoff med høy elektrisk motstand.
Koblingsstasjon	anlegg for kobling og distribusjon av elektrisk strøm, men uten at spenningen endres.
Koblingsanlegg	distribuerer kraften til ulike områder og kobler ledninger, transformatorer, generatorer og kompenseringanlegg inn og ut. Hovedelementene er samleskinner og bryterfelt.
Konsesjon	tillatelse fra offentlig myndighet til blant annet å bygge og drive anlegg for kraftproduksjon, kraftoverføring, osv.
Kraftledning	hele det fysiske anlegget som frakter elektrisk strøm fra et sted til et annet. Dvs. fundament, master, liner, isolatorer, jordliner, etc.
Kraftverk	anlegg for produksjon av elektrisk energi.
Kurs	en strømkurs = alle fasene.
Luftledning	kraftledning strukket i luften.
Mast	konstruksjon som bærer liner og andre komponenter i en luftledning. Vanlige typer er forankringsmast, bæremast, vinkelmast og endemast. De vanligste materialene er tre og stål, men også betong og limtre forekommer.
Regionalnett	hovedfordelingsnett til større områder, industri og jernbane. Spenningsnivået er vanligvis 132 kV eller 66 kV.
Revolving	faselinene bytter plass for at den gjensidige magnetiske koblingen skal utjevnes og spenningstapet reduseres.
Samkjøring	samordnet drift av flere kraftverk og overføringsnett for best mulig total utnyttelse.
Samleskinne	knutepunkt i koblingsanleggene, der flere ledninger samles i én eller flere strømførende skinner.
Spenning	mål for "kraften" som driver elektrisiteten gjennom en ledning.
Strømførende line	metalltråd som leder strømmen. I større kraftledninger brukes som regel aluminiumstråd med stålkjerne (FeAl). I mindre ledninger brukes ofte kobber (Cu).

Toppline	jordleder (lynaveleder) som henger høyere enn de strøm-førende linene på kraftledningen.
Trasé	det landarealet som er nødvendig for fremføring av en kraftledning.
Transformator	komponent som transformerer spenningen opp eller ned.
Transformatorstasjon	anlegg for transformering og kobling av elektrisk strøm.
Volt (V)	enhet for elektrisk spenning. $1000 \text{ V} = 1 \text{ kilovolt (kV)}$.

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

www.niku.no

NIKU Oppdragsrapport 28/2022

NIKU hovedkontor
Storgata 2
Postboks 736
Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112
Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 1b
7013 TRONDHEIM
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tromsø
Framsenteret
Hjalmar Johansens
gt. 14
9296 TROMSØ
Telefon: 77 75 04 00