

Pipelife Norge AS

► **Klima- og miljøeffekter ved bruk av kabelrør**

Innspill fra nettselskap

Oppdragsnr.: 52309814 Dokumentnr.: RIM-Rap-02 Revisjon: J06 Dato: 2025-06-13



Oppdragsgiver: Pipelife Norge AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Kåre Yttervik
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Sandvika Kjørbo
Oppdragsleder: Sigrid Bergseng Lakså
Fagansvarlig: Sofie Gustafson

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J06	2025-06-13	Til bruk. Korrigeringer i figur 7 og 8.	SigLak	SoGus	SigLak
J05	2025-06-02	Til bruk. Oppdatert EPD for kabelrør fra Pipelife	SigLak	SoGus	SigLak
J04	2025-05-02	Til bruk.	SigLak	SoGus	SigLak

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

For å møte framtidens behov for ikke-fornybare ressurser som metaller og reduksjon av klimagassutslipp, er det avgjørende å sikre at de ressursene vi allerede har utvunnet fra naturen, ikke går til spille. Urban gruvedrift handler om å gjenvinne materialer fra kasserte produkter, bygninger og avfall, og er et mer miljøvennlig alternativ til tradisjonell gruvedrift og primærproduksjon. Der gruvedrift og primærproduksjon av metaller fører til omfattende arealbeslag, store mengder avfall og betydelige klimagassutslipp, utnytter urban gruvedrift de ressursene som allerede er hentet ut.

En betydelig del av metallene som allerede er utvunnet, er lagret i såkalte «depoter» og har ikke nådd avfallsdeponi eller -håndtering (enda). Et eksempel på et slikt «depot» med metaller «i dvale» er nedgravd infrastruktur. En studie utført i Norrköping i Sverige fant at ca. en fjerdedel av byens totale nedgravde infrastruktur og ca. en femtedel av byens nedgravde kabler ikke er i bruk. Også i Norge ligger det store mengder gammel strømkabel i bakken.

På vegne av Pipelife Norge AS har Norconsult Norge AS tidligere undersøkt klima- og miljømessige effekter ved å benytte kabelrør og -kanaler i stedet for å legge kabler direkte i kabelsand. For å sette resultatene fra de tidligere utførte beregningene i en større sammenheng og forstå praksisen til norske nettselskap når det gjelder nedgraving og opphenting av kabler, har Norconsult gjennomført en enkel spørreundersøkelse blant norske nettselskap for å kartlegge denne praksisen.

Spørreundersøkelsen ble sendt til flere nettselskap. Nettselskapene som svarte representerer til sammen 11 % av jordkabel i Norge og 11 % av nettkundene. Gjennom spørreundersøkelsen ble det avdekket at norske nettselskaper anslår at ca. 10 % av nedgravd kabel er ute av drift. Dette tilsvarer ca. 20 000 km nedgravd kabel som per nå ligger lagret i såkalte «depoter» landet over. Videre oppga nettselskapene at ca. 90 % av de nedgravde kablene som tas ut av drift etterlates i bakken, mens kun ca. 10 % hentes opp igjen.

Selv om det er teknisk mulig å hente ut kablene, er det ofte utfordrende og kostbart. Kabler som er gravd ned direkte i kabelsand er vanskelige å nå, og enhver utskifting eller opphenting krever omfattende inngrep i grunnen. Dette fører til høye kostnader, store klimagassutslipp og gjør ressursutnyttelsen lite effektiv.

Bruk av kabelrør, enten direkte i kabelsand eller innstøpt i betongkanaler, forenkler utskifting, erstatning og uthenting av kabler. Slike løsninger gjør det mulig å hente ut kabelen uten å grave opp hele traseen, og kan dermed bidra til lavere utslipp, redusert arbeidsmengde og mer effektiv gjenvinning.

Beregningene basert på funnene fra spørreundersøkelsen og de tidligere utførte klimagassberegningene¹ viser at dagens praksis med nedgraving av kabler direkte i kabelsand hindrer effektiv ressursutnyttelse. Løsninger med kabelrør eller -kanaler som ikke krever oppgraving av hele traseen, kan være mer klimavennlige. Beregningene viser at dersom man trekker ut og resirkulerer én eller fem kabler fra anlegg med kabelrør eller -kanaler, én eller flere ganger (altså at anlegget brukes om igjen), vil det gi en klimamessig fordel.

For å realisere klimamessige fordeler, må framtidens kabelanlegg planlegges helhetlig og langsiktig. Dette innebærer løsninger med kabelrør eller -kanaler som legger til rette for enkel opphenting av kablene, flere kabelrør i samme grøft og fleksible anlegg som kan møte framtidens behov. Uten slike tiltak vil verdifulle metaller i kablene gå tapt, og dagens praksis med nedgraving i kabelsand vil fortsette å hindre god ressursutnyttelse.

¹ Beregningene er oppdatert med ny EPD for Pipelifes kabelrør [9].

► Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Hensikt	5
1.3	Tidligere utførte arbeider	5
2	Metode	7
2.1	Spørreundersøkelse	7
2.2	Beregninger	7
3	Beregninger	9
3.1	Aluminiumsproduksjon	9
3.1.1	Primærproduksjon	9
3.1.2	Resirkulering av aluminium	9
3.2	Utslipp fra aluminium i elektriske kabler	10
3.3	Nedgravd kabel i lokalt distribusjonsnett	11
3.4	Utskiftning av gamle kabler	12
3.5	Utslipp fra opphenting av kabel sammenlignet med utslipp fra resirkulering og primærproduksjon	14
3.6	Utslipp fra etablering av kabelgrøfter sammenlignet med besparelser ved resirkulering	16
4	Usikkerhet	18
5	Oppsummering	19
6	Referanser	21
Appendiks A	Funn fra spørreundersøkelsen	23
A.1	Svarprosent	23
A.2	Oppsummering	23
A.2.1	Tall	23
A.2.2	Hva påvirker levetida til nedgravde kabler?	23
A.2.3	Hva skjer med nedgravde kabler som av ulike årsaker ødelegges eller tas ut av drift?	23
A.2.4	Hvilke hindre eller barrierer finnes for å hente opp nedgravde kabler som har blitt tatt ut av drift?	24
A.2.5	Hva er nettselskapenes vurdering av bruk av kabelrør for deres anlegg, inkludert fordeler, ulemper og tekniske og økonomiske hindre?	24
A.2.6	Hva mener nettselskapene er den største utfordringa med dagens praksis for nedgraving av kabler?	24
Appendiks B		26

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Økt forbruk av ikke-fornybare ressurser som metaller og økt fokus på reduksjon av klimagassutslipp vil kreve en sterkere satsning på gjenvinning og bedre, mer systematiserte løsninger for resirkulering av avfall i framtida. Urban gruvedrift kan defineres som gjenvinning av materialer fra kasserte produkter, bygninger og avfall. Begrepet innebærer å se og utnytte ressurser som finnes i kasserte produkter for å oppnå et mer miljøvennlig alternativ til tradisjonell gruvedrift og primærproduksjon. Der gruvedrift og primærproduksjon av metaller fører til omfattende arealbeslag, store mengder avfall og betydelige klimagassutslipp, handler urban gruvedrift om å gjenvinne materialer som allerede er utvunnet fra naturen.

Ved å øke gjenvinning og resirkulering av ulike typer kasserte produkter og avfall, kan blant annet behovet for gruvedrift og primærproduksjon av metaller reduseres, som igjen reduserer miljøskader, energiforbruk og klimagassutslipp. Flere metaller kan også gjenvinnes om igjen og om igjen etter hvert som produktene de er brukt i, kasseres. Aluminium kan f.eks. resirkuleres gjentatte ganger uten tap av kvalitet, og beholder alle sine egenskaper uansett hvor mange ganger det resirkuleres [1].

En betydelig del av metallene som allerede er utvunnet fra naturen, er lagret i såkalte «depoter». Disse «depotene» lagrer metaller som er tatt ut av bruk, men som ikke har nådd avfallsdeponiene eller avfallshåndteringen (enda). Et eksempel på et slikt «depot» med metaller «i dvale» er nedgravd infrastruktur. En studie utført i Norrköping i Sverige fant blant annet at ca. en fjerdedel av byens totale nedgravde infrastruktur og ca. en femtedel av byens nedgravde kabler ikke er i bruk [2].

I Norge finnes det over 180 000 km nedgravd strømkabel i drift [3] og det er rimelig å anta at det også her til lands ligger nedgravd store mengder gammel strømkabel som ikke lenger er i bruk [4]. Disse nedgravde kablene inneholder verdifulle metaller som kobber og aluminium. For å utnytte disse ressursene bedre, må det etableres nye verdikjeder og kretsløp som gjør det mulig å gjenvinne metallene fra kablene.

Årsakene til at kabler som ligger i bakken etterlates når de tas ut av drift, er mange. Ifølge Energilovforskriftens § 3-5, punkt d, skal nedlagte anlegg egentlig fjernes, men lovverket åpner for at jord- og sjøkabler kan bli liggende dersom det er inngått avtale om det. For mange netteiere i Norge er dagens praksis at kabler i stor grad etterlates i bakken når de blir ødelagt eller tas ut av drift [4]. Disse kablene blir ikke hentet opp med mindre det senere graves på samme sted.

Selv om det teknisk sett er mulig å hente ut kablene, er det flere utfordringer som gjør dette vanskelig. Hvis kablen er lagt direkte i kabelsand i grøfta, vil enhver utskifting eller opphenting kreve omfattende inngrep i massene langs hele kabeltraseen. Å grave ut hele kabelgrøfta er arbeidskrevende, medfører klimagassutslipp og er generelt lite samfunnsøkonomisk lønnsomt. I tillegg er det ofte vanskelig å komme til kablene på grunn av annen infrastruktur som rør og ledninger som ligger i veien.

Det at kabler etterlates i bakken kan medføre forurensning som PCB, bly, tjære og ftalater fra kabelmaterialene [4]. I tillegg vil de gamle kablene regnes som avfall og må håndteres som det ved fremtidige gravearbeider. Å etterlate kablene i bakken uten en plan for hvordan de kan hentes opp igjen, hindrer også effektiv ressursutnyttelse ved at materialene i kablene ikke blir gjenvunnet.

1.2 Hensikt

På vegne av Pipelife Norge AS har Norconsult Norge AS tidligere undersøkt klima- og miljømessige effekter ved å benytte kabelrør i stedet for å legge kabler direkte i kabelsand. Resultatene fra disse beregningene er kort gjengitt i kapittel 1.3, og nærmere beskrevet i rapporten «*Klima- og miljøeffekter ved bruk av kabelrør – Klimagassberegninger*» [5].

Hensikten med arbeidet beskrevet i denne rapporten var å sette resultatene fra de tidligere utførte beregningene i en større sammenheng og forstå praksisen til norske nettselskap når det gjelder nedgraving og opphenting av kabler. Norconsult har derfor gjennomført en enkel spørreundersøkelse blant norske nettselskap for å kartlegge denne praksisen. Samtidig ble det undersøkt i hvor stor grad norske nettselskap bruker kabelrør og hva slags fordeler og barrierer nettselskapene mener finnes ved bruk av kabelrør.

Funnene fra spørreundersøkelsen, sammen med utslippstall for en typisk kabel for norske forhold [6], europeiske gjennomsnitt for primærproduksjon og omsmelting og raffinering av aluminium [7], utslippstall for resirkulert aluminium [8] og nøkkeltall for nettselskapene fra Norges vassdrags- og energidirektorat – Reguleringsmyndigheten for energi (NVE-RME) [3], ble brukt for å beregne besparelser ved resirkulering av aluminiumskabler i ulike scenarier. Disse beregningene kan bidra til å forstå den økonomiske og miljømessige effekten av ulike praksiser og teknologier.

1.3 Tidligere utførte arbeider

Norconsult har tidligere undersøkt klima- og miljømessige effekter ved å benytte kabelrør i stedet for å legge kabler direkte i kabelsand [5]. Hensikten med beregningene var å vurdere utslippsforskjellen mellom grøfter der kabler legges direkte i sand, og grøfter der kabelrør brukes. Som en del av dette ble det også vurdert om bruk av kabelrør kan bidra til å redusere utslipp knyttet til utskifting og opphenting av nedgravde kabler, og om det kan forbedre ressursutnyttelsen for gamle kabler som er tatt ut av drift.

For å belyse problemstillinga ble det satt opp tre scenarier. Det første scenariet omhandlet ei typisk grøft i bynære strøk, plassert i ei gate med trafikk, der kabelen ble lagt direkte i kabelsand. Det andre scenariet var også ei typisk grøft i bynære strøk, plassert i ei trafikkert gate, men her ble kabelen lagt i kabelrør. Det siste scenariet beskrev ei grøft i bynære strøk, med kabelkanal støpt i betong, der kabelen ble trukket inn i kabelrør som var støpt inn i kabelkanalen.

Tabell 1 viser klimagassutslippene knyttet til produktstadiet for materialer (A1-A3), etablering av grøfta (A4-A5), riving og opphenting av kabel (C1) og transport, behandling og avhending av kabel (C2-C4), sammenlignet med klimagassutslipp knyttet til materialgjenvinning av kabelen (D)². For livsløpsstadium D, konsekvenser utover systemgrensen, kan (de negative) klimagassutslippene også sees på som klimagevinst i form av redusert klimagassutslipp ved gjenvinning av alle materialene i kabelen.

Beregningene viser at utslippene knyttet til produktstadiet for materialer (A1-A3) for grøfter med kabelrør er lavere enn tilsvarende for grøfter med kabler lagt direkte i kabelsand. Dette skyldes ulik kabelbeskyttelse. I grøfter med kabelrør er rørene brukt som beskyttelse, mens det for grøfter med kabel direkte i kabelsand er benyttet kabeldekkplater i PE-plast. Kabeldekkplatene gir høyere utslipp enn rørene.

Ved riving av anlegget viser beregningene at utslippene fra å grave opp og hente ut én kabel lagt i kabelsand (C1-C4) er større enn den klimamessige gevinsten i form av klimagassreduksjon ved gjenvinning av alle materialene fra kabelen (D). For fem kabler i kabelsand er gevinsten ved gjenvinning (D) noe større enn utslippene fra riving av anlegget (C1-C4). Generelt gir opphenting av kabler ved graving langs hele grøftetraseen høyere utslipp enn gevinsten fra gjenvinning av kabelen, mens uttrekking av kabler fra kabelrør

² Beregningene er oppdatert med ny EPD for Pipelifes kabelrør [9].

eller betongkanaler gir større klimamessig gevinst i form av klimagassreduksjon fra gjenvinning enn utslippene knyttet til graving av trekkegroper ved riving.

Tabell 1: Samlede resultater for scenariene 1-6. Klimagassutslipp i tonn CO₂e per km grøft, gitt for ulike livsløpsstadier, (A1-A3, A4-A5, B4, C1, C2-C4, D) for scenario med kabel/kabler lagt direkte i kabelsand (scenario 1 og 4), scenario med kabel/kabler lagt i Pipelifes kabelrør (scenario 2 og 5) og scenario med kabel/kabler lagt i Pipelifes kabelrør i betongkanal (scenario 3 og 6). Beregningene er oppdatert med ny EPD for Pipelifes kabelrør [9].

Utslipp (tonn CO ₂ e per km)	A1-A3	A4-A5	B4	C1	C2-C4	D	Totalt uten D	Totalt med D
Grøft, kabelsand, én kabel	77,9	16,0	97,7	29,5	3,8	-12,4	225,0	212,6
Grøft, kabelrør, én kabel	77,8	18,0	63,2	1,6	3,9	-12,4	164,6	152,2
Grøft, kabelkanal, én kabel	81,1	15,3	63,3	1,5	3,8	-12,4	164,9	152,5
Grøft, kabelsand, fem kabler	335,6	24,9	372,1	42,9	11,7	-62,0	787,2	725,2
Grøft, kabelrør, fem kabler	333,0	32,3	310,2	2,7	12,4	-62,0	690,6	628,6
Grøft, kabelkanal, fem kabler	347,3	24,0	310,4	2,2	11,8	-62,0	695,8	633,8

2 Metode

2.1 Spørreundersøkelse

Det ble utarbeidet en spørreundersøkelse for å kartlegge praksis for ned- og oppgraving av kabler i norske nettselskaper. Hensikten med undersøkelsen var å sette klimagassberegningene fra rapporten «*Klima- og miljøeffekter ved bruk av kabelrør – Klimagassberegninger*» [5] i en større sammenheng ved å forstå dagens praksis og de utfordringene nettselskapene står overfor med hensyn til utskifting av kabler. Funnene fra spørreundersøkelsen gir innsikt i ulike faktorer som påvirker klimagassutslippene ved etablering av nedgravde kabeltraseer, noe som igjen gir de utførte klimagassberegningene praktisk betydning og gjør dem mer forståelige og anvendelige. Beregningene kan blant annet brukes som grunnlag for å vurdere potensielle klimagassbesparelser knyttet til utskiftning av kabler basert på dagens praksis.

Spørreundersøkelsen ble utarbeidet i samarbeid med fagressurser innen vei, høyspent og klima i Norconsult Norge AS, i tillegg til en representant fra Pipelife Norge AS. Dette samarbeidet sikret at spørsmålene var relevante og dekket nødvendige aspekter. Spørsmålene var både lukkede og åpne for å samle inn både kvantitative og kvalitative data.

Undersøkelsen ble sendt til utvalgte nettselskaper med geografisk spredning for å sikre en bred representasjon. For å vurdere representativiteten av svarene, ble nøkkeltall for nettselskapene fra 2022 og 2023 fra Norges vassdrags- og energidirektorat – Reguleringsmyndigheten for energi (NVE-RME), inkl. antall meter nedgravd kabel og antall nettkunder, benyttet [3]. Dette bidro til å sikre at resultatene ga et godt bilde av praksis blant nettselskapene, slik at resultatene kunne brukes til videre analyse. Oppsummering av spørreundersøkelsen er vist i Appendiks A.

2.2 Beregninger

Beregningene tok utgangspunkt i bransjestandard kabel for overføring av strøm fra nettstasjon til bygg eller tavle. Draka Prysmian Group Norge AS sin kabel TFXP 1kV 4G240mm² AFV [6] ble brukt som eksempel på en standard kabel i beregningene. For utslipp knyttet til kabelen er derfor EPDen for Draka-kabelen brukt.

For utslipp fra primærproduksjon av aluminium ble det benyttet et europeisk gjennomsnittstall fra European Aluminium [7]. Dette gjennomsnittet inkluderer klimagassutslippene knyttet til produksjonen av primæraluminium i Europa, inkludert utvinning av råmaterialer.

For utslipp knyttet til raffinering av aluminiumsskrap ble Hydros CIRCAL 100R [10] benyttet. Hydro CIRCAL 100R er resirkulert aluminium som inneholder minst 99,5 % aluminiumsskrap fra forbrukere. I Hydros beregning for resirkulert aluminium er transport av aluminiumsskrap fra returpunkt til resirkulering inkludert i modulen A2 Transport.

I de tidligere utførte klimagassberegningene [5] er det beregnet (negative) utslipp for gjenvinning av alle materialene i kabelen (D), inkludert plast for isolasjon og skjerming. Disse beregningene er basert på utslippsfaktorer fra EPDen for aluminiumskabelen fra Draka [6]. For beregningene i denne rapporten er kun resirkulering av aluminiumet fra kablene inkludert. Det vil si at avhending og forbrenning av plastmaterialer ikke er hensyntatt i beregningene. Utslippsfaktorer for resirkulering av aluminium er hentet fra EPDen for Hydros CIRCAL 100R [10].

For antall km nedgravd jordkabel i lokalt distribusjonsnett ble det benyttet nøkkeltall for nettselskapene for årene 2022 (nettkunder) og 2023 (jordkabel) fra NVE-RME [3]. NVE-RME har per telefon bekreftet at disse tallene gjelder km nedgravd kabel, ikke km grøft.

Spørreundersøkelsen (se kapittel 2.1) inkluderte noen spørsmål med kvantitative svar. For å beregne noen av konsekvensene av dagens praksis for utskiftning av nedgravde kabler blant nettselskapene, ble tallene fra spørreundersøkelsen brukt til å skalere funnene fra rapporten «*Klima- og miljøeffekter ved bruk av kabelrør – Klimagassberegninger*» [5]. Se også Appendiks A.

Beregningene tar utgangspunkt i bruk av fossil anleggsgjennomføring.

Klimagassberegningene ble satt opp i Microsoft Excel. Oversikt over mengdegrunnlag og utslippsfaktorer som inngår i beregningene er vist i Appendiks B.

I beregningene er det også benyttet funn fra de tidligere utførte klimagassberegningene, beskrevet i rapporten «*Klima- og miljøeffekter ved bruk av kabelrør – Klimagassberegninger*» [5]. Mengdegrunnlag og utslippsfaktorer for beregninger knyttet til opphenting av kabler er beskrevet der.

I de tidligere utførte klimagassberegningene [5] ble det benyttet en gammel EPD for kabelrørene til Pipelife. Denne rapporten benytter oppdatert EPD for Pipelifes kabelrør [9].

3 Beregninger

3.1 Aluminiumsproduksjon

3.1.1 Primærproduksjon

Aluminium produseres av bauxittmalm, en jordart som utvinnes fra gruver. Bauxitten raffineres deretter til alumina. Ved metallverkene omdannes den raffinerte aluminaen til aluminium. Primærproduksjon av aluminium fra bauxitt og alumina er svært energikrevende. Globalt kommer mye av energien til primærproduksjon av aluminium fra kull, og dette gir høye utslipp. International Aluminium Institute (IAI) er en global organisasjon som representerer primæraluminiumindustrien. Hvert år samler og rapporterer IAI data om klimagassutslipp fra aluminiumindustrien globalt. De siste årene har det globale gjennomsnittet for utslipp fra primærproduksjon av aluminium variert mellom 15-17 kg CO₂e per kg aluminium [11]. For 2023 var det 14,8 kg CO₂e per kg aluminium [11].

I Europa benyttes det mye energi fra fornybare kilder i primærproduksjonen av aluminium. Når man vurderer hele livssyklusen fra vugge til port (fra utvinning av råvarer til ferdig produkt), kan utslippet være så lavt som 4 kg CO₂e per 1 kg aluminium dersom energien kommer fra fornybare kilder [8]. European Aluminium er en bransjeorganisasjon som representerer aluminiumsindustrien i Europa. I deres rapport for den europeiske aluminiumsproduksjonen fra november 2024 oppgir de at det europeiske gjennomsnittet for utslipp fra primærproduksjon av aluminium fra vugge til port var 6,3 kg CO₂e per kg aluminium i 2023 [7].

3.1.2 Resirkulering av aluminium

Ved resirkulering av aluminium blir prosess- og forbrukerskrap først sortert og så kvernet til mindre biter. Deretter sorteres andre metaller, avfall og støv ut, før eventuell overflatebehandling fjernes. De små aluminiumbitene smeltes til slutt og støpes til nye produkter. Denne prosessen omtales heretter som raffinering av aluminiumsskrap. Raffineringen av aluminiumsskrap krever mye mindre energi enn primærproduksjon, noe som reduserer både kostnader og klimagassutslipp [1]. Resirkulering reduserer også behovet for uttak av ny bauxittmalm, slik at også miljøpåvirkningen fra gruvedrift reduseres.

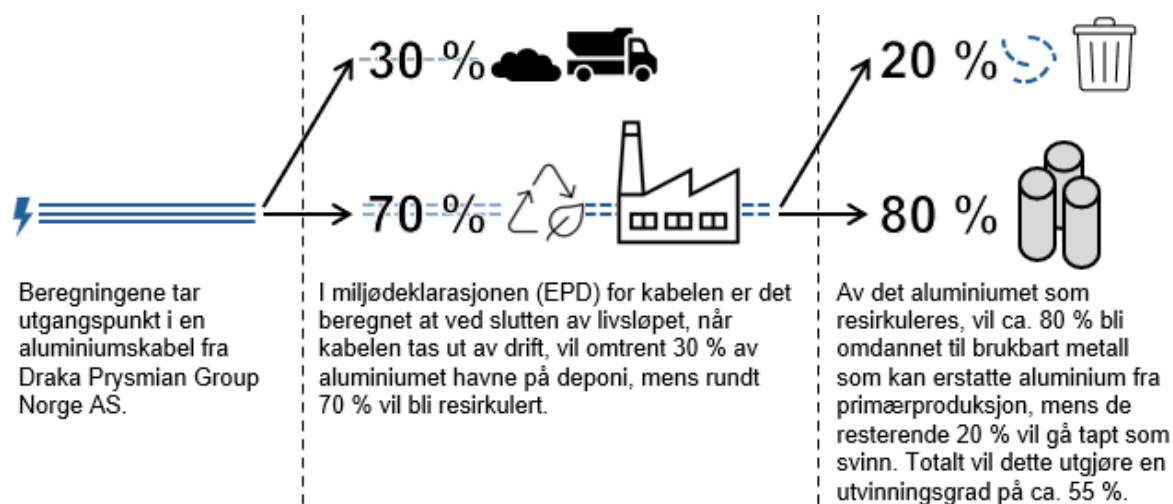
Når man vurderer livssyklusen for gjenvinning av materialer, ser man gjerne på «port til port» i stedet for «vugge til port». Beregninger fra «port til port» omfatter prosessene fra det punktet hvor materialet er klart for gjenvinning (fra port) til det er ferdig resirkulert og klart for ny bruk (til port). Ved beregning av klimagassutslippene fra raffinering av aluminiumsskrap fra port til port, inkluderes klimagassutslippene fra raffinering av skrapet til rent aluminium. Utvinning og transport av bauxittmalm og raffinering til alumina og aluminium er ikke inkludert, da dette er knyttet til primærproduksjonen. Transporten av skrapet fra returpunkt til «porten» ved gjenvinningsfabrikken kan imidlertid inkluderes i modulen A2 Transport.

I rapporten fra European Aluminium oppgis det tall for både omsmelting og raffinering av aluminiumsskrap. Når man vurderer hele livssyklusen fra port til port er det europeiske gjennomsnittet for utslipp fra omsmelting av rent skrap 0,26 kg CO₂e per kg aluminium, mens tilsvarende for raffinering av skrap er 0,41 kg CO₂e per kg aluminium [7]. Det er uklart om disse tallene inkluderer transport fra returpunkt til gjenvinningsfabrikken. Hydro CIRCAL 100R er aluminium som er gjenvunnet og inneholder minst 99,5 % aluminium fra skrap. I Hydros beregninger for CIRCAL 100R er transporten av skrap fra returpunkt til gjenvinning inkludert i modul A2 Transport. Utslipet fra port til port for Hydros CIRCAL 100R inkl. transport fra returpunkt til gjenvinning er 0,417 kg CO₂e per kg aluminium [10].

3.2 Utslipp fra aluminium i elektriske kabler

For klimagassberegningene er det tatt utgangspunkt i en bransjestandard aluminiumskabel, og Draka Prysmian Group Norge AS sin kabel TFXP 1kV 4G240mm² AFV er brukt som eksempel, se også kapittel 2.2. I følge EPDen for Draka-kabelen vil det i 1 m kabel være 2,46 kg aluminium [6]. Dersom det forutsettes at det er Draka-kabelen som er benyttet i ei grøft, vil det si at det ligger nedgravd 2460 kg aluminium i ei grøft på 1 km med én kabel.

Videre oppgir EPDen for Draka-kabelen at det ved livsløpets slutt vil være ca. 30 % (0,74 kg per m kabel) av aluminiumet som går til deponi, mens 70 % (1,72 kg per m kabel) vil gå til resirkulering. Av de 70 % som går til resirkulering, vil ca. 80 % (1,36 kg per m kabel) bli omgjort til brukbart metall som kan erstatte aluminium fra primærproduksjon. Totalt vil dermed ca. 55 % av opprinnelig mengde aluminium i kabelen gå tilbake i kretsløpet ved resirkulering. Dette er oppsummert i Figur 1.



Figur 1: Beregningene tar utgangspunkt i en bransjestandard aluminiumskabel. Som eksempel er Draka Prysmian Group Norge AS sin kabel TFXP 1kV 4G240mm² AFV brukt. EPDen til Draka-kabelen oppgir at ca. 70 % av aluminiumet vil sendes til resirkulering, hvor ca. 80 % vil bli omdannet til brukbart metall. Dette gir en utvinningsgrad på ca. 55 %.

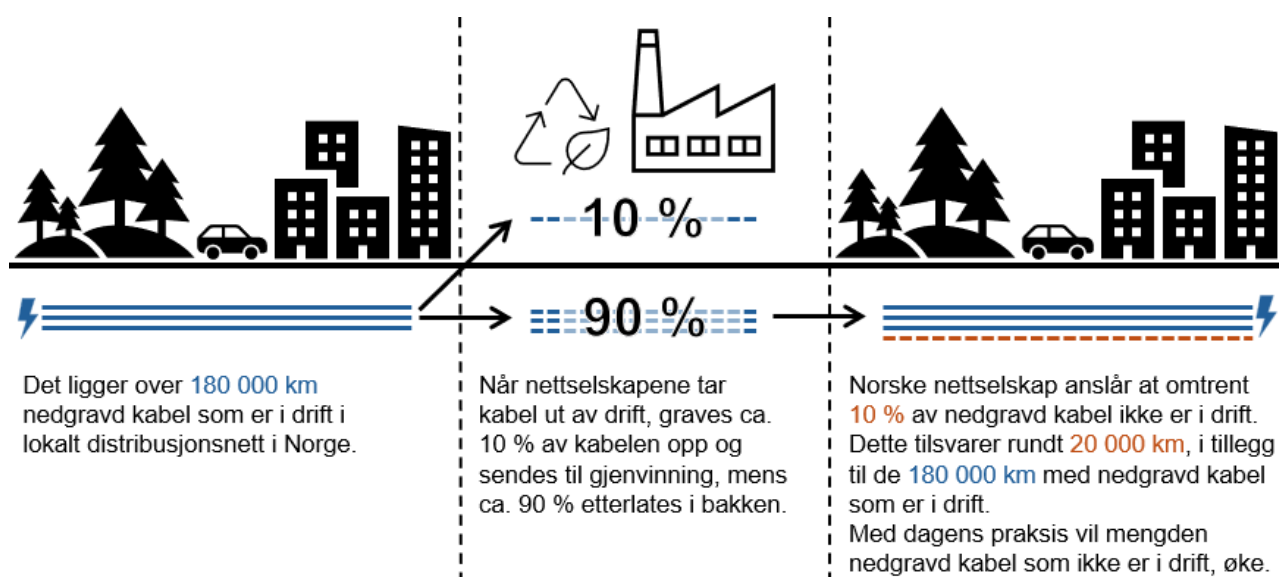
Dersom EPDen til kabelen legges til grunn, vil resirkulering av 1 km aluminiumskabel (2460 kg) kunne gi ca. 1360 kg rent aluminium tilbake til kretsløpet. Raffinering av aluminiumet fra kabelen gir et utslipp på ca. 570 kg CO₂e, mens utslipp fra primærproduksjon av tilsvarende mengde (1360 kg) aluminium gir et klimagassutslipp på ca. 8570 kg CO₂e. Dette er oppsummert i Figur 2. Dersom ikke oppgraving av kabelen inkluderes, vil resirkulering av aluminiumet fra kablene gi omtrent 93 % lavere klimagassutslipp enn primærproduksjon. Dette understreker hvor viktig resirkulering er for å redusere miljøpåvirkningen fra aluminiumsproduksjon.



Figur 2: Resirkulering av 1 km aluminiumskabel (2460 kg) kan gi ca. 1360 kg rent aluminium tilbake til kretsløpet. Raffinering av dette aluminiumet gir et utslipp på ca. 560 kg CO₂e, mens primærproduksjon av samme mengde gir ca. 8570 kg CO₂e. Dette betyr at resirkulering gir omtrent 93 % lavere klimagassutslipp enn primærproduksjon.

3.3 Nedgravd kabel i lokalt distribusjonsnett

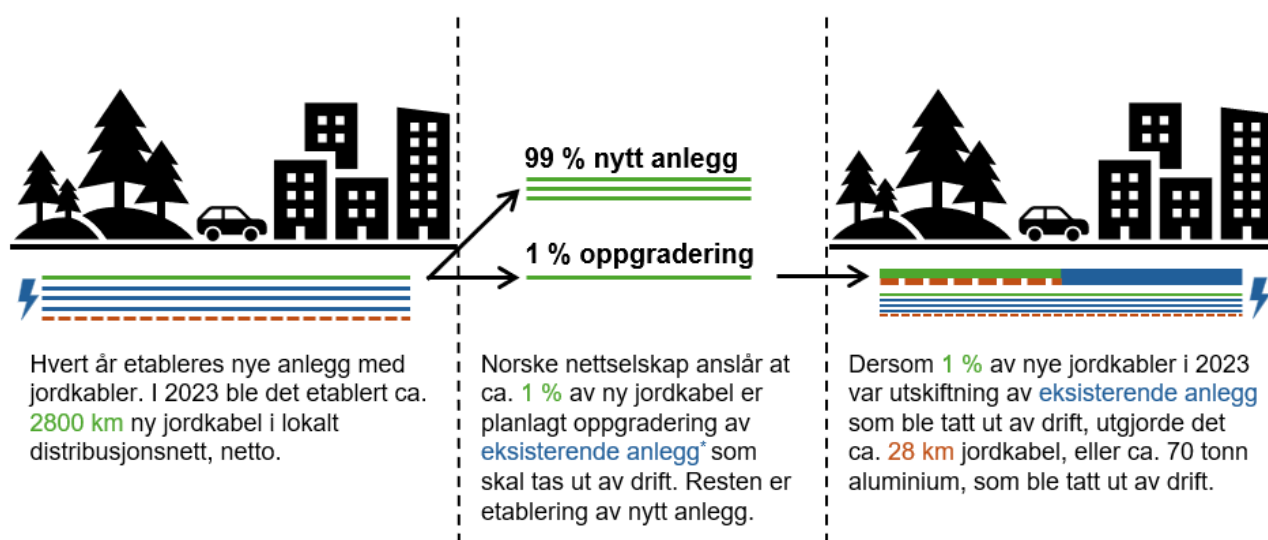
I tall fra NVE-RME framgår det at norske nettselskaper har ca. 180 000 km jordkabel i drift i lokalt distribusjonsnett per 2023 [3]. Ifølge spørreundersøkelsen til norske nettselskaper (se kapittel 2.1) vil ca. 10 % av nedgravd kabel som ødelegges, oppgraderes eller tas ut av drift, hentes opp og sendes til gjenvinning, mens ca. 90 % av kablene vil bli liggende igjen i bakken. Norske nettselskap anslår også at ca. 10 % av nedgravd kabel ikke er i drift. Grovt regnet betyr det at det ligger ca. 20 000 km nedgravd kabel i såkalte «depot» over hele landet. Dette er oppsummert i Figur 3.



Figur 3: I tall fra NVE-RME fremgår det at norske nettselskap har ca. 180 000 km nedgravd kabel i drift i lokalt distribusjonsnett [3]. Norske nettselskap rapporterer at når kabler tas ut av drift, vil ca. 90 % etterlates i bakken. Videre anslår nettselskapene at ca. 10 % av nedgravd kabel ikke er i drift. Dette tilsvarer ca. 20 000 km, i tillegg til de 180 000 km med nedgravd kabel som er i drift.

3.4 Utskiftning av gamle kabler

I tallene fra NVE-RME kommer det også fram at det i løpet av året 2023 ble etablert ca. 2800 km ny jordkabel i lokalt distribusjonsnett, netto [3]. I spørreundersøkelsen oppgir nettselskapene at ca. 1 % av nytt anlegg er planlagt oppgradering av eksisterende anlegg. Dersom man, for beregningenes skyld, antar at 1 % av alle nyetablerte jordkabler er utskiftning av gamle kabler, vil dette utgjøre ca. 28 km jordkabel³. Dersom man også antar at alle disse kablene tilsvarer aluminiumskabler fra Draka (se kapittel 2.2), vil det utgjøre ca. 70 tonn nedgravd aluminium som tas ut av drift. Dette er oppsummert i Figur 4.



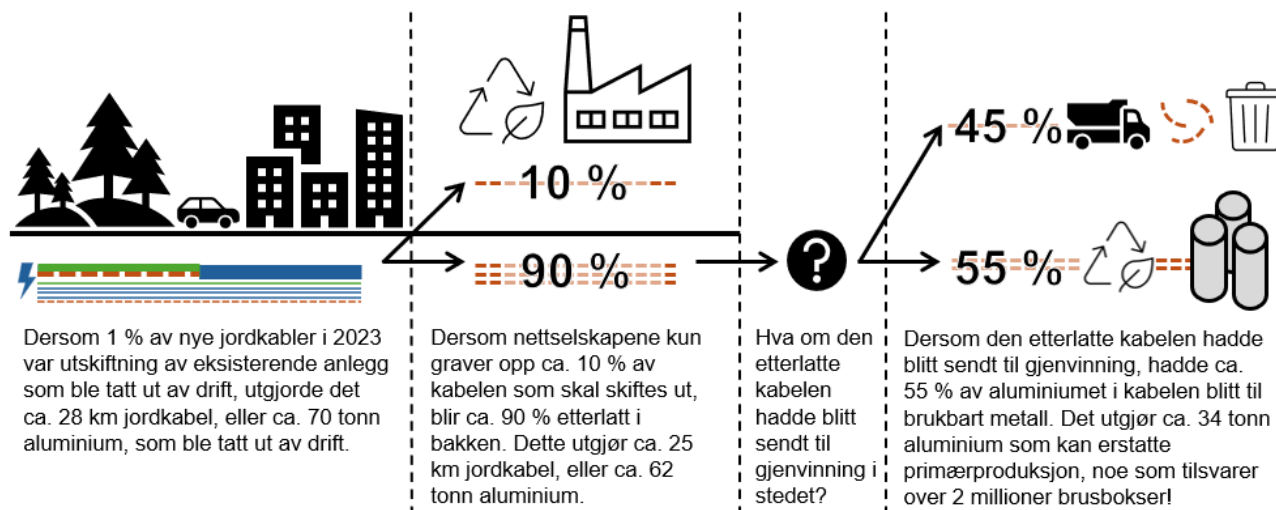
Figur 4: I 2023 ble det etablert ca. 2800 km ny jordkabel i lokalt distribusjonsnett, netto. Nettselskapene oppgir at ca. 1 % av nytt anlegg er oppgradering av eksisterende anlegg. Dersom det, for beregningenes skyld, antas at 1 % av nyetablerte jordkabler er utskiftning av gamle kabler, utgjør dette ca. 28 km jordkabel. Hvis alle disse kablene er aluminiumskabler fra Draka, tilsvarer det ca. 70 tonn nedgravd aluminium som tas ut av drift.

* Tallene fra NVE-RME representerer netto nytt anlegg. Tallet gir ikke informasjon om hvor mye av det eksisterende anlegget som ble skiftet ut.

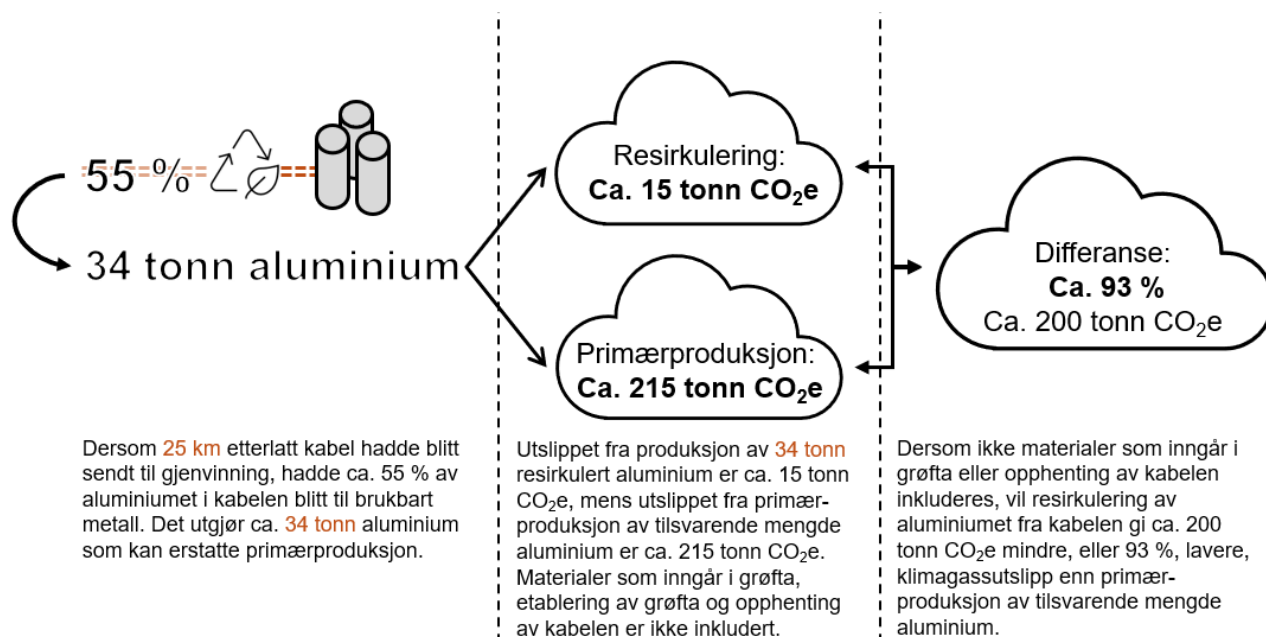
Om nettselskapene henter opp og sender ca. 10 % av kablene de tar ut av drift, til gjenvinning, blir 90 % etterlatt i bakken. For eksempelet over, hvor 1 % av 2800 km nyetablerte kabler erstatter eksisterende anlegg, vil 90 % av den ene prosenten utgjøre 25 km kabel, eller ca. 62 tonn aluminium, som går ut av kretsløpet og inn i såkalte «depoter». Hadde kabelen i stedet blitt gravd opp eller trukket ut, ville denne mengden aluminium generert ca. 34 tonn resirkulert aluminium som kunne erstattet primærproduksjon. Dette er oppsummert i Figur 5.

Utslipet fra produksjon av 34 tonn resirkulert aluminium er ca. 15 tonn CO₂e, mens utslippet fra primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium er ca. 215 tonn CO₂e. Dersom materialer som inngår i grøfta, etablering av grøfta og opphenting av kabelen ikke inkluderes, vil resirkulering av aluminiumet fra den kasserte kabelen gi ca. 200 tonn CO₂e mindre, eller 93 %, lavere, klimagassutslipp enn primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium. Dette er oppsummert i Figur 6.

³ Tallene fra NVE-RME representerer netto nytt anlegg. Tallet gir ikke informasjon om hvor mye av det eksisterende anlegget som ble skiftet ut.



Figur 5: Hvis nettselskapene sender ca. 10 % av kablene de tar ut av drift til gjenvinning, blir 90 % etterlatt i bakken. For kabler som erstatter eksisterende anlegg, utgjør dette ca. 25 km kabel, eller ca. 62 tonn aluminium, som går ut av kretsløpet. Hadde disse kablene blitt gravd opp, ville de generert ca. 34 tonn resirkulert aluminium som kunne erstattet primærproduksjon.



Figur 6: Dersom 25 km etterlatt kabel ble resirkulert, ville omtrent 55 % av aluminiumet bli brukbart metall, tilsvarende 34 tonn. Produksjon av 34 tonn resirkulert aluminium gir utslipp på ca. 15 tonn CO₂e, mens primærproduksjon gir ca. 215 tonn CO₂e. Resirkulering vil dermed redusere utslippene med ca. 200 tonn CO₂e, eller 93 %, sammenlignet med primærproduksjon. Materialer som inngår i grøfta, etablering av grøfta og opphenting av kabelen er ikke inkludert, se kapitlene 3.5 og 3.6 for vurdering av dette.

3.5 Utslipp fra opphenting av kabel sammenlignet med utslipp fra resirkulering og primærproduksjon

Før nedgravde kabler kan sendes til resirkulering, må de hentes opp fra «depotene» i bakken. Hvis opphenting av kabler skal inkluderes i beregningene av utslipp knyttet til resirkulering, vil metoden kabelen er lagt i grøfta påvirke utslippene fra opphentinga. De tidligere utførte beregningene tok utgangspunkt i tre scenarier for legging av kabel i grøft: direkte i kabelsand, trukket i kabelrør og trukket i kabelrør støpt inn i kabelkanaler av betong [5]. I disse beregningene kom det fram at klimagassutslippene knyttet til riving og opphenting av kabel (C1) og transport, behandling og avhending av kabel (C2-C4) er totalt 33, 5 og 5 tonn CO₂e per km for en kabel som ligger hhv. direkte i kabelsand, i kabelrør og i kabelkanaler (se Tabell 1) [5].

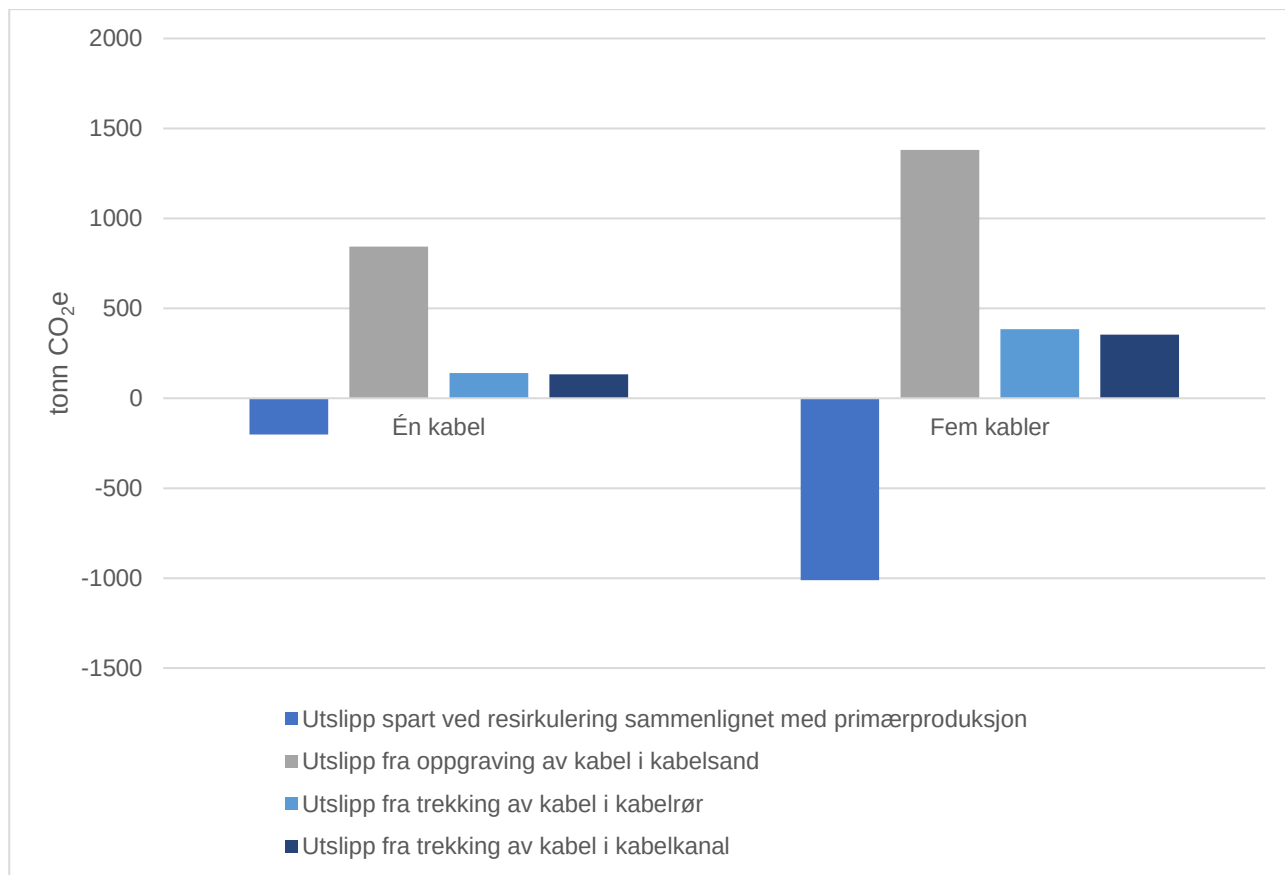
Eksempelet fra forrige kapittel, hvor 1 % av 2800 km nyetablerte kabler erstatter eksisterende anlegg, og 90 % av den ene prosenten, altså ca. 25 km kabel, etterlates i «depoter» i bakken, danner grunnlaget for videre beregninger. Hvis de 25 km med kabel som tas ut av drift og etterlates i bakken, i stedet hentes opp for resirkulering, vil utslippet fra opphenting påvirkes av om kabelen er lagt direkte i kabelsand eller er trukket i kabelrør eller kabelkanal.

Dersom kabelen er lagt direkte i kabelsand, må hele traseen graves opp for å hente ut kabelen. Oppgraving av hele anlegget på 25 km (C1-C4) vil gi et klimagassutslipp på ca. 840 tonn CO₂e. Hvis både oppgraving (ca. 840 tonn CO₂e) og utslipp fra resirkulering av aluminiumet fra kabelen (ca. 15 tonn CO₂e) inkluderes, blir utslippet ca. 300 % større enn utslippene fra primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium (ca. 215 tonn CO₂e). Dette gir et netto høyere klimagassutslipp ved oppgraving og resirkulering, til tross for besparelser ved å erstatte primærproduksjon med resirkulering av aluminium fra kabelen. Dette er oppsummert i Figur 7.

Ligger det flere kabler i samme grøft, vil utslippet fra graving reduseres relativt til mengden aluminium som graves opp. For ei grøft med fem kabler vil utslippet fra oppgraving kun være ca. 35 % større enn utslippet fra primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium som kan produseres ved resirkulering av de fem kablene (Figur 7).

Dersom kabelen ligger i kabelrør, enten direkte i kabelsand eller støpt inn i kabelkanaler, kan kabelen trekkes opp ved såkalte trekkegrøper. Det å trekke kabelen ut fra kabelrør (C1-C4) gir et klimagassutslipp på ca. 140 tonn CO₂e, mens tilsvarende tall for grøfter hvor kabelen ligger i kabelkanal vil være ca. 130 tonn CO₂e. Begge tilfellene gir ca. 80 % lavere utslipp enn ved å grave opp kabelen (ca. 840 tonn CO₂e). Der hvor kabelen kan trekkes ut ved endt livsløp og sendes til resirkulering, vil utslippet fra trekking og resirkulering kun utgjøre ca. 30 % av utslippene fra primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium (ca. 215 tonn CO₂e). Dette gir en netto besparelse av klimagassutslipp ved trekking og resirkulering av kabelen ved endt livsløp (Figur 7).

I flerrørsgrøfter vil kablene trekkes inn i hvert sitt rør, men for anlegg med flere parallelle kabelrør eller kabelkanaler med flere innstøpte kabelrør, vil det ikke etableres flere trekkegrøper ved riving. Dermed vil utslippet fra trekking av kabler fra flerrørsgrøfter reduseres relativt til mengden aluminium som trekkes opp (Figur 7).



Figur 7: Resirkulering av aluminium fra kasserte kabler reduserer utslippene knyttet til aluminiumsproduksjon med ca. 93 % sammenlignet med primærproduksjon. For en 25 km grøft med én kabel spares ca. 200 tonn CO₂e, og for fem kabler ca. 1000 tonn CO₂e. Utslipp knyttet til opphenting av nedgravde kabler påvirkes av leggemetoden og kan gi utslipp fra 130 til 840 tonn CO₂e for én kabel, og fra 350 til 1380 tonn CO₂e for fem kabler. Generelt gir oppgraving av kabler som kan sendes til resirkulering netto høyere utslipp enn primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium, mens trekking av kabler fra kabelrør eller kabelkanaler gir netto besparelse.

3.6 Utslipp fra etablering av kabelgrøfter sammenlignet med besparelser ved resirkulering

Eksempelet fra de forrige kapitlene, hvor 1 % av 2800 km nyetablerte kabler erstatter eksisterende anlegg per år, og 90 % av den ene prosenten, altså ca. 25 km kabel, etterlates i «depoter» i bakken, danner også her grunnlaget for videre beregninger. Hvis de 25 km med kabel som tas ut av drift, hentes opp for resirkulering, vil den totale besparelsen per år ved opphenting og resirkulering ikke bare avhenge av leggemetoden og metoden for opphenting, men også av hvor stort utslippet ved etablering av grøftene var i utgangspunktet.

De tidligere utførte klimagassberegningene viser at utslipp fra etablering av grøftetraseer med kabler (A1-A5, se Tabell 1) er noe høyere for grøfter med kabelrør (ca. 2 %) og betongkanaler (ca. 3 %) enn for å legge kabelen direkte i kabelsand [5]. Dersom man ser på utslipp fra produktstadiet (A1-A3) og gjennomføringsstadiet (A4-A5), men ikke regner med utslipp fra produksjon av kabelen, vil utslippet ved etablering av ei grøft for én kabel i kabelrør gi 5 % høyere utslipp sammenlignet med ei grøft for én kabel lagt direkte i kabelsand, mens etablering av ei grøft for én kabel i kabelkanal i betong gir 7 % høyere utslipp. Tilsvarende vil etablering av ei grøft for fem kabler i kabelrør eller kabelkanal gi hhv. 8 % og 17 % høyere utslipp enn etablering av ei grøft for fem kabler lagt direkte i kabelsand. Dette er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2: Samlede resultater for scenariene 1-6. Klimagassutslipp i tonn CO₂e per km grøft, gitt for produktstadiet (A1-A3) og gjennomføringsstadiet (A4-A5) for scenario med kabel/kabler lagt direkte i kabelsand, scenario med kabel/kabler lagt i Pipelife kabelrør og scenario med kabel/kabler lagt i Pipelife kabelrør i betongkanal. Differansen er gitt mellom etablering av grøft for kabler trukket i kabelrør eller kabelkanal sammenlignet med grøft for kabler lagt direkte i kabelsand. Negative tall betyr lavere utslipp sammenlignet med grøft med kabel direkte i kabelsand.

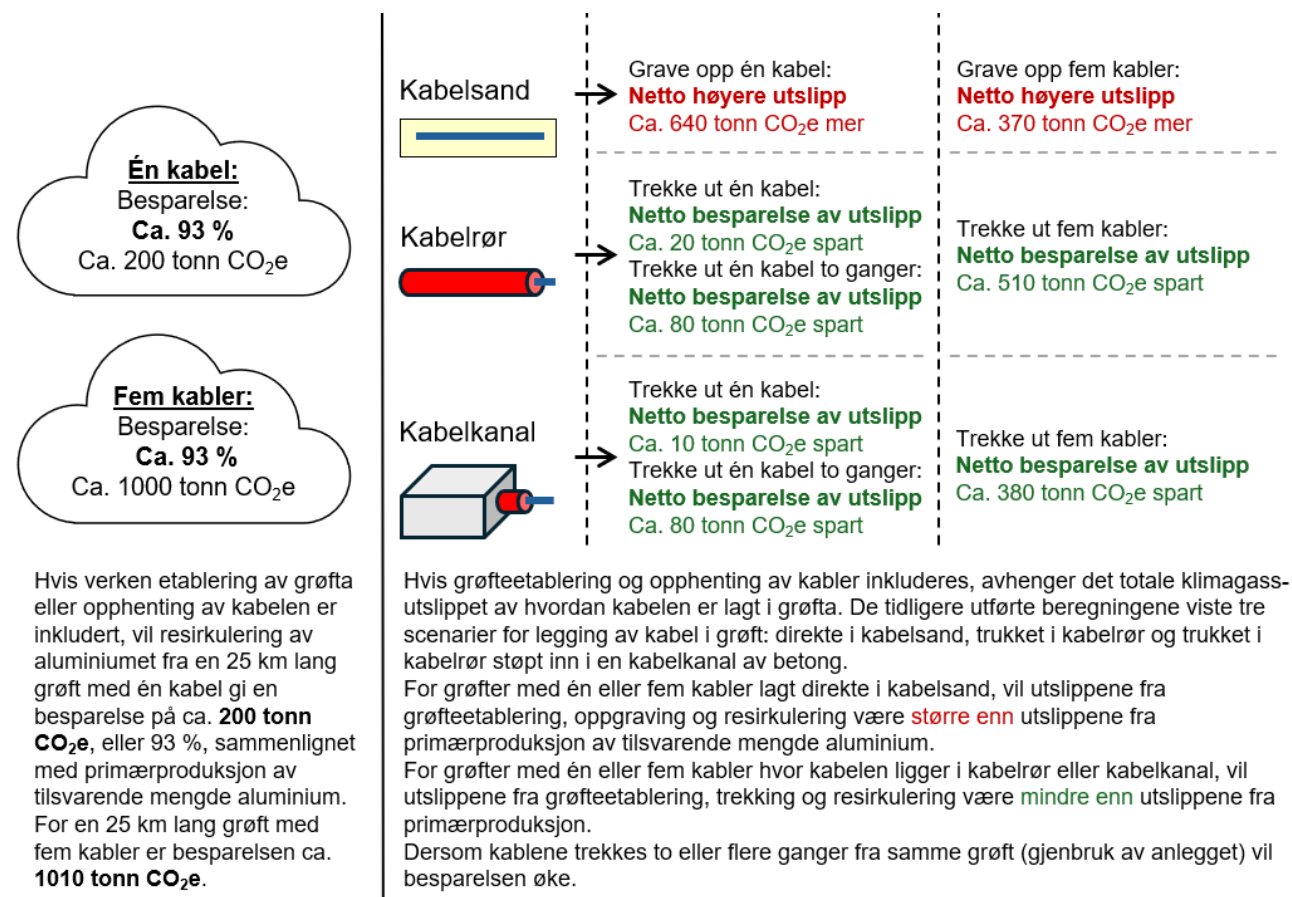
	A1-A3		A4-A5		A1-A5	
	tonn CO ₂ e	Differanse	tonn CO ₂ e	Differanse	tonn CO ₂ e	Differanse
Én kabel						
Grøft, kabelsand, én kabel	18,5	0 %	15,9	0 %	34,4	0 %
Grøft, kabelrør, én kabel	18,4	-1 %	17,8	12 %	36,2	5 %
Grøft, kabelkanal, én kabel	21,7	17 %	15,1	-5 %	36,8	7 %
Fem kabler						
Grøft, kabelsand, fem kabler	38,7	0 %	24,1	0 %	62,8	0 %
Grøft, kabelrør, fem kabler	36,2	-7 %	31,5	31 %	67,7	8 %
Grøft, kabelkanal, fem kabler	50,5	30 %	23,2	-4 %	73,7	17 %

Dersom utslipp fra både opphenting (C1-C4), etablering (A1-A5) og resirkulering av aluminiumet fra kablene inkluderes, viser beregningene at det fortsatt ikke lønner seg å hente opp kabler fra grøfter med én eller fem kabler lagt direkte i kabelsand, sammenlignet med utslipp fra primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium. For grøfter med én eller fem kabler vil det imidlertid lønne seg å trekke kabelen i kabelrør eller kabelkanal, da utslippet fra etablering av grøfta og opphenting og resirkulering av aluminiumet fra kablene er mindre enn utslippene fra primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium. Dersom man trekker kabelen to eller flere ganger fra samme grøft, vil man kunne spare ytterligere utslipp relativt til utslippet fra primærproduksjon. Dette er oppsummert i Tabell 3 og vist i Figur 8.

Beregningene viser samtidig at det er lavere utslipp over hele livsløpet for grøfter med kabelrør og -kanaler enn for grøfter med kabelsand, se Tabell 1. Dette skyldes i hovedsak utslipp fra riving av anlegget (C1), men også utskiftning av kabler underveis i livsløpet (B4) og litt lavere utslipp fra produktstadiet (A1-A3) for grøfter med kabelrør.

Tabell 3: Samlede resultater for scenariene 1-6. Klimagassutslipp i tonn CO₂e for 25 km grøft (regneeksempel) gitt for etablering (A1-A5) og opphenting (C1-C4) for scenario med kabel/kabler lagt direkte i kabelsand, scenario med kabel/kabler lagt i Pipelife's kabelrør og scenario med kabel/kabler lagt i Pipelife's kabelrør i betongkanal. Differansen er gitt mellom etablering av grøft for kabler trukket i kabelrør eller kabelkanal sammenlignet med grøft for kabler lagt direkte i kabelsand. Besparelse ved resirkulering er differansen mellom utslipp fra resirkulering av aluminium og utslipp fra primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium.

	A1-A5	Differanse, A1-A5	C1-C4	Besparelse ved resirkulering	Besparelse – C1-C4	Total besparelse (Besparelse – A1-A5 – C1-C4)	Total besparelse, to trekking
En kabel							
Grøft, kabelsand, én kabel	871	0	842	202	-640	-640	-1280
Grøft, kabelrør, én kabel	917	46	141	202	62	16	77
Grøft, kabelkanal, én kabel	932	61	133	202	70	9	79
Fem kabler							
Grøft, kabelsand, fem kabler	1589	0	1381	1012	-369	-369	-738
Grøft, kabelrør, fem kabler	1712	123	383	1012	629	505	1134
Grøft, kabelkanal, fem kabler	1865	276	354	1012	658	382	1040



Figur 8 : Oppsummering av klimagassutslipp fra resirkulering av kabler og opphenting av nedgravde kabler.

4 Usikkerhet

Det er alltid usikre faktorer som spiller inn ved klimagassberegninger. Beregningene har tatt utgangspunkt i svar fra nettselskaper som til sammen representerer 11 % jordkabel og nettkunder. Praxis for nettselskapene kan variere fra sted til sted, avhengig av stedsspesifikke forhold. Resultatene fra beregningene kan derfor kun brukes til overordnede konklusjoner.

For beregningene er det benyttet europeiske gjennomsnitt og spesifikke EPDer. Klimagassutslipp fra produksjon av kabler har relativt stor påvirkning på resultatet, og ved bruk av et annet produkt vil klimagassutslippene kunne variere. Kabelen som er brukt i beregningene er imidlertid vurdert til å være typisk for norske forhold, og dermed representativ for bruk i beregningene. Også klimagassutslipp fra primærproduksjon og raffinering av aluminium har stor påvirkning på resultatet. I beregningene er det brukt europeiske gjennomsnitt. Ved bruk av spesifikke produkter vil klimagassutslippene kunne variere. Det vurderes imidlertid som rimelig å benytte europeisk gjennomsnitt, da dette gir et balansert og representativt bilde av situasjonen i Europa.

Utslipet fra oppgraving og trekking av kabler fra flerrørsgrøfter reduseres relativt til mengden aluminium som hentes opp. Det er kun beregnet utslipp for grøfter med én og fem kabler. Ved flere kabler i samme grøft kan resultatet variere.

5 Oppsummering

Økt forbruk av ikke-fornybare ressurser som metaller, kombinert med et økt fokus på reduksjon av klimagassutslipp, vil kreve en sterkere satsning på gjenvinning og mer systematiserte løsninger for resirkulering av kasserte produkter og avfall i framtida. Resirkulering av metaller som aluminium kan spille en avgjørende rolle i å effektivisere utnyttelsen av materialer og redusere klimagassutslippene, ettersom det reduserer behovet for gruvedrift og krever betydelig mindre energi enn primærproduksjon.

I tall fra NVE-RME framgår det at norske nettselskaper har ca. 180 000 km jordkabel i drift i lokalt distribusjonsnett per 2023 [3]. Norske nettselskaper anslår at ca. 10 % av nedgravd kabel er ute av drift. Dette tilsvarer ca. 20 000 km nedgravd kabel som per nå ligger lagret i såkalte «depoter» landet over. Videre oppgir nettselskapene at rundt 10 % av kabler de tar ut av drift, blir hentet opp og sendt til gjenvinning, mens 90 % blir etterlatt i bakken. Med denne praksisen vil mengden nedgravd kabel som ikke er i drift, øke.

Hvert år etableres nye anlegg med nedgravde kabler. I 2023 ble ca. 2800 km ny jordkabel etablert, netto. Et regneeksempel med utgangspunkt i tallene fra 2023, der 1 % av de nyetablerte kablene (28 km) erstatter eksisterende anlegg, viser at dersom de 90 % som normalt ville blitt etterlatt i bakken (25 km), i stedet ble sendt til gjenvinning, ville resirkulering av metallet fra kablene gitt ca. 34 tonn aluminium per år som kunne erstattet primærproduksjon. Dersom etablering av grøfta og opphenting av kabelen ikke inkluderes, ville besparelsen ved resirkulering sammenlignet med primærproduksjon i dette tilfellet vært 93 %.

Både grøfteetablering og opphenting av kablene fra «depotene» vil imidlertid påvirke totalutslippet betydelig. Beregningene viser at etablering av grøftetraseer i utgangspunktet gir store utslipp, og at bruk av kabelrør eller kabelkanaler gir noe større utslipp enn bruk av kabelsand alene. Tallene viser også at oppgraving og reetablering av hele kabeltraseen medfører store klimagassutslipp, da dette, i likhet med etablering av traseen, krever omfattende inngrep og materialforbruk. Generelt gjelder det at oppgraving og resirkulering av kabelen gir netto høyere utslipp enn primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium. Dermed er det ikke klimamessig gunstig å grave opp hele traseen for å hente opp kabler som er lagt direkte i kabelsand.

Løsninger som ikke krever oppgraving av hele traseen, kan være mer klimavennlige. Bruk av kabelrør, enten direkte i kabelsand eller innstøpt i betongkanaler, gjør det mulig å trekke ut kablene igjen, og forenkler utskiftning, erstatning og opphenting av nedgravde kabler. Beregningene viser at etablering, trekking og resirkulering av kabler fra grøfter med kun én kabel gir netto lavere utslipp enn primærproduksjon av tilsvarende mengde aluminium. Dersom man henter opp kabler to eller flere ganger fra samme anlegg (altså at anlegget brukes om igjen), eller dersom flere kabler legges i samme grøft, gir også det netto besparelse av klimagassutslipp sammenlignet med primærproduksjon. Det skal nevnes at beregningene tar utgangspunkt i bruk av fossil anleggsgjennomføring. Utslippfri anleggsgjennomføring kan gi høyere besparelse.

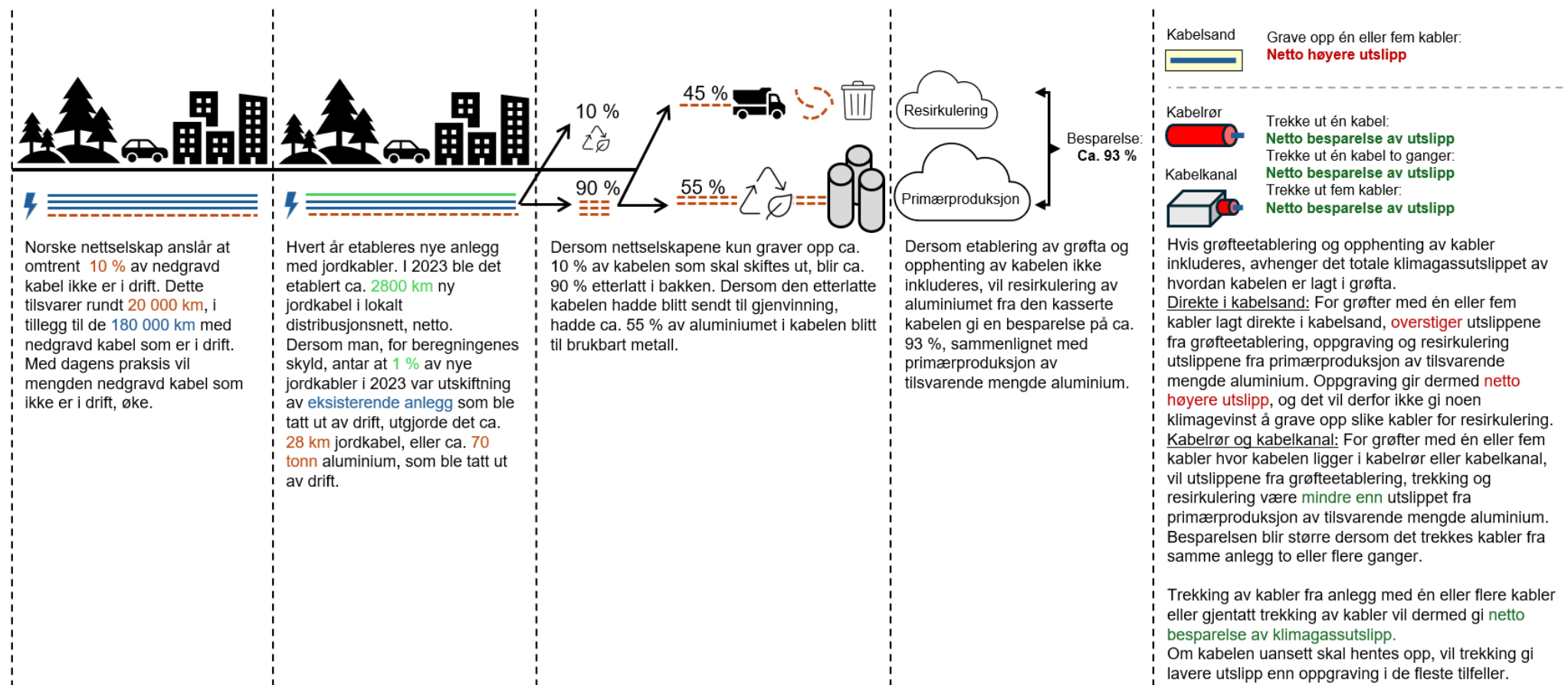
For å oppnå klimamessige fordeler gjennom resirkulering av kabler, må framtidens kabelanlegg planlegges helhetlig. Dette innebærer løsninger med kabelrør eller -kanaler som legger til rette for enkel opphenting av kablene, flere kabelrør i samme grøft og fleksible anlegg som kan møte framtidens behov. Langsiktig planlegging og fleksible anlegg er avgjørende for å redusere framtidige kostnader, arbeidsmengde og klimagassutslipp, samtidig som materialene i kablene kan resirkuleres mer effektivt. Uten slike tiltak vil verdifulle metaller i kablene gå tapt, og dagens praksis med nedgraving i kabelsand vil fortsette å hindre god ressursutnyttelse.

Figur 9 viser en grafisk oppsummering av de miljømessige effektene av dagens praksis for nedgraving og opphenting av kabler.

Klima- og miljøeffekter ved bruk av kabelrør

Innspill fra nettselskap

Oppdragsnr.: 52309814 Dokumentnr.: RIM-Rap-02-J06 Revisjon: J06



Figur 9: Oppsummering av beregninger av klimagassutslipp knyttet til resirkulering og primærproduksjon av aluminium og opphenting av nedgravde kabler.

6 Referanser

- [1] Norsk Hydro ASA, «Resirkulert aluminium fra Hydro,» Norsk Hydro ASA, 2025. [Internett]. Available: <https://www.hydro.com/no/global/aluminium/produkter/lavkarbon-og-resirkulert-aluminium/resirkulert-aluminium/>. [Funnet 01 05 2025].
- [2] B. Wallsten, «Underneath Norrköping - An Urban Mine of Hibernating Infrastructure,» Linköping University, Linköping, 2013.
- [3] Norges vassdrags- og energidirektorat - Reguleringsmyndigheten for energi (NVE-RME), «Nøkkeltall for nettselskapene,» 20 12 2023. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/publikasjoner-og-data/data-og-noekkeltall/noekkeltall-for-nettselskapene/>.
- [4] RENAS, «De skjulte miljøbombene,» *RENAS Et medlemsmagasin fra Norges ledende EE-returselskap*, vol. 2015, nr. 01, pp. 20-23, 2015.
- [5] Norconsult Norge AS, «Pipelife Norge AS - Klima- og miljøeffekter ved bruk av kabelrør - Klimagassberegninger - RIM-Rap-01_J02,» Norconsult Norge AS, Sandvika, 2024.
- [6] Prysmian Group Norge AS, «NEPD-4600-3863-EN, TFXP 1kV 4G 240 A, Draka Prysmian Group,» EPD-Norge Global Program Operator, Drammen/Keila, 2023.
- [7] European Aluminium, «Environmental profile report for the European aluminium industry - Life Cycle Inventory (LCI) data for aluminium production and transformation processes in Europe - Executive Summary,» European Aluminium, 11 2024. [Internett]. Available: <https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2024/11/2024-11-07-European-Aluminium-EPR-2024-Executive-Summary.pdf>. [Funnet 22 01 2025].
- [8] Norsk Hydro ASA, «Lavkarbon-aluminium fra Hydro,» Hydro - Low-carbon aluminium, 2025. [Internett]. Available: <https://www.hydro.com/no/global/aluminium/produkter/lavkarbon-og-resirkulert-aluminium/lavkarbonaluminium/>. [Funnet 23 01 2025].
- [9] Pipelife Norge AS, «NEPD-8986-8662 Extruded PVC-U pressure, sewer, surface water and cable protection pipe systems,» The Norwegian EPD Foundation, Oslo, 06.02.2025.
- [1] Hydro Aluminium AS, «Hydro CIRCAL 100R, Aluminium Extrusion Ingot,» EPD Norge Global program operator, Oslo, 2024.
- [1] International Aluminium Institute (IAI), «Primary Aluminium Greenhouse Gas Emissions Intensity,» International Aluminium Institute, 2024. [Internett]. Available: <https://international-aluminium.org/statistics/greenhouse-gas-emissions-primary-aluminium/?publication=greenhouse-gas-emissions-intensity-primary-aluminium&filter=%7B%22row%22%3Anull%2C%22group%22%3Anull%2C%22multiGroup%22%3A%5B%5D%2C%22dateRange%22%3A%22>. [Funnet 22 01 2025].

Appendiks A Funn fra spørreundersøkelsen

A.1 Svarprosent

Spørreundersøkelsen ble distribuert til flere nettselskaper. Svarene som kom inn, representerer omtrent 11 % av nettkundene og 11 % av nedgravd kabel, ifølge tall fra NVE-RME [3]. Videre dekker disse nettselskapene en bred geografisk fordeling.

Spørreundersøkelsen inneholdt både kvantitative og kvalitative, åpne spørsmål. Under følger en oppsummering av de kvantitative spørsmålene og svarene på hvert av de kvalitative spørsmålene. For å sikre nøyaktighet i resultatene, er svarene fra de kvantitative spørsmålene oppgitt som et vektet gjennomsnitt. Dette innebærer at nettselskaper med et større antall kunder har større innflytelse på resultatene enn de med færre kunder. Svarene på de kvalitative spørsmålene er slått sammen, og representerer dermed en oppsummering av svarene som kom inn fra nettselskapene.

A.2 Oppsummering

A.2.1 Tall

Tabell 4: Svarene på kvantitative spørsmål fra spørreundersøkelsen oppsummert. For å sikre nøyaktighet i resultatene, er svarene oppgitt som vektete gjennomsnitt. Dette innebærer at nettselskaper med et større antall kunder har større innflytelse på resultatene enn de med færre kunder.

Spørsmål	Svar (vektet gjennomsnitt)
Hvor mye nedgravd kabel etterlates i bakken av det som blir tatt ut av drift?	91 %
Hvor mye av de nedgravde kablene innenfor deres område er tatt ut av drift?	8 %
Hvor ofte hentes kablene opp igjen fra bakken?	8 %
I hvor stor grad planlegges utvidelse eller oppgradering av nett	
Hvor mye av ny nedgravd kabel er planlagt oppgradering, altså utskiftning av eksisterende anlegg?	1 %
Hvor mye av ny nedgravd kabel er helt nye anlegg?	94 %

A.2.2 Hva påvirker levetida til nedgravde kabler?

Nettselskapene oppgir at flere faktorer kan påvirke levetida til nedgravde elektriske kabler. Disse inkluderer graving i området rundt kablene, kvaliteten på grøfta, vanninntrengning og dannelse av vannre, overbelastning, temperatur fra forlegningsmåte og den fysiske håndteringen av eksisterende kabler. Hver av disse faktorene kan bidra til å redusere kabelens levetid ved å svekke isolasjonen og øke risikoen for feil og havari.

Hvis kabelen er riktig installert og ikke blir skadet, oppgir nettselskapene at levetiden kan være mellom 50 og 100 år.

A.2.3 Hva skjer med nedgravde kabler som av ulike årsaker ødelegges eller tas ut av drift?

Dersom nedgravde kabler blir ødelagt eller tas ut av drift, svarer nettselskapene at kablene vanligvis blir liggende (88 %). Unntakene er når kabler må skiftes ut eller repareres langs eksisterende traséer, eller når det er kostnadseffektivt å fjerne dem (11 %). Etterlatte kabler hentes gjerne opp igjen dersom det likevel skal

graves langs gamle traseer, f.eks. ved arbeid for veg og VA, eller på grunn av plassmangel. Sjøkabler fjernes. Oljetrykkabler tømmes for olje og forsegles.

De kablene som graves opp, leveres til godkjente mottak eller gjenvinning. Ombruk og gjenbruk av elektriske kabler er sjeldent.

Nettselskapene oppgir at ca. 7 % av all nedgravd kabel innafor deres område er tatt ut av drift.

A.2.4 Hvilke hindre eller barrierer finnes for å hente opp nedgravde kabler som har blitt tatt ut av drift?

Nettselskapene står overfor flere hindre og barrierer når det gjelder å hente opp nedgravde kabler. En av de største utfordringene er de høye kostnadene ved graving langs traseene. Det er også en risiko for å skade annen infrastruktur eller natur under gravingen. Store terrenginngrep anses også som en vesentlig ulempe, både med tanke på miljømessige og samfunnsøkonomiske hensyn.

En annen viktig faktor ved oppgradering eller flytting av kabelnett, er at det eksisterende nettet ofte må være i drift til det nye kabelnettet er etablert. Når det nye kabelnettet er spenningssatt, har anlegget gjerne kommet så langt at det gamle kabelnettet ofte ikke lenger er tilgjengelig for fjerning.

A.2.5 Hva er nettselskapenes vurdering av bruk av kabelrør for deres anlegg, inkludert fordeler, ulemper og tekniske og økonomiske hindre?

Nettselskapene oppgir at de bruker kabelrør i stort omfang. Kabelrør reduserer risikoen for skader på kablen ved håndtering og utlegging, da gravingen langs traseen stort sett er ferdig før kablen trekkes.

Nettselskapene mener at bruk av kabelrør er mer aktuelt der hvor det er utfordrende å oppnå tilstrekkelig dybde eller i tettbygde strøk hvor det er behov for ekstra kabelbeskyttelse. Videre mener de at en forutsetning for bruk av kabelrør, er at traseen har få svinger, da rørtraseer med mange bend gjør det vanskelig å trekke kablen gjennom kabelrørene. Også tilstrekkelig oppstillingsplass for trekking er en forutsetning for bruk av kabelrør.

Flere av nettselskapene nevner at det ved bruk av kabelrør er risiko for redusert overføringskapasitet for kablene. Reduksjonsfaktoren kan bli høyere for kabler i rør på grunn av dårligere kjøling sammenlignet med kabelsand. Dette kan medføre behov for å legge flere kabler i samme trasé. Rør krever også mer plass enn kabler som legges direkte i kabelsand, noe som er problematisk dersom det skal trekkes mange kabler.

Nettselskapene mener at for å få aksept for økte kostnader ved bruk av kabelrør, er det viktig å sikre gode muffe og effektiv varmeledning. Ekstrakostnader ved bruk av kabelrør godtas når forholdene ligger til rette for det, og når det er enklere å trekke rørtraseer enn å grave lange, åpne grøfteanlegg.

Noen nettselskaper bruker OPI-kanaler, men de trekker fram at OPI-kanaler kan være en lite fleksibel løsning. Lavspentkabler direkte i bakken gir større fleksibilitet for innslyfing ved utvidelse til flere koblingskasser.

A.2.6 Hva mener nettselskapene er den største utfordringa med dagens praksis for nedgraving av kabler?

De største utfordringene med dagens praksis for nedgraving av kabler inkluderer høye kostnader knyttet til prosjektering, graving, oppussing og asfaltering. Det er også utfordrende å få tilført omfyllingsmasser på utilgjengelige steder, og det brukes ofte dårlige masser, inkludert dårlige stedlige masser, som omfyllingsmasser. Å åpne grøfter lengre enn 50 meter av gangen er vanskelig på grunn av ulike grunneiere,

veieiere og annen infrastruktur. Det bemerkes at det ikke er kostnadene knyttet til rørene som utgjør problemet.

Appendiks B

Tabell 5: Oversikt over mengdegrunnlag og utslippsfaktorer som inngår i beregningene.

Mengdegrunnlag og utslippsfaktorer			
Utslippsfaktorer			
Beskrivelse	Utslippsfaktor		Kilde
Globalt gjennomsnitt, primærproduksjon (vugge til port)	14,8	kg CO ₂ e per kg Al	[11]
Europeisk gjennomsnitt, primærproduksjon (vugge til port)	6,3	kg CO ₂ e per kg Al	[7]
Europeisk gjennomsnitt, omsmelting (port til port)	0,26	kg CO ₂ e per kg Al	[7]
Europeisk gjennomsnitt, raffinering (port til port)	0,41	kg CO ₂ e per kg Al	[7]
Hydros 100 % resirkulerte aluminium, inkl. transport av skrap til fabrikk i A2	0,417	kg CO ₂ e per kg Al	[10]
Nøkkeltall for kabelen benyttet i beregningene			
Beskrivelse			
Mengde aluminium i 1 m kabel	2,46	kg	[6]
Mengde aluminium til deponi ved livsløpets slutt	0,74	kg	[6]
Mengde aluminium til gjenvinning ved livsløpets slutt	1,72	kg	[6]
Gjenvunnet Al som erstatter primærproduksjon	1,36	kg	[6]
Svinn i resirkulering	0,36	kg	[6]
Nøkkeltall for nettselskapene - funn fra spørreundersøkelsen			
Beskrivelse			
Andel nedgravd kabel som etterlates i bakken ved endt livsløp	90 %		
Andel av kabel som graves opp ved endt livsløp	10 %		
Andel nedgravd kabel som er tatt ut av drift	10 %		
Hvor mye av ny nedgravd kabel er planlagt oppgradering, altså utskiftning av eksisterende anlegg?	1 %		
Nøkkeltall for nettselskapene - tall fra NVE-RME			
Beskrivelse			
Jordkabel per 31.12.2023	186252	km	[3]
Nytt anlegg, 2022-2023	2803	km	[3]
Nøkkeltall, regneeksempel			
Én kabel			
Kabel som skal skiftes ut (Antagelse, regneeksempel)	28	km	
Mengde aluminium i kablene, én kabel	69	tonn	
Kabel som blir liggende igjen, én kabel	25	km	
Mengde aluminium som blir liggende igjen i bakken	62	tonn	
Mengde aluminium som kunne erstattet primærproduksjon	34	tonn	
Utslipp fra primærproduksjon av 34 tonn aluminium	217	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra resirkulering, produksjon av 34 tonn aluminium	14	tonn CO ₂ e	
Utslipp spart ved resirkulering vs. primærproduksjon	202	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra riving av anlegg (C1-C4), kabel i kabelsand	842	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra riving av anlegg (C1-C4), kabel i kabelrør	141	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra riving av anlegg (C1-C4), kabel i kabelkanal	133	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra etablering (A1-A5), direkte i kabelsand, uten kabel, én kabel	871	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra etablering (A1-A5), kabelrør, uten kabel, én kabel	917	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra etablering (A1-A5), kabelkanal, uten kabel, én kabel	932	tonn CO ₂ e	
Fem kabler			
Kabel som skal skiftes ut (Antagelse, regneeksempel)	140	km	
Mengde aluminium i kablene, fem kabler	345	tonn	
Kabelgrøft som blir liggende igjen, fem kabler	25	km	
Kabel som blir liggende igjen, fem kabler	126	km	
Mengde aluminium som blir liggende igjen, fem kabler	311	tonn	
Mengde aluminium som kunne erstattet primærproduksjon	172	tonn	

Utslipp fra primærproduksjon av 172 tonn aluminium	1084	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra resirkulering, produksjon av 172 tonn aluminium	72	tonn CO ₂ e	
Utslipp spart ved resirkulering vs. primærproduksjon	1012	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra riving av anlegg (C1-C4), fem kabler i kabelsand	1381	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra riving av anlegg (C1-C4), fem kabler i kabelrør	383	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra riving av anlegg (C1-C4), fem kabler i kabelrør	354	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra etablering (A1-A5), direkte i kabelsand, UTEN kabel, fem kabler	1589	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra etablering (A1-A5), kabelrør, UTEN kabel, fem kabler	1712	tonn CO ₂ e	
Utslipp fra etablering (A1-A5), kabelkanal, UTEN kabel, fem kabler	1865	tonn CO ₂ e	