



Rapport 2020/21 | For Kommunal- og moderniseringsdepartementet



Samfunnsøkonomisk analyse av konsekvensene av graveskader på infrastrukturprosjekt i grunnen

Dag Morten Dalen, Anita Einarsdottir, Jens Furuholmen, Herman Ringdal, Veronica Strøm og Haakon Vennemo

Dokumentdetaljer

Tittel	Samfunnsøkonomisk analyse av konsekvensene av graveskader på infrastruktur-anlegg i grunnen
Rapportnummer	2020/21
ISBN	978-82-8126-477-9
Forfattere	Dag Morten Dalen, Anita Einarsdottir, Jens Furuholmen, Herman Ringdal, Veronica Strøm og Haakon Vennemo
Prosjektleder	Haakon Vennemo
Kvalitetssikrer	John Magne Skjelvik
Oppdragsgiver	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
Dato for ferdigstilling	1. juli 2020
Tilgjengelighet	Offentlig
Nøkkelord	Samfunnsøkonomisk analyse, bygg og anlegg, eiendom

Om Vista Analyse

Vista Analyse AS er et samfunnsfaglig analyseselskap med hovedvekt på økonomisk utredning, evaluering, rådgivning og forskning. Vi utfører oppdrag med høy faglig kvalitet, uavhengighet og integritet. Våre sentrale temaområder er klima, energi, samferdsel, næringsutvikling, byutvikling og velferd. Vista Analyse er vinner av Evalueringsprisen 2018.

Våre medarbeidere har meget høy akademisk kompetanse og bred erfaring innenfor konsulentvirksomhet. Ved behov benytter vi et velutviklet nettverk med selskaper og ressurspersoner nasjonalt og internasjonalt. Selskapet er i sin helhet eiet av medarbeiderne.

Forord

Rapporten om samfunnsøkonomiske kostnader av graveskader er utført for KMD. Vi takker kontaktperson Magnar Danielsen for et godt samarbeid. Takk også til medlemmer av Samarbeidsforum for ledninger i grunnen og til enkeltpersoner fra virksomheter, organisasjoner og offentlige myndigheter, Geomatikk AS, forsikringselskaper, Finans Norge, Telenor, Telia, NKOM, entreprenører, Maskinentreprenørenes forbund, NVE og flere som alle har velvillig stilt opp og besvart våre mer eller mindre presise spørsmål. Vi er takknemlig overfor Maskinentreprenørenes forbund, som iverksatte en undersøkelse for å støtte arbeidet vårt. Vi er takknemlig overfor NKOM som kjørte modellen NOCOM for oss. Alle feil og mangler i rapporten er Vista Analyses ansvar.

1. juli 2020

Haakon Vennemo

Partner

Vista Analyse AS

Innhold

Sammendrag og konklusjoner	7
1 Innledning	13
1.1 Bakgrunnen for oppdraget	13
1.2 Rapportens oppbygging	13
1.3 Metode	14
2 Graveskader i Norge	15
2.1 Graveskade er skade på nedgravd infrastruktur i forbindelse med graving i grunnen	15
2.2 Geomatikk anslår 2 700 graveskader i 2020	15
2.3 Andre kilder for antallet større skader	17
2.4 Graveskadene i Norge kan være på vei ned	17
2.5 Graveskader fra undersøkelsen til MEF	18
2.6 Vårt anslag på graveskader i Norge	22
2.7 En gjennomsnittlig graveskade i Norge koster mindre enn 50 000 kroner å reparere	23
3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved brudd på infrastrukturtjenester	24
3.1 Kilder til samfunnsøkonomiske kostnader	24
3.2 Balansen mellom forebyggingskostnad og skadekostnad	25
4 Tidligere studier av gravekostnader på infrastrukturen i grunnen.....	28
4.1 Kostnadsbegreper og metoder for kvantifisering av kostnadene	28
4.2 Norske studier av graveskader	29
4.3 Internasjonale studier av graveskader	31
4.4 I Norge er skadefrekvensen høyere, men kostnadene noe lavere?	32
5 Strøm	34
5.1 Strømforsyningen er en kritisk funksjon i det norske samfunn	34
5.2 Antall graveskader som berører strømmettet	35
5.3 Direkte kostnader	38
5.4 Samfunnsøkonomiske kostnader	41
5.5 Forholdet mellom direkte og samfunnsøkonomiske kostnader	45
6 Elektronisk kommunikasjon.....	47
6.1 Markedet i dag	47
6.2 Ekom er en kritisk samfunnsfunksjon	48
6.3 Antall graveskader som berører ekom	50
6.4 Stor variasjon i de direkte reparasjonskostnadene	53
6.5 Samfunnsøkonomiske kostnader	55
7 Vann og avløp	62
7.1 Vannforsyningen er desentralisert og delvis privat	62
7.2 Kartlegging av graveskader	62
7.3 Samfunnsøkonomiske kostnader	70
8 Fjernvarme.....	73
8.1 Om markedet	73

8.2	Kartlegging av graveskader på fjernvarmeledninger	73
8.3	Observasjoner fra fjernvarmeselskaper	76
8.4	Anslag for graveskader og direkte reparasjonskostnader	77
9	Forebyggingskostnader.....	81
10	Usikkerhetsanalyse	84
10.1	Grunnlaget for estimering	84
10.2	Overordnede resultater	87
11	Kostnaden av forsinkelse	89
11.1	Hva koster anleggsarbeid i veien?	89
11.2	Kommunale gravearbeid i vei	90
	Referanser	93
	Vedlegg	97
A	Mandat for oppdraget	97

Figurer

Figur S.1	Prinsippskisse for samfunnsøkonomisk kostnad.....	8
Figur S.2	Praktisk beregning av samfunnsøkonomiske kostnader	9
Figur S.3	Estimerte graveskader i 2019 fordelt på infrastruktur	9
Figur S.4	Usikkerheten i samfunnsøkonomiske kostnader	10
Figur 2.1	Graveskader meldt inn til Geomatikk	16
Figur 2.2	Graveskader i Telenors nett.....	18
Figur 2.3	Resultater fra spørreundersøkelsen, antall graveskader	19
Figur 2.4	Ekstrapolerte resultater fra undersøkelsen, antall graveskader	21
Figur 2.5	Kostnader strøm, ekom og fjernvarme.....	22
Figur 2.6	Kostnader vann og avløp	22
Figur 2.7	Estimerte graveskader i 2019 fordelt på infrastruktur	22
Figur 3.1	Prinsippskisse for balanse mellom skade- og forebyggingskostnad.....	26
Figur 3.2	Lavere forebyggingskostnader gjør at en bør tillate færre skader.....	27
Figur 4.1	Fordeling av antall graveskader på infrastrukturen i USA og Storbritannia	31
Figur 5.1	Antall graveskader på strømmettet med direkte reparasjonskostnader i gitte intervaller. Resultater fra spørreundersøkelsen.	39
Figur 5.2	KILE-kostnader for avbrudd med årsakskode «graving og sprenging», 2014-2018.	43
Figur 5.3	Kundegrupperes andeler av totalt antall berørte av strømbrydd hos Hafslund, 2019	44
Figur 6.1	Kommunikasjonstjenestenes nettoomsättning i millioner kr.	48
Figur 6.2	Antall graveskader på ekom med direkte reparasjonskostnader i gitte intervaller .	54
Figur 6.3	Overblikk over virkninger for infrastruktur og tjenestebrudd.....	56
Figur 6.4	Estimerte samfunnsøkonomiske kostnader for 12 utvalgte case fra Telenor.....	61
Figur 8.1	Antall graveskader på fjernvarmenettet med direkte reparasjonskostnader i gitte intervaller. Resultater fra spørreundersøkelsen.	79
Figur 10.1	Fordelingskurven (S-kurven) for samfunnsøkonomiske kostnader.....	88
Figur 11.1	Graveprosjekt Ivaar Aasens gate	90
Figur 11.2	Gravearbeid med Stavanger kommune som byggherre, 2020, minste samfunnsøkonomiske kostnad pr. dag, 2020-kr	91

Tabeller

Tabell 5.1	Samfunnsøkonomiske skadekostnader. Millioner kroner.....	11
Tabell 3.1	Skadekategorier fordelt på «direkte», «indirekte» og «annet».....	25
Tabell 4.1	Kostnader ved graveskader på infrastrukturen i grunnen, samt generelle gravearbeider	32
Tabell 4.2	Graveskader per 1 000 innbygger.....	33
Tabell 5.1	Registrerte strømavbrudd i FASIT, 2014-2018.....	35
Tabell 6.1	Antall graveskader i 2019 for ulike aktører.....	50
Tabell 6.2	Estimerte direkte reparasjonskostnader for ekom	54
Tabell 6.3	Sentrale variabler som påvirker samfunnsøkonomiske kostnader ved tjenestebrudd	55
Tabell 6.4	12 utvalgte case fra Telenor	57
Tabell 6.5	Direkte reparasjonskostnader (DK) og estimerte samfunnsøkonomiske kostnader (SØK).....	60
Tabell 7.1	Kartlegging av graveskader januar 2018 til og med mars 2020	63
Tabell 10.1	Grunnlag for estimering.....	84
Tabell 10.2	Analysemodell for strøm	86
Tabell 10.3	Analysemodell for ekom	86
Tabell 10.4	Analysemodell for vann og avløp.....	86
Tabell 10.5	Analysemodell for fjernvarme	87
Tabell 10.6	Analysemodell for forebyggingskostnader	87
Tabell 10.7	Samfunnsøkonomiske skadekostnader. Millioner kroner.....	87
Tabell 10.8	Totale samfunnsøkonomiske kostnader	88

Bokser

Tekstramme 5.1	To eksempler på strømbrudd som følge av graveskader	45
Tekstramme 6.1	Tre eksempler på frafall av ekom som følge av graveskader	49
Tekstramme 7.1	Husholdninger mistet vannet i Klepp, juli 2018	64
Tekstramme 7.2	Barnehage i Halden stengte tidlig, januar 2019.....	64
Tekstramme 7.3	Oversvømte kjeller og husholdninger uten vann i Tromsø, august 2019.....	64
Tekstramme 7.4	Kokepåbud Gjøvik, desember 2019	65
Tekstramme 7.5	Lekkasje på Manglerud i Oslo ledet ned i rør, februar 2020	66
Tekstramme 7.6	Hovedvannledning gravd over på Sagene i Oslo, februar 2020	67
Tekstramme 7.7	Lekkasje på Sagene i Oslo førte til at Ring 2 stengte, mars 2020.....	69
Tekstramme 8.1	Eksempler på fjernvarmebrudd som følge av graving i grunnen	75
Tekstramme 8.2	Eksempler på fjernvarmebrudd som følge av graving i grunnen	76
Tekstramme 11.1	Eksempel på samfunnsøkonomisk kostnad av én dags utsettelse.....	89
Tekstramme 11.2	Forlenget gravearbeid i Bogstadveien i Oslo.....	91

Sammendrag og konklusjoner

Gravearbeider kan skade ledninger og kabler i grunnen og medføre kostnad og ulempe. Basert på en omfattende gjennomgang av ulike datakilder kommer vi fram til at det skjer om lag 4000 graveskader hvert år som berører flere enn 1-2 kunder, og om lag 12 000 små skader som berører 0-2 kunder. De store skadene har klart større samfunnsmessig kostnad. Vi beregner at den samfunnsøkonomiske kostnaden knyttet til graveskader ligger på snau 800 millioner kroner i året. Anslaget er usikkert. Skader på elektronisk kommunikasjon (ekom) er den største kategorien og står for 530 millioner kroner.

Gravearbeider og graveskader er et samfunnsproblem

Til enhver tid pågår det et stort antall gravearbeider i Norge. Stort sett går de bra, men det hender at gravearbeidet skader kabler og ledninger i grunnen. Hvis det skjer, kan ulempene for samfunnet bli relativt store. Jevnlige kan vi lese i mediene om skader på vannledninger, strøm og elektronisk kommunikasjon (ekom) som har ført til henholdsvis vannlekkasje, strømbrudd og brudd på mobil- og internetttilgang. Omkjøring og omveier under reparasjon, og forsinkelse i gravearbeidet er andre ulemper.

I denne utredningen ser vi nærmere på de samfunnsøkonomiske kostnadene av graveskader. Vi beskriver hva kostnadene består i, og vi bruker statistisk metode til å anslå de samfunnsøkonomiske kostnadene av graveskader.

Kostnadene fordeler seg på reparasjon, indirekte kostnader og forebygging

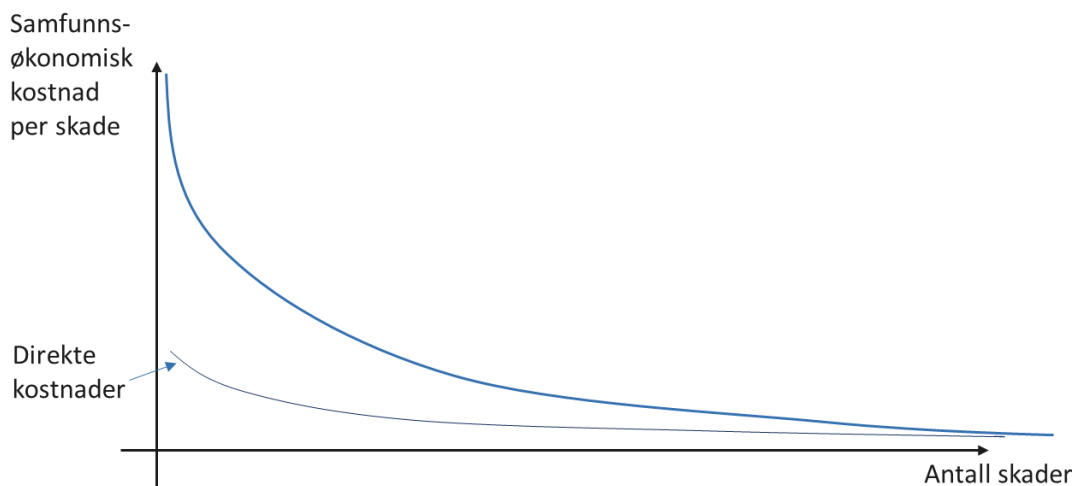
Det er hensiktsmessig å tilbakeføre de samfunnsøkonomiske kostnadene til tre bestanddeler: Reparasjon, indirekte kostnader og forebygging. *Reparasjon* er en opplagt kostnad og består av arbeid, materiell og maskinbruk for å utbedre skaden. Av og til vil reparasjon forlenge graveperioden, og dette inngår hos oss i begrepet. Reparasjon kalles også for direkte kostnad og er kjennetegnet ved at den faller på skadevolder, infrastruktureier og forsikringsselskap. *Indirekte kostnader* er de samfunnsmessige kostnadene som kommer i tillegg til direkte reparasjonskostnader. Her ligger ulempen knyttet til at strøm, vann og mobiltjenester kanskje ikke kan leveres så lenge det er brudd, andre ulemper som vannlekkasje og omkjøring, og ulempen for omgivelsene dersom gravearbeid blir forsinket. *Forebyggingskostnader* er samfunnets ressursbruk knyttet til å begrense antallet graveskader og konsekvenser av graveskader som måtte skje. Viktig her er kostnader ved selskapet Geomatikk forebyggende virksomhet. Geomatikk foretar årlig 78 000 utreiser for å påvise kabler i grunnen og har uskadde ledningsnett som sin visjon.

Vi definerer en graveskade som en skade på nedgravd infrastruktur i grunnen som skjer i forbindelse med gravearbeid.

Vi tar hensyn til at graveskader har svært forskjellig alvorlighetsgrad

Arbeidet har avslørt at graveskader har svært forskjellig konsekvens og grad av alvor. Figur S.1 illustrerer dette. Her er skadene rangert på x-aksen fra mest alvorlig og høyest samfunnsøkonomisk skade, til minst alvorlig og lavest skade.

Figur S.1 Prinsippskisse for samfunnsøkonomisk kostnad

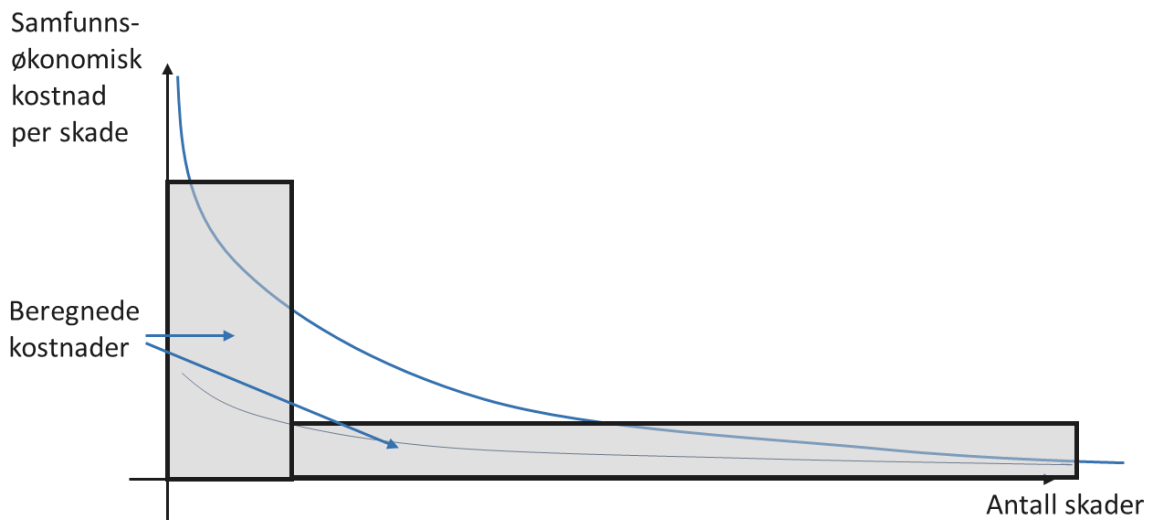


Til venstre på x-aksen, nærmest y-aksen, finner man skader med svært stor kostnad både i form av direkte kostnader og samlede samfunnsøkonomiske kostnader. Disse skadene er også kjennetegnet av at forholdstallet mellom samlede samfunnsøkonomiske kostnader på den ene siden, og direkte reparasjonskostnader på den andre, er høyt. De samfunnsøkonomiske kostnadene er med andre ord mange ganger større enn de direkte kostnadene.

Til høyre på x-aksen finner man skader med lav kostnad. De samfunnsøkonomiske kostnadene er dessuten ikke stort større enn de direkte reparasjonskostnadene. Dette er skadetilfeller der bruddet ikke påvirker forsyningen og det heller ikke oppstår andre ulemper. Skader på strømnettet trenger for eksempel ikke påvirke forsyningen fordi vi stort sett har masket nett der man kan få strøm fra flere kanter. Tilsvarende er det for telekom, der en telefon kan koble seg til en annen mast dersom den nærmeste faller ut.

Når vi skal beregne den samfunnsøkonomiske kostnaden av graveskader, må vi ta hensyn til denne virkeligheten. Vi har gjort det på en forholdsvis enkel måte ved å skille mellom store og små graveskader. Vårt bilde blir da om lag som i figur S.2.

Figur S.2 Praktisk beregning av samfunnsøkonomiske kostnader

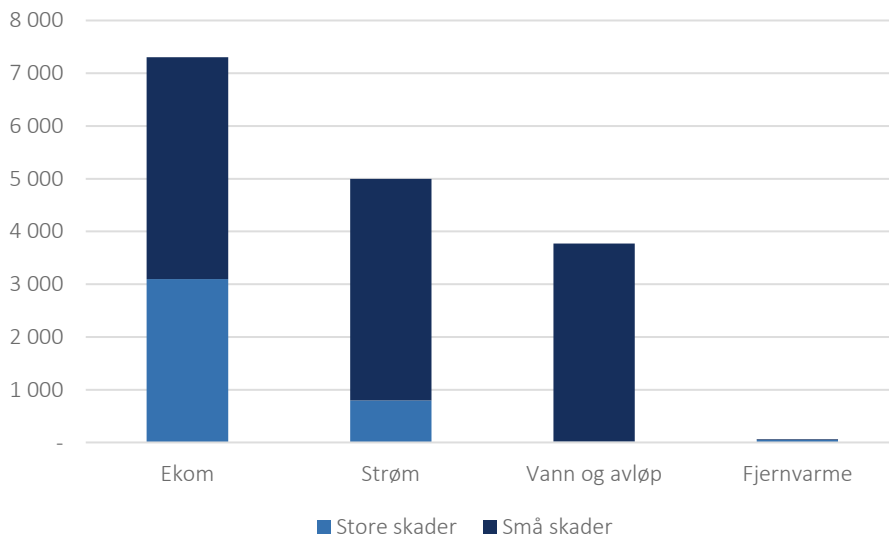


Vi deler skadene i to kategorier. Vi får da ikke tatt fullt ut hensyn til de samfunnsøkonomiske kostnadene av de aller verste uhellene, men samtidig kan vi i noen grad overdrive kostnadene ved de nest verste uhellene. Tilsvarende i kategori to, der vi ikke fullt ut tar hensyn til de samfunnsøkonomiske kostnadene av de mest alvorlige i kategorien, men overvurderer kostnaden ved de enkleste tilfellene. Vi har prøvd å oppnå at de ulike feilene utlikner hverandre (og i figuren er de ulike feil-arealene like store) slik at vi får et representativt kostnadsanslag samlet sett.

Det er om lag 12 000 små og 4 000 større graveskader i året

Når en skal beregne den samfunnsøkonomiske kostnaden av graveskader er første skritt å få en oversikt over antallet. Det finnes slik ingen samlet oversikt før vår utredning. Ved hjelp av data fra Geomatikk, Telenor, NKOM og Maskinentreprenørenes forbund (MEF) anslår vi 12 000 små og 4 000 større graveskader i Norge.

Figur S.3 Estimerte graveskader i 2019 fordelt på infrastruktur



Kilde: Vista Analyse

Med små graveskader tenker vi på skader som berører enkelthusholdninger. Dette er ofte skader på privat grunn og/eller de innebærer skade på en stikkledning eller liknende. Disse graveskadene har i regelen beskjedne eller ingen samfunnsmessige konsekvenser utover reparasjonskostnaden. Antallet små skader kommer frem i en undersøkelse MEF har gjennomført blant sine medlemmer for denne utredningen.

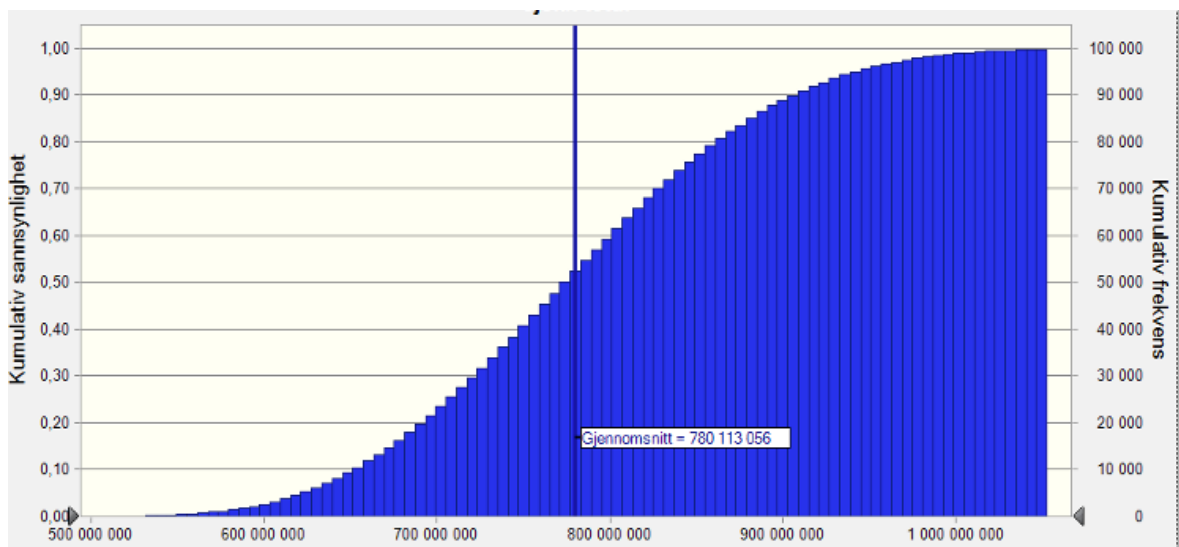
Vi ser (Figur S.3) at de fleste større graveskadene er knyttet til ekom. Mindre skader fordeler seg mer jevnt mellom ekom, strøm og vann&avløp. Vann&avløp har relativt sett få store og mange små skader. Det er få skader innen fjernvarme.

Det forekommer også graveskader når private graver på egen eiendom eller liknende. Våre tall er avgrenset til skader forårsaket av profesjonelle.

Graveskader koster samfunnet 780 millioner kroner i året

Vårt beste anslag (forventningsverdi) er at graveskader for tiden koster samfunnet 780 millioner kroner i året. Det er selvfølgelig et usikkert tall. Vi har gjennomført en usikkerhetsanalyse der vi har spesifisert usikkerheten i hver komponent som inngår i regnestykket. Deretter har vi sammenstilt dette. Resultatet er at kostnaden med 80 prosent sannsynlighet ligger mellom 655 millioner (P10) og 909 millioner (P90) kroner. I praksis betyr dette at vi med 80 prosent sannsynlighet kan si at kostnaden ligger innenfor et bånd på 260 millioner som begynner ved 656 og slutter ved 910 millioner kroner. Figur S.4 viser en såkalt S-kurve for kostnadene.

Figur S.4 Usikkerheten i samfunnsøkonomiske kostnader



Kilde: Vista Analyse. Merknad: Samfunnsøkonomisk kostnader langs x-aksen. Langs y-aksen er sannsynlighet for at den sanne kostnaden er lavere enn tallet på x-aksen. På høyreaksen er sannsynligheten gjort om til frekvens over 100 000 trekninger.

Tallet 780 millioner kroner i forventet kostnad og intervallet mellom 655 og 909 millioner refererer seg til år 2019, som var et år uten spesielt store skader. Dersom den skjer en veldig stor skade et år, vil den påvirke hele skadeomfanget. Slike hendelser bidrar til usikkerheten.

Vi har noen indikasjoner på at antallet årlige skader er på vei ned. Endringer i skadeantall påvirker skadekostnaden. Dette bør det korrigeres for dersom man vil bruke estimatet som anslag for kostnaden kommende år.

Brudd på ekom gir klart mest skade

Vi finner at brudd på ekom-ledninger inklusive mobilnett og internett gir høyest samfunnsøkonomiske kostnader. Slike brudd og skader står for 349 millioner av de 780 millioner totalt, jf. Tabell S.1. Den høye kostnaden henger sammen med at det blant alvorlige skader er flest skader på ekom-nett.

Tabell S.1 Samfunnsøkonomiske skadekostnader. Millioner kroner

Kategori	Totale samfunnsøkonomiske kostnader
Strøm	115
Ekom	349
Vann og avløp	38
Fjernvarme	6
Forebygging	272
Sum	780

Kilde: Vista Analyse

Den nest høyeste kostnadskomponenten er forebygging. Noen kan synes det er rart at forebygging er med i kostnadsbildet siden det er en kostnad for å unngå graveskader. Men samfunnsøkonomisk er det vanlig å inkludere både forebyggingskostnader og realiserte skadekostnader. Den samfunnsøkonomisk beste løsningen er å arbeide for å gjøre summen av forebyggingskostnader og realiserte skadekostnader minst mulig. Hvis vi bare hadde tatt med realiserte skadekostnader, og ikke forebyggingskostnader, ville vi ikke gitt inntrykk av dette bildet.

Uten forebyggingskostnader inkludert synker de samlede kostnadene til om lag 508 millioner kroner. Dette er kostnader ved realisert skade.

Vi tar ikke stilling til om samfunnet bør bruke mer eller mindre på forebygging

Vi finner altså at forebyggingskostnaden i øyeblikket ligger rundt 270 millioner kroner. Dette er i praksis bare kostnader til Geomatikks forebyggingsaktiviteter. Det er ganske sikkert andre former for forebygging i tillegg, uten at vi har tall for det. Kostnadene ved realisert skade er 508 millioner kroner. Forholdet mellom 270 millioner i forebygging og 508 millioner i realisert skade sier likevel lite om man bør satse mer på forebygging eller ikke. For å avgjøre det spørsmålet må man se på hva man får igjen hvis man øker innsatsen på forebygging. Vår analyse sier ingenting eksplisitt om det, men ventelig vil det avhenge av hvilken form for forebygging man legger vekt på. Våre tall tyder på at det er særlig viktig å unngå store skader.

1 Innledning

1.1 Bakgrunnen for oppdraget

Departementet har erfart at kunnskapen om de samfunnsøkonomiske konsekvensene av graveskader er begrenset. Det gjelder f.eks. følgene av forsyningssvikt for abonnenter, omsetningssvikt for næringsdrivende og kostnader som følge av forsinkelser i trafikken mv. Departementet ønsker derfor en samfunnsøkonomisk analyse som anslår de samlede årlige kostnadene disse graveskadene påfører samfunnet. Siktemålet med analysen er å få et bedre faktagrunnlag for å innføre tiltak som skal forebygge graveskader på ledninger. I den grad det kan utledes av informasjonsgrunnlaget som innhentes for graveskader, er det ønskelig at analysen også antyder størrelsen på de samfunnsmessige kostnadene ved forsinkelse i ordinære graveprosjekter som gjelder etablering av nye, eller vedlikehold av eksisterende ledningsanlegg. Mandatet for oppdraget er gjengitt som vedlegg til rapporten.

Infrastrukturen for kommunikasjon, både den digitale og den fysiske, energiforsyning og vann og avløp blir stadig mer avansert og omfattende. Dette skjer dels på grunn av en teknologisk utvikling som muliggjør nye infrastrukturbaserte tjenester både i offentlig og privat sektor, og dels på grunn av sentralisering og fortetting rundt de større byene. Den såkalte samfunnskritiske infrastrukturen må forventes å øke både i omfang og betydning for sikkerhet, helse og verdiskapning i årene som kommer.

Særlig i byer med tett bosetting og arealknapphet stiller infrastrukturen store krav til koordinering på tvers av tjenestene. Det meste av den fysiske infrastrukturen fremføres under bakken, og følger ofte etablerte gateløp. Ifølge en rapport fra Oslo Economics (2015) er det beregnet å være omtrent 200 000 kilometer med ledning, rør og kabler i veigrunnen i Norge.

Selv om samlokalisering av infrastruktur i grunnen gir store gevinster i form av effektiv arealbruk og muligheter for samkjøring av både nyinvesteringer og vedlikehold, bidrar den også til økt sårbarhet. Feil og avbrudd rammer i større grad på tvers av infrastrukturtenestene, og flere kunder eller brukere rammes av hvert enkelt brudd.

Så lenge grunnforholdene er stabile, ligger infrastrukturen godt skjermet for ytre påvirkninger. Til gjengjeld er infrastrukturen sårbar for skader ved graving i forbindelse med anleggsvirksomhet. Selv om det er grunn til å anta at slike skader påfører både infrastruktureiere og brukerne av de infrastrukturkritiske tjenestene store kostnader, erfarer KMD at kunnskapen om de samfunnsøkonomiske konsekvensene av graveskader er begrenset. KMD ønsker derfor:

«... en samfunnsøkonomisk analyse som anslår de samlede årlige kostnadene disse graveskadene påfører samfunnet.»

En slik analyse vil gi et bedre faktagrunnlag for å innføre tiltak som skal forebygge graveskader, og redusere de negative følgene av oppståtte graveskader for den enkelte og samfunnet.

1.2 Rapportens oppbygging

Vi har valgt å bygge opp rapporten på følgende måte: Kapittel 2 drøfter to spørsmål vi erfarer har selvstendig interesse, nemlig antallet graveskader og den direkte kostnaden ved å reparere graveskader.

Kapittel 3 gir retning til resten av rapporten ved å peke på hva samfunnsøkonomiske kostnader av gravearbeid består i. Kapittel 3 gir ytterligere bakgrunn og retning ved å gå gjennom tidligere litteratur på feltet. Kapittel 5–9 diskuterer de enkelte kostnadskategoriene knyttet til strøm, ekom, vann og avløp, fjernvarme og forebygging. Kapittel 10 trekker det hele sammen og tar hensyn til usikkerhet i estimatene, i form av vår usikkerhetsanalyse. Avslutningsvis er kapittel 11 en spesialanalyse av kostnaden av forsinkelse.

1.3 Metode

I vårt arbeid har vi innhentet informasjon og statistikk fra forskjellige kilder. Kildene våre for den kvantitative informasjonen er i all hovedsak store netteiere, entreprenører, forsikringsselskaper og interesseorganisasjoner, med kvalitative innspill fra enkeltpersoner i bransjen med stort engasjement for graveskader på infrastrukturen i grunnen.

Vi har møtt på mange av de samme utfordringene som arbeidsgruppen i Samarbeidsforum for ledninger i grunnen (2015) støtte på. Statistikken som er innhentet har ikke vært i samme format og har vært utfordrende å samordne. Selskapet Geomatikk AS, som blant annet driver med ledningspåvisning i grunnen, har vært en viktig kilde på tematikken generelt, og særlig på omfanget av graveskader i Norge, men selskapet har ikke statistikk på kostnadene knyttet til skadene som meldes inn. Denne informasjonen sitter netteierne på selv.

Vi hentet inn statistikk fra flere kilder i markedet for ekom. På strøm er NVE og Hafslund våre viktigste kilder, mens Fortum Varme Oslo og Statkraft Varme har bidratt med statistikk på enkelthendelser knyttet til graveskader på fjernvarmenettet. Når det gjelder vann og avløp opplever vi at det har vært utfordrende å få tak i relevant statistikk fra kommunene.

I tillegg har vi intervjuet en rekke anleggsentreprenører som utfører gravearbeider, samt entreprenører innen vann og avløpsteknikk. Vi har også intervjuet ressurspersoner i forsikringsselskaper.

I samarbeid med Maskinentreprenørenes forbund (MEF) har vi gjennomført en spørreundersøkelse om graveskader på ledninger i grunnen blant MEF sine medlemsbedrifter. MEF representerer omtrent 80 prosent av små og mellomstore anleggsentreprenører i Norge. Over 450 entreprenører svarte på undersøkelsen – det tilsvarer omkring 20 prosent av MEF sine 2 200 medlemsbedrifter – hvorav 339 har opplevd brudd på ledninger eller kabler i forbindelse med gravearbeider i grunnen i 2019. Svarene er ikke nødvendigvis representative for alle MEF-medlemmer, og teoretisk har en ivrig entreprenør kunnet svare flere ganger siden den lå åpent ute, men den har likevel vært en viktig informasjonskilde.

2 Graveskader i Norge

I dette kapitlet er formålet å gi tall for antall graveskader i Norge, og de direkte reparasjonskostnadene i forbindelse med disse. Det er stor usikkerhet om antallet graveskader, og troverdige kilder varierer fra ca. 2700 til flere titusener. En forklaring på spriket er at ulike kilder har forskjellige definisjoner av graveskade. Vi innleder derfor kapitlet med å gi vår definisjon. En annen forklaring på usikkerheten kan være at ulike kilder har forskjellig terskel for når en hendelse kalles en skade. Det tilsier i så fall at et høyt anslag skader går sammen med en lav gjennomsnittlig reparasjonskostnad. I kapitlets siste del drøfter vi anslag for reparasjonskostnader.

2.1 Graveskade er skade på nedgravd infrastruktur i forbindelse med graving i grunnen

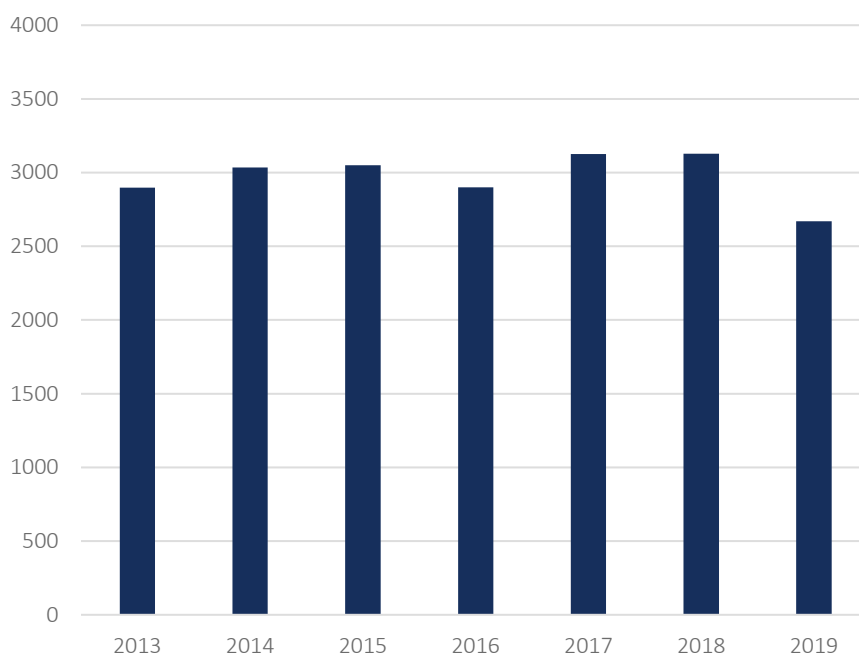
Formålet med analysen er å best mulig anslå de samfunnsøkonomiske kostnadene ved graveskader på infrastrukturanlegg i grunnen. Definisjonen av en *graveskade* er derfor begrenset til å omfatte skade på nedgravd infrastruktur som skjer i forbindelse med graving i grunnen, og som må utbedres. Det inkluderer ikke skade som skyldes at en gravemaskin river med seg en strømkabel i luften, men det inkluderer skade på ledninger som er synlige i grunnen. En slik definisjon av graveskade er noe bredere enn definisjonen Geomatikk bruker. Geomatikks tall inkluderer ikke skade på ledninger som er synlige i grunnen.

Samtidig er vår definisjon smalere enn en definisjon blant annet Telenor tidligere har brukt. Telenors tall har tidligere inkludert skade på ledninger i lufta. I Notat om brukerbetaling for ledningsdata fra Samfunnsøkonomisk Analyse (2019) ble disse utfordringene ved feilkategorisering av skader diskutert, noe som førte til at anslaget til Telenor på graveskader ble nedjustert. Andre kilder vi har vært i kontakt med i forbindelse med denne rapporten oppgir de samme utfordringene knyttet til feilkategorisering. Dette gjaldt særlig forsikringsselskapene.

2.2 Geomatikk anslår 2 700 graveskader i 2020

Som leverandør av tjenester i forbindelse med gravearbeider har Geomatikk statistikk over graveskader på infrastruktur i grunnen som meldes inn til dem. Siden 2013 har antall graveskader hvert år ligget på rundt 3 000. I 2019 ble det rapportert om **nesten 2 700** graveskader. Samme år ble omkring 124 000 gravearbeider meldt inn og omkring 78 000 kabelpåvisninger utført. Det betyr at 2 prosent av alle gravearbeidene som ble innmeldt, resulterte i skader på infrastrukturen i grunnen.

Figur 2.1 Graveskader meldt inn til Geomatikk



Kilde: Geomatikk, SLG (2015) og Samfunnsøkonomisk Analyse (2018)

Geomatikk sine tall omfatter altså ikke skade på synlig kabler i grunnen. Statistikken omfatter større og kostbare graveskader hvor erstatningsansvaret gjerne er uavklart, men skyldes enten entreprenørfeil eller feil i netteiers dokumentasjon. Mindre skader som skadevolder eller netteier enkelt kan rette opp selv er ikke inkludert. Vi kan derfor se Geomatikk sine tall som et *nedre* anslag på *store* skader.

Geomatikk tilbyr innmelding av skader på alle deler av infrastrukturnettet, det vil si elektronisk kommunikasjon (ekom), strøm, vann og avløp og fjernvarme. Hvor stor del av markedene som faktisk melder inn skader til Geomatikk, varierer. Konsekvensen av dette er at så mye som 90 prosent av skadestatistikken til Geomatikk er graveskader på ekomnettet og strømmnettet.

Geomatikk sin skadestatistikk på ekom regnes å gi et godt tallgrunnlag for omfanget av store skader. Det er et resultat av at Geomatikk har avtale med store deler av markedet innen ekom. I 2019 utgjorde brudd på ekomkabler omtrent $\frac{3}{4}$ av graveskadene som ble meldt inn til Geomatikk.

Graveskader på strømkabler rapporteres også i stor grad til Geomatikk, men praksisen rundt rapporteringen varierer mer. Selv om Geomatikk har relativt god statistikk på skadeomfanget på strømkablene, har vi fått opplyst at mange skader meldes direkte inn til nettselskapene. Det er derfor grunn til å tro at antallet store graveskader på strømmnettet er høyere enn det Geomatikk rapporterer om. Under 1/5 av skadene som ble meldt inn til Geomatikk i 2019 var graveskader på strømkabler.

Geomatikk mottar helt unntaksvis skademeldinger på vann og avløp og fjernvarme. Skade meldes for det meste direkte til kommunene eller netteier. Det er flere mulige årsaker til at få skader meldes til Geomatikk. Først og fremst kan det skyldes at det er lavere skadefrekvens på ledninger for vann, avløp og fjernvarme enn kabler. Det kan ha sammenheng med at ledninger ligger dypere i grunnen enn kabler, samt frykt for å forårsake skade på ledningene og ende opp med store kostnader. Nettopp derfor er det grunn til å tro at de skadene som meldes inn til Geomatikk er store skader, med tilhørende høye reparasjonskostnader. Dette ser vi også igjen i søk i media, at det er de store, kostbare sakene som dekkes.

Det er grunn til å tro at mørketallene når det gjelder innrapportering av graveskader er store. Det gjelder særlig mindre skader. Dette er blant annet en følge av at de som er ansvarlig for gravingen selv skjøter ledninger eller kabler i grunnen ved skade (SLG, 2015) og at regningen ikke sendes noe sted. Dette er trolig mest gjeldende for skader på vann og avløp og fjernvarme, og i mindre grad ekom og strøm etter som søkelyset på skaderapportering er høyere i disse bransjene.

2.3 Andre kilder for antallet større skader

Telenor, Telia og andre ekomselskaper har tall for antall graveskader på sine nett. Telenor rapporterer for eksempel alene drøye 3000 store og små graveskader i 2019, jf. Figur 2.2. I tillegg kommer skader hos Telia og andre aktører. I kapittel 6 gjennomfører vi et resonnement som ender med et anslag på **3000 større graveskader på ekom** i 2019.

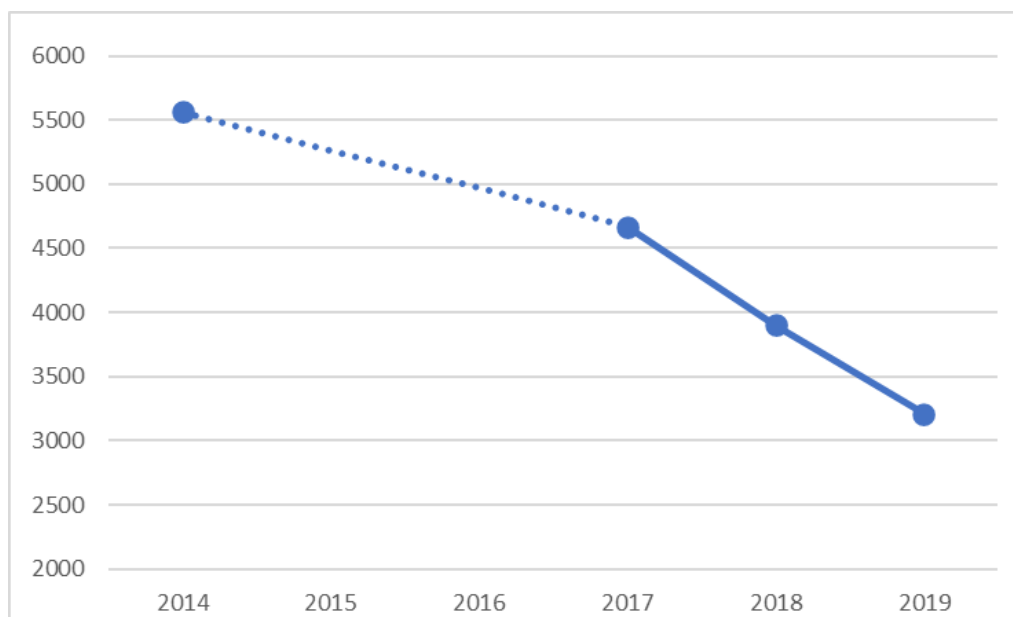
Når det gjelder strøm opererer NVE med anslag for graveskader som ligger lavere enn Geomatikk sine. Geomatikk sier selv at deres tall er ufullstendige og at det reelle tallet ligger høyere. I kapittel 5 gjennomfører vi et resonnement som ender med et anslag på **800 graveskader på strømmettet** i 2019.

Vi vurderer at det er færre enn 100 graveskader av betydning på vann- og avløpsnettet og fjernvarmenettet i 2019. Til sammen finner vi da at det er omtrent **4 000 større graveskader i Norge** i 2019. De fleste av dem gjelder ekom.

2.4 Graveskadene i Norge kan være på vei ned

Geomatikk sin skadestatistikk presentert i Figur 2.1 viser at skadene som er meldt inn har holdt seg relativt stabilt på rundt 3 000 hendelser årlig siden 2013. Telenor rapporterer derimot at man har nesten halvert omfanget av graveskader i løpet av perioden 2014–2019, se Figur 2.2. Ifølge Telenor har dette sammenheng med innføringen av deres brukerbetalingsmodell, der den som graver selv må betale for kabelpåvisning ved gravearbeider i grunnen (Telenor, 2019). En mulig forklaring på at vi ikke kan se en tilsvarende positiv utvikling i Geomatikk sin skadestatistikk, kan være at nye aktører har begynt å rapportere inn skader til Geomatikk over den samme perioden.

Figur 2.2 Graveskader i Telenors nett



Kilde: Telenor/Vista Analyse

Siden arbeidsgruppen i Samarbeidsforum for ledninger i grunnen la frem sin rapport i 2015, er det en generell oppfatning i bransjen om at antall graveskader har falt fra omkring 8 000 skader årlig til rundt 6 500 skader. Dessverre finnes det ingen oversikt som bekrefter disse tallene. Gitt den tydelige nedgangen i graveskader hos Telenor, kan dette isolert sett indikere at økt bruk av brukerbetaling har redusert omfanget av graveskader også på tvers av ulike typer infrastruktur.

2.5 Graveskader fra undersøkelsen til MEF

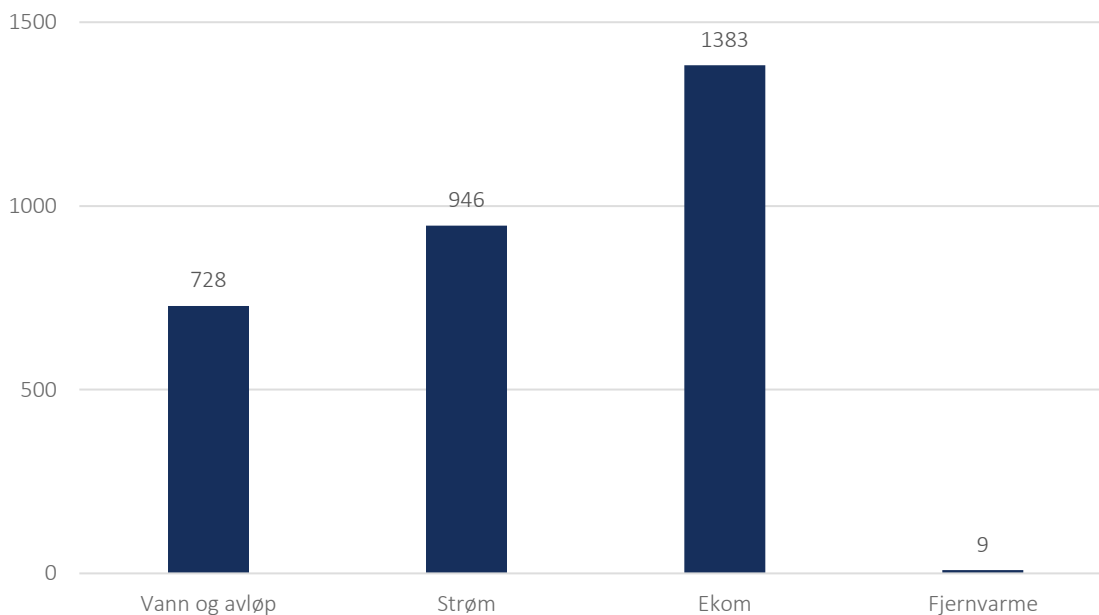
Undersøkelsen omtalt i avsnitt 1.3 ble lagt ut på MEF sine hjemmesider i slutten av mai og avsluttet tidlig i juni. Over 450 av MEF sine 2 200 medlemsbedrifter svarte på undersøkelsen.

Undersøkelsen tyder på at det i 2019 var flere graveskader enn det som fanges opp av Geomatikk og andre kilder. Ikke overraskende ser det ut til at små graveskader bidrar til mye av forskjellen. Om lag halvparten av skadene i MEFs undersøkelse koster mindre enn 10 000 kroner å reparere. Selv om det ikke er full overenstemmelse mellom alvorlighetsgrad og reparasjonskostnad, tyder dette på at mange av skadene er små.

Graveskader

I undersøkelsen ble bedriftene bedt om å oppgi antall graveskader og kostnadene (fordelt på intervaller) knyttet til graveskadene for hver type infrastruktur, dvs. ekom, strøm, vann og avløp og fjernvarme, i 2019. Resultatene viser at det er flest skader på ekomnett, deretter strøm, vann og avløp og fjernvarme. Disse resultatene er i tråd med den generelle oppfatningen i bransjen knyttet til hvilken infrastruktur som har flest graveskader.

Figur 2.3 Resultater fra spørreundersøkelsen, antall graveskader



Kilde: MEF og Vista Analyse

Resultatene viser at det er veldig mange graveskader på vann- og avløpsnettene relativt til skadene på strøm og ekom. Det kan tenkes at undersøkelsen overrepresenterer skadene på vann og avløp. For det første strider det imot tilbakemeldingene fra entreprenørene vi har snakket med. De forteller at det generelt sett er få graveskader på vann- og avløpsledninger i løpet av et år, og betydelig færre enn på kabelnettene. Det henger sammen med at skadene på vann og avløp har en høy risiko for å bli veldig store, med tilhørende høye reparasjonskostnader. I tillegg syntes forholdet mellom graveskader på de nevnte infrastrukturene å stemme dårlig overens med skadestatistikken til Geomatikk.

Flere ting peker på utformingen av undersøkelsen som en mulig årsak til det høye antallet graveskader på vann og avløp i resultatene. Selv om definisjonen av graveskade ble presentert tidlig i undersøkelsen, er det likevel mulig at flere bedrifter har tolket gravearbeider i forbindelse med lekkasje på vann- og avløpsledninger som en graveskade.

Selv om vi mistenker at undersøkelsen overrepresenterer antall graveskader på vann og avløp, åpner den samtidig for at skadene er høyere enn tidligere antatt. Blant annet ligger vannledningen og avløpsledningen tett inntil hverandre i grunnen. Skade på en ledning kan derfor skyldes gravearbeider på den andre ledningen, som ikke nødvendigvis registreres. I likhet med strøm og ekom, er det også sannsynlig at kun store skader rapporteres til netteier, mens små skader forårsaket av skadevolder repareres av skadevolder selv og registreres heller ikke. Forskjellen ligger imidlertid i at strøm- og ekomnettene eies av kommersielle aktører, og vann- og avløpsledningene i all hovedsak eies av kommunene rundt om i landet. Det er med andre ord kun kommunene som sitter på informasjon rundt skadeomfanget på vann- og avløpsnettene. Gitt forutsetningen om at mørketallene over graveskader på vann og avløp er store, er det likevel ikke sikkert at de skal ligge fullt så tett opp mot skadene på strømnettene eller ekomnettene som resultatene fra undersøkelsen viser.

Det er vanlig i spørreundersøkelser at svarfrekvensen avtar utover i skjema, og det er også tilfellet i denne undersøkelsen. Spørsmålene på vann og avløp kom først i rekken av de spesifikke spørsmålene på de ulike typene infrastruktur. Nedgangen i antall svar mellom første (vann og avløp) og siste

(fjernvarme) infrastrukturspesifikke spørsmål er likevel ikke større enn 10 prosent. Alt i alt har vi ikke ekstrapolert opplysningene om vann og avløp på annen måte enn de andre kategoriene.

Graveskadene ekstrapolert

Videre har vi ekstrapolert resultatene over antall graveskader i undersøkelsen. Vi har ekstrapolert graveskadene ut fra (1) antall gravearbeider i grunnen og antall graveskader på de ulike infrastrukturene fra undersøkelsen, (2) antall gravemeldinger og antall kabelpåvisninger hos Geomatikk og (3) en antagelse om forholdet mellom skadefrekvens når det er gjennomført kabelpåvisning og når det kun er levert gravemelding.

En gravemelding er en melding til de aktuelle netteierne i området der det skal graves hvor tiltakshaver etterspør informasjon om kabler, rør og ledninger i grunnen og hvor disse ligger. I enkelte tilfeller vil det også være aktuelt for Geomatikk å reise ut til området det skal graves for å påvise kabler på stedet. I våre beregninger har vi lagt til grunn at det ikke foretas kabelpåvisninger uten at det har vært levert gravemelding.

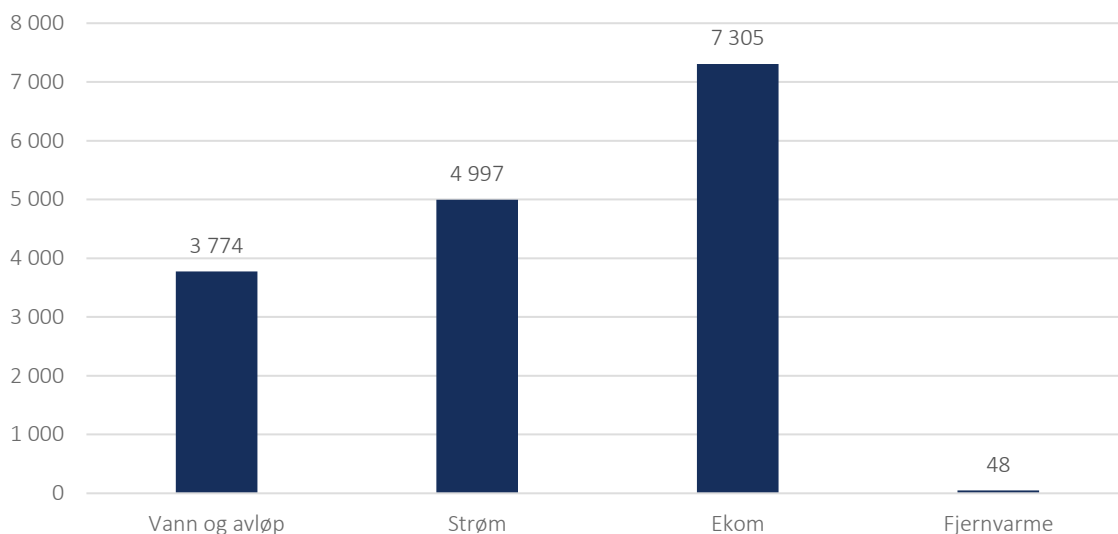
Vi benytter antall gravemeldinger som en grov approksimasjon for antallet gravearbeider som gjennomføres årlig. Antall gravearbeider meldt inn i undersøkelsen utgjør 10 prosent av de årlige gravemeldingene, og vi benytter dette til å ekstrapolere antallet graveskader.

Ettersom kabelpåvisninger benytter instrumenter for å identifisere ledninger i grunnen, mens gravemeldinger uten kabelpåvisning baserer seg på kart, er det naturlig å anta at skadefrekvensen er lavere i de tilfellene hvor det er gjennomført kabelpåvisninger. Vi antar at graveskader oppstår i 1 av 4 tilfeller hvor det ville oppstått en graveskade dersom det kun var levert gravemelding.

Denne ekstrapoleringen gir totalt **16 124 graveskader i året**, fordelt mellom vann og avløp, strøm, ekom og fjernvarme som vist i Figur 2.4.

Tallene er mye høyere enn tidligere kjent. Som diskutert tidligere, tror vi dette skyldes at mange av disse skadene er små, de berører få kunder og/eller kan repareres på stedet, samt at tallene omfatter alle de skadene som ikke meldes inn til Geomatikk, NVE eller andre aktører. Vi benytter de estimerte tallene som anslag på det totale antallet skader for hver infrastruktur.

Figur 2.4 Ekstrapolerte resultater fra undersøkelsen, antall graveskader



Kilde: MEF og Vista Analyse

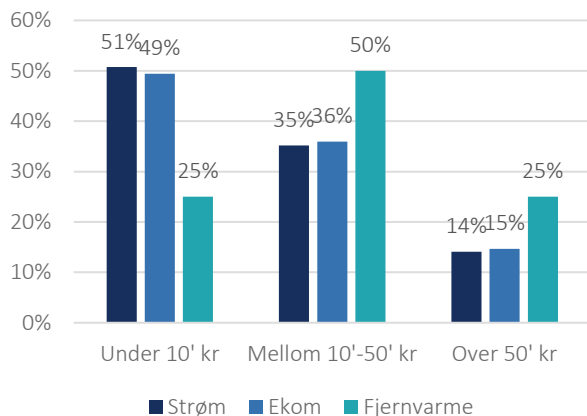
Reparasjonskostnader

Resultatene fra undersøkelsen viser altså at omkring halvparten av graveskadene på strøm- og ekomkabler har en reparasjonskostnad under 10 000 kroner, mens litt over 1/3 koster mellom 10 000 og 50 000 kroner å reparere og rundt 15 prosent koster over 50 000 kroner. Ettersom skadefrekvensen er høy for både strøm- og ekomkabler, tilsier dette i så fall at et høyt anslag graveskader går sammen med en lav gjennomsnittlig reparasjonskostnad.

Innen fjernvarme har bedriftene svart at reparasjonskostnadene generelt sett ligger høyere enn for strøm og ekom. Halvparten av skadene på fjernvarmeledninger har reparasjonskostnader på mellom 10 000 og 50 000 kroner. Mindre skader med reparasjonskostnader under 10 000 kroner utgjør ¼ av skadene, og det samme gjør større skader som koster over 50 000 kroner å reparere.

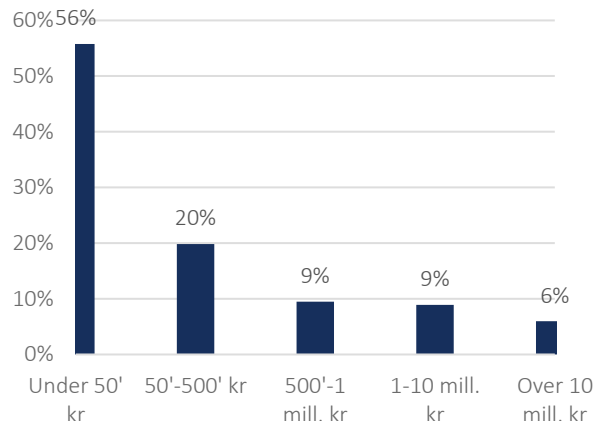
Basert på tilbakemeldinger fra bransjen ble intervallene for reparasjonskostnadene knyttet til vann og avløp satt høyere enn for de andre infrastrukturene. I ettetid ser vi at spennet i det nederste intervallet er litt for vidt til å kunne skille mellom små og mellomstore skader, der vi antar at små skader har reparasjonskostnad under 10 000 kroner og middels store skader ligger mellom 10 000 og 50 000 kroner. Entreprenører vi har snakket med har sagt at små skader også er utbredt på vann- og avløpsnett, og at kostnaden knyttet til slike skader som repareres umiddelbart kan ligge helt ned mot 1 000 kroner per skade. Likevel er det interessant at hele 44 prosent av bedriftene har svart at skade på vann- og avløpsledninger koster mer enn 50 000 kroner å reparere. Det tyder i så fall på at det er flere større graveskader på vann- og avløpsledninger enn i de øvrige infrastrukturtypene.

Figur 2.5 Kostnader strøm, ekom og fjernvarme



Kilde: MEF og Vista Analyse

Figur 2.6 Kostnader vann og avløp



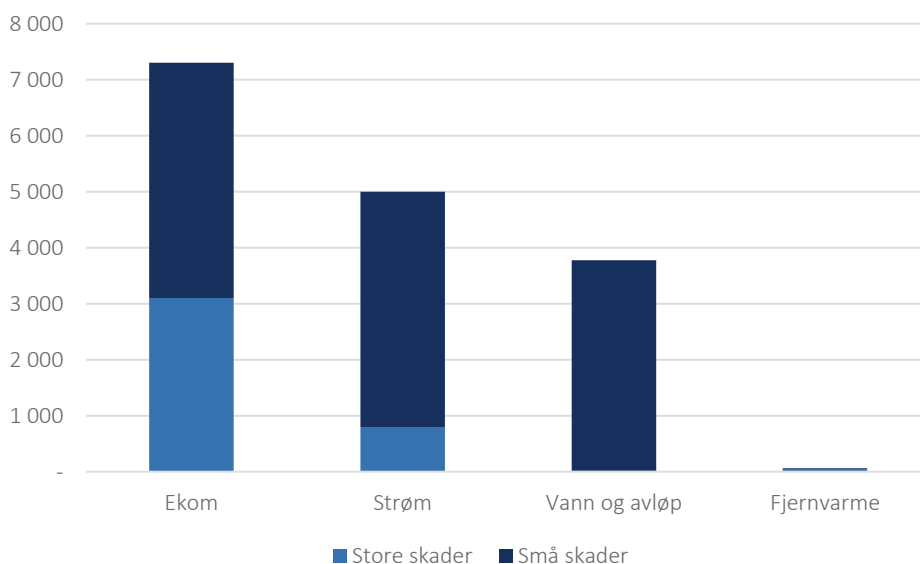
Kilde: MEF og Vista Analyse

2.6 Vårt anslag på graveskader i Norge

Vårt anslag på antall graveskader i Norge følger direkte fra ekstrapolerte tall fra MEF-undersøkelsen og antyder at det var litt over **16 000 skader** i 2019. Som rapportert over har vi kommet fram til et anslag på om lag **4 000 større skader**. Det blir da litt over **12 000 små skader**. Store skader er her definert som skader som berører flere enn 1-2 kunder og små skader berører mindre enn maksimalt et par kunder.

Det forekommer også graveskader når private graver på egen eiendom eller liknende. Våre tall er avgrenset til skader forårsaket av profesjonelle.

Figur 2.7 Estimerte graveskader i 2019 fordelt på infrastruktur



Kilde: Vista Analyse

2.7 En gjennomsnittlig graveskade i Norge koster mindre enn 50 000 kroner å reparere

I tillegg til å innhente statistikk på antall graveskader, har vi samlet informasjon om reparasjonskostnadene knyttet til graveskader. Disse kostnadene defineres som de direkte kostnadene knyttet til gravearbeider og inkluderer alle kostnader som påløper for å utbedre skaden, herunder materialutgifter, arbeidskraft og utgifter for bruk av maskiner m.m.

Gjennomsnittlig reparasjonskostnad for graveskader i Norge er ikke kjent, hverken totalt eller per type infrastruktur. Oslo Economics (2015) har tidligere anslått at graveskader i gjennomsnitt koster mellom **15 000 og 30 000 kroner** å utbedre, men påpeker samtidig at disse reparasjonskostnadene varierer mye. Kostnadene varierer blant annet med størrelsen på skaden og hva slags infrastruktur det er som skades. De minst omfattende graveskadene kan koste noe tusen kroner å reparere, mens de største skadene utbedres for flere hundre tusen kroner, og i verste fall millioner kroner. Samarbeidsforum for ledninger i grunnen (2015) anslo at de samlede reparasjonskostnadene knyttet til graveskader summerte seg til 210 millioner kroner i 2015. Med omkring 8 000 graveskader årlig på denne tiden, antyder dette at graveskader tidligere kostet rundt **26 000 kr** i gjennomsnitt i reparasjonskostnader. Dette anslaget er i samme størrelsesorden som anslaget til Oslo Economics.

I beregningen av våre anslag på de direkte reparasjonskostnadene har vi brukt informasjon innhentet fra netteiere, samtaler med entreprenører og forsikringsselskaper. Fordi kostnadene per graveskade varierer mye, skiller vi mellom store og små skader. Store skader er definert som skader som berører flere enn 1-2 kunder. Vi finner da at gjennomsnittlig reparasjonskostnad på **store graveskader på strømmettet er anslått til 45 000 kroner, 25 700 kroner for graveskader på ekomnett, 30 000 kroner for graveskader på vann- og avløpsledninger og 52 000 kroner for graveskader på fjernvarmeledninger. Reparasjonskostnadene på små graveskader er 8 000 kroner per skade i gjennomsnitt for alle infrastrukturtypene utenom fjernvarme. For fjernvarme er reparasjonskostnadene på små graveskader anslått til 15 000 kroner per skade.** Disse tallene begrunnes senere i rapporten.

Sammenlignet med studier på graveskader internasjonalt, ligger våre kostnadsanslag på store graveskader tett opp til amerikanske beregninger gjennomført av bransjeorganisasjonen CGA (2019). Anslagene våre på strøm og ekom er tilnærmet identiske, og anslaget på vann og avløp ligger omtrent mitt i kostnadsintervallet i den amerikanske studien. En britisk studie finner derimot at gjennomsnittskostnadene er betydelig lavere (Metje mfl., 2015). De britiske anslagene utgjør mellom 10 og 40 prosent av våre kostnadsanslag på strøm, ekom og vann og avløp.

3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved brudd på infrastrukturtjenester

I dette kapitlet beskriver vi hvordan de samfunnsøkonomiske kostnadene av graveskader prinsipielt skal forstås. Vi starter med en beskrivelse av ulike former for skader, og peker på at ressurser brukt på å forebygge skade også er en samfunnsøkonomisk kostnad. I kapitlets andre del skisserer vi hvor mye ressurser samfunnet bør bruke på forebygging når formålet er å gjøre summen av forebyggingskostnad og realisert skadekostnad minst mulig.

3.1 Kilder til samfunnsøkonomiske kostnader

En analyse av kostnader av graveskader må starte med å kategorisere kildene til slike kostnader for de ulike infrastrukturene i grunnen. For hver infrastrukturtjeneste må hovedtypen av brukere identifiseres, og konsekvensen av brudd, eller ikke-levert tjeneste, må kartlegges.

Det er hensiktsmessig å skille mellom følgende kilder til samfunnsøkonomiske kostnader per infrastrukturtjeneste:

- 1. Kostnader for å reparere skaden.** Dette er kostnader som relativt enkelt kan avdekkes siden de samfunnsøkonomiske kostnadene av selve reparasjonen sammenfaller med de privatøkonomiske kostnadene som bedriftene regnskapsfører, riktignok justert for skatter og avgifter. Vi har gått gjennom problemstillingen i kapittel 2.7.
- 2. Entreprenørs kostnader til forsinket prosjektfremdrift.** Gravearbeidet som utløser brudd på ledninger og rør i grunnen kan medføre forsinkelser og utsettelse i prosjektet. Prosjektet kan enten være en nyinvestering (for eksempel bredbånd/fiber) eller vedlikehold (for eksempel vann og avløp). I begge tilfeller vil forsinkelsene utløse kostnader for entreprenør og anleggseier - både i form av økte anleggskostnader og i form av at verdirealiseringen av prosjektet skyves ut i tid.
- 3. Samfunnets kostnader og ulemper ved forsinket prosjektfremdrift.** Samfunnet har også kostnader og ulempe ved forsinkelse. Det gjelder f.eks. nødvendig stenging av vei, som reduserer fremkommelighet for private bilister, drosjetransport og kollektivtilbud. Et annet eksempel er gravearbeid som reduserer omsetningen i nærliggende forretninger. Størstedelen av denne siste kostnaden er riktignok omfordeling, ettersom folk oftest får gjort sine innkjøp uansett. Støy under graving er en annen ulempe som kan forlenges når gravearbeidet forsinkes.
- 4. Tapt forbruk på grunn av nedetid.** Brudd i tjenestene som blir forstyrret av graving (vann, strøm osv.) gir ulempe for brukerne av tjenestene. Noen ganger fører bruddet i tjenestene til varig tapt forbruk. Det er for eksempel tilfellet hvis strøm eller fjernvarme brytes en vinterkveld med oppvarmingsbehov. Ulempen ligger i at tjenestene ikke blir forbrukt og den sjenansen dette medfører. For salgsbedrifter med nettbaserte salgskanaler kan nedetid i telekommunikasjon svekke kundetilfredsheten, og gi tapt salg, selvsagt avhengig av nedetiden.

5. **Utsatt forbruk på grunn av nedetid.** Andre ganger fører bruddet til at tjenesteforbruket utsettes, som også har en ulempe. Eksempel: Man får tatt videomøtet med kunden, men forsinket, og man får fullført saksbehandlingen, men forsinket. Slike forsinkelser utløser samfunnsøkonomiske kostnader, både gjennom egen og andres dødtid som har bedre anvendelser, og det forhold at den ønskede bruk av tjenesten skyves ut i tid.
6. **Forebyggingskostnader.** I tillegg til kostnader knyttet til den enkelte graveskade, som kan spores tilbake til direkte berørte parter som eier av infrastruktur, entreprenøren, abonnenter og brukere av infrastruktur, og andre tredjeparter, vil selve muligheten for at graveskader kan inntreffe i seg selv påføre samfunnet kostnader. Særlig i store byer med mye kritisk infrastruktur kan muligheten for lednings- og rørbrudd nødvendiggjøre forebyggende tiltak. Slike forebyggende beredskapstiltak krever ressurser, og vil dermed inngå i den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden ved graveskader. De skiller seg imidlertid fra de andre kostnadsartene ved at de ikke kan spores tilbake til den enkelte graveskade. De må isteden forstås som et resultat av hyppigheten av, og dermed sannsynligheten for, graveskader.

Direkte og indirekte kostnader

I tidligere litteratur om samfunnsøkonomiske kostnader brukes begrepene direkte og indirekte kostnader. Direkte kostnader omfatter reparasjonskostnader og i prinsippet entreprenørens kostnader ved forsinkelse.¹ Indirekte kostnader omfatter samfunnets kostnader ved forsinkelse og samfunnets kostnader ved tapt eller forsinket forbruk. Forebyggingskostnader kan regnes til indirekte kostnader, men også som en direkte kostnad. Det beste er kanskje å se det som en egen kategori. Tabell skisserer sammenhengen mellom de ulike betegnelsene.

Tabell 3.1 Skadekategorier fordelt på «direkte», «indirekte» og «annet»

Skadekategori	Direkte	Indirekte	Annet
Reparasjonskostnad	√		
Forsinket fremdrift	√	√	
Tapt forbruk		√	
Utsatt forbruk		√	
Forebyggingskostnader			√

Kilde: Vista Analyse

3.2 Balansen mellom forebyggingskostnad og skadekostnad

Som samfunn kan vi bruke mye ressurser på forebygging og tillate lite skade, eller vi kan bruke lite penger på forebygging og tillate mye skade. Eller vi kan gjøre noe midt imellom. Det er opplagt at ulike kombinasjoner av forebyggingskostnad og realisert skadekostnad kan gi ulike samlede kostnader og at det er mulig både å bruke for lite og for mye på forebygging.

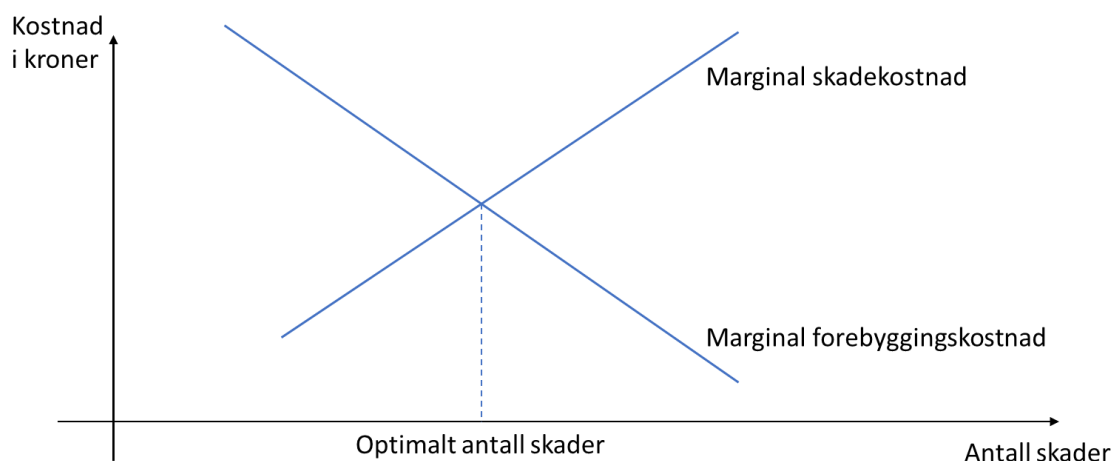
Samfunnsøkonomisk sett bør vi tilpasse ressursbruken slik at *summen av forebyggingskostnad og skadekostnad blir minst mulig*. Det tilsier at vi for hvert forebyggingstiltak må spørre om tiltaket reduserer

¹ Dette følger Metje mfl (2015). Makana mfl. (2018) bruker ordet sosiale som vi bruker indirekte, mens indirekte brukes om blant annet forsinkelse. Deres tredje kategori er sosial, som svarer til vår indirekte!

realisert skadekostnad mer enn tiltaket koster. Er nytten (reduksjon i skadekostnad) større enn kostnaden (økt forebyggingskostnad)? Hvis vi aksepterer alle tiltak der nytten (reduksjon i skadekostnad) er større enn forebyggingskostnaden, men ingen andre, vil vi tilpasse ressursbruken slik at summen av forebyggingskostnad og skadekostnad blir minst mulig, som er det vi ønsker.

Grafisk kan beslutningsregelen *aksepter alle tiltak der nytten er større enn kostnaden* illustreres i et diagram, se Figur 3.1.

Figur 3.1 Prinsippkisse for balanse mellom skade- og forebyggingskostnad



Kilde: Vista Analyse

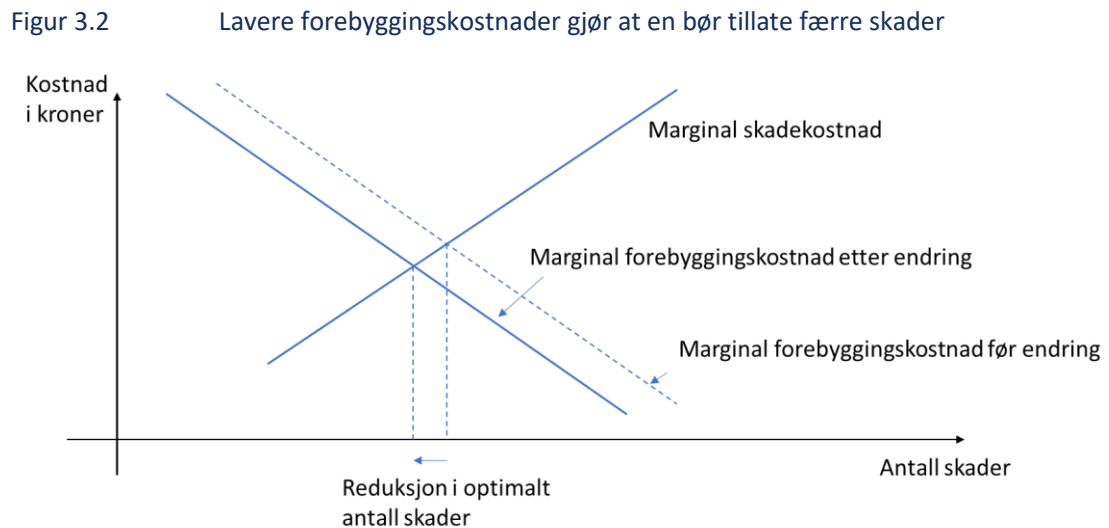
Figuren leses på følgende måte: Antall skader som hypotetisk kan oppstå er på x-aksen. Kostnader er på y-aksen. Den marginale skadekostnaden stiger med antallet skader fordi hver ny skade oppleves som mer problematisk dersom samfunnet allerede opplever mange skader. Den marginale forebyggingskostnaden synker derimot med antallet skader, fordi den siste skaden som blir forhindre (helt innerst til venstre) er kostbar å forhindre. Den første skaden ute til høyre, er derimot billig å forhindre.

For enkelhets skyld antar vi at skadene kan skyfles om uten at det påvirker formen på marginal skade eller forebygging. (Hvis ikke måtte vi vurdert om en alvorlig skade langt til høyre virkelig var tilordnet lav forebyggingskostnad). Forenklingen har ingen betydning for resten av resonnementet.

Når marginal skadekostnad og marginal forebyggingskostnad er ordnet som i figuren, kan vi se at det samfunnsøkonomisk beste (optimale) punktet ligger der hvor den marginale reduksjonen i skadekostnad er lik den marginale økningen i forebyggingskostnad. Mer forebygging enn dette betyr at vi slipper gjennom for mange forebyggingstiltak. Mindre forebygging enn dette betyr at vi slipper gjennom for få tiltak.

Det samfunnsøkonomisk beste punktet eliminerer alle skader til høyre for krysningspunktet. Alle skader til venstre aksepteres, fordi de har lavere realisert skadekostnad enn forebyggingskostnad. Krysningspunktet bestemmer derfor ikke bare den samfunnsøkonomisk minste summen av skade og forebygging. Den bestemmer også det antallet skader vi bør akseptere.

Over tid vil kurvene normalt flytte seg. Dersom kurven for forebyggingskostnadene flytter seg ned i figuren, for eksempel fordi nye teknologiske løsninger gjør forebygging (for eksempel påvisning) enklere, går det optimale antallet skader ned. Lavere forebyggingskostnader gjør altså at vi bør forebygge mer og akseptere færre skader, se Figur 3.2.



Kilde: Vista Analyse

Dersom kurven for skadekostnad flytter seg opp i figuren, for eksempel fordi de samfunnsøkonomiske kostnadene øker over tid, så skal vi også akseptere færre skader. Men dersom kurven for skadekostnad flytter seg ned, for eksempel fordi skader blir billigere å reparere, så kan vi akseptere flere skader over tid.

4 Tidligere studier av gravekostnader på infrastrukturen i grunnen

I dette kapitlet går vi gjennom tidligere studier av gravekostnader på infrastruktur i grunnen. Vi innleder med en diskusjon av begreper og metoder. Deretter følger avsnitt om henholdsvis norske og utenlandske studier, før vi i kapitlets siste avsnitt trekker sammen innsikter fra litteraturen.

Mer litteratur i utlandet enn i Norge

Omfanget av graveskader på infrastrukturnettet i grunnen er betydelig, og selv om utbedringen av slike graveskader påfører samfunnet store kostnader årlig, er det ikke etablert noen systematisk rapportering av graveskader i Norge. Det betyr at hverken det faktiske omfanget eller de samlede samfunnsmessige kostnadene er kjent. Internasjonalt finnes det ulike interesseorganisasjoner som innhenter og systematiserer informasjon om graveskader fra bransjen i sine land. I noen land har informasjonsinnhenting pågått siden begynnelsen av 2000-tallet. Resultatene fra medlemsundersøkelser publiseres i årlige rapporter som blant annet omfatter estimert omfang av og kostnader på graveskader på infrastrukturnettet i grunnen (CGA (2019) og USAG (2019)). I Norge er det gjennomført flere studier knyttet til infrastrukturnettet i grunnen. Mens de fleste av disse analyserer tiltak for bedre informasjonsutveksling ved gravearbeider (Oslo Economics 2015; Samfunnsøkonomisk Analyse 2015; 2018), finnes det kun én kjent studie som har prøvd å kvantifisere de faktiske kostnadene knyttet til graveskader (SLG, 2015).

4.1 Kostnadsbegreper og metoder for kvantifisering av kostnadene

I beregningen av kostnadene ved graveskader er det som oftest de bedriftsøkonomiske kostnadene som trekkes frem. I den akademiske litteraturen er dette definert som de *direkte* kostnadene (DC), altså kostnadene som påløper for å reparere skaden og som bæres av utførende entreprenør eller infrastruktureier. De samlede samfunnsøkonomiske kostnadene inkluderer i tillegg skade og ulempe som påføres brukerne av infrastrukturen og andre forstyrrelser i samfunnet og på miljøet. I litteraturen er denne kostnadskomponenten ulikt definert. Metje mfl. (2015) definerer alle kostnader utenom de direkte kostnadene som *indirekte* kostnader (IC), mens Makana mfl. (2018) skiller mellom *indirekte* (IC) og *sosiale* (SC) kostnader. I Makana mfl. (2018) er de indirekte kostnadene definert som tilleggskostnadene som påføres infrastruktureier eller skadevolder gjennom skriftlige avtaler med tredjepart, herunder krav fra forsikringsselskap, tapt inntekt for forretning på kort og lang sikt, kostnader ved utsettelse av prosjekt, kostnader ved fysiske skader og juridiske kostnader. Sosiale kostnader er alle andre kostnader som hverken infrastruktureier eller skadevolder belastes for, men som bæres av resten av samfunnet i form av kødannelse i trafikken, sjenanse for husholdninger og næringsliv, og økt forurensning og støy.

På tross av at litteraturen definerer kostnadskomponentene ulikt, er det bred enighet om at de direkte kostnadene er betydelig lettere å kvantifisere enn de øvrige kostnadene. Metje mfl. (2015) er en av de første akademiske studiene som beregner hva graveskader på infrastrukturen i grunnen koster samfunnet. Basert på analyser av nesten 3 350 skadetilfeller i Storbritannia, fordelt på entreprenører, kunder og ledningseiere, kvantifiserer de de direkte kostnadene ved graveskader fordelt på ulike typer infrastruktur i grunnen. Forfatterne finner at de gjennomsnittlige reparasjonskostnadene per skade i

Storbritannia er omtrent 12 000 2015-kr for strømkabler, 6 000 2015-kr for gassledninger, 5 000 2015-kr for ekomkabler, 34 500 2015-kr for fiberoptikk og 3 700–12 000 2015-kr for vann- og avløpsledninger.

Hverken i studien til Metje mfl. (2015) eller øvrige studier i litteraturen lykkes man imidlertid med å kvantifisere de indirekte kostnadene, og derfor heller ikke de samfunnsøkonomiske kostnadene, ved graveskader på infrastrukturnettet i grunnen (Makana mfl., 2018). En eldre studie fra 2005 har anslått at de indirekte kostnadene knyttet til alle typer gravearbeider i vei kan ligge opp mot 64,4 milliarder 2005-kr årlig (McMahon mfl., 2005), men det er ikke kjent hvor stor andel av disse kostnadene som er et direkte resultat av graveskader. De samlede samfunnsøkonomiske kostnadene er i samme studie anslått til 82 milliarder 2005-kr årlig, slik at de direkte kostnadene er omtrent 17,5 milliarder 2005-kr. Det antyder at de indirekte kostnadene står for nesten 80 prosent av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved gravearbeider i vei.

En annen tilnærming til å estimere de samfunnsøkonomiske kostnadene ved graveskader som blir mye brukt i litteraturen er foreslått av Makana mfl. (2018). De analyserer kostnadsforholdet mellom de ulike kostnadskomponentene direkte, indirekte og sosial. Basert på analyser av skadetilfeller i Storbritannia² finner forfatterne at det gjennomsnittlige kostnadsforholdet mellom summen av de indirekte og sosiale kostnadene og de direkte kostnadene er 29:1. Dvs. at dersom de direkte kostnadene ved å utbedre en graveskade er 1 000 kr, så er de faktiske samfunnsøkonomiske kostnadene 29 000 kr. Funnene ble først publisert i en tidligere studiet av de samme forfatterne i Makana mfl. (2016).

Ettersom denne studien baserer seg på et begrenset antall hendelser, er det usikkert om variasjonen i utvalget er tilstrekkelig. Dessuten er kostnadsforholdet som presenteres fundert på kun fem skadehendelser hvor man har klart å kvantifisere både de indirekte og sosiale kostnadene. Det kan tyde på at funnene overestimerer det faktiske kostnadsforholdet mellom de ulike kostnadskomponentene.

4.2 Norske studier av graveskader

Ved ett kjent tilfelle har det blitt gjort et forsøk på å estimere de samfunnsøkonomiske kostnadene ved graveskader i Norge fordelt på ulike deler av infrastrukturnettet. Arbeidsgruppen Samarbeidsforum for ledninger i grunnen (SLG) publiserte i 2015 en rapport der de samlede årlige reparasjonskostnadene ved graveskader er beregnet til 210 millioner 2015-kroner. Kostnadene omfatter kun de direkte kostnadene ved graveskader, hvorav 65 millioner kr belastes netteierne, 95 millioner kr entreprenørene med forsikringsmeldte skader og 50 millioner kr entreprenørene med skader som ikke er forsikringsmeldte. Generelt betyr det at entreprenørene pålegges 2/3 av de direkte kostnadene ved graveskader. Andre kostnader utover de direkte kostnadene, slik som definert i Makana mfl. (2018), analyseres ikke av SLG. Nedetid for samfunnskritisk infrastruktur og forsinkelser og utsettelse av pågående prosjekter fremheves imidlertid som viktige tilleggskostnader.

Rapporten fra SLG gir ingen oversikt over det totale omfanget av graveskader. I en undersøkelse som ble gjennomført i forbindelse med rapporten rettet mot MEF sine medlemsbedrifter, svarte mer enn 370 bedrifter – eller 53 prosent av de som besvarte undersøkelsen – at de hadde hatt graveskader i 2014. I tillegg oppga forsikringselskapene at de hadde rundt 1 200 forsikringsmeldte hendelser hvert år. Geomatikk bidro også med data på innmeldte graveskader. I 2013 og 2014 ble det meldt inn omtrent 3 000 graveskader til Geomatikk. En analyse gjennomført av Samfunnsøkonomisk Analyse i 2018 viser

² Forfatterne oppgir 16 tilfeller, men det er bare 5 av dem som har tall til å beregne forholdet mellom direkte og indirekte kostnader.

at skadeomfanget meldt inn til Geomatikk har holdt seg på dette nivået i årene frem til og med 2017 (Samfunnsøkonomisk Analyse, 2018).

I bransjen tror man imidlertid at det totale antallet graveskader tidligere har ligget nærmere 8 000 hendelser årlig og at skadeomfanget er redusert til 6 500 etter at brukerbetaling ved kabelpåvisning har blitt mer utbredt. Ifølge Samfunnsøkonomisk Analyse har Geomatikk selv anslått at det er omkring 9 000 graveskader årlig og at 6 500 av disse rammer ledninger eller kabler som tilhører Telenor (Samfunnsøkonomisk Analyse, 2018).

SLG samlet inn data fra flere kilder innen elektrisk kommunikasjon, strøm, vann og avløp og fjernvarme i 2015. I oversikten under presenteres kostnadsestimatene for de ulike delene av infrastrukturnettet.

Elektrisk kommunikasjon (ekom): Her ble det til SLG-rapporten hentet inn statistikk fra Geomatikk og Telenor – to kilder som sammen dekker mesteparten av markedet for ekom. Telenor har registrert mellom 6 000–7 000 graveskader årlig i perioden 2011–2014, men statistikken favner noe bredere enn definisjonen av graveskader i vår rapport. De tilhørende entreprenørkostnadene beløper seg på rundt 40 millioner kr årlig. Omfanget av graveskader i resten av bransjen er anslått til i overkant av 50 millioner kr i 2014. Samlet sett er de årlig kostnadene for netteier og entreprenør knyttet til graveskader på ekomnettet anslått til 110 millioner kr, hvor omtrent 60 prosent faktureres skadevolder.

Energi: Til SLG-rapporten ble det hentet inn statistikk fra et utvalg kraftselskaper, men fordi tallmaterialet var usikkert og lite sammenlignbart var det vanskelig å konkludere basert på den innsamlede informasjonen. Blant annet rapporterte Eidsiva Nett om 104 graveskader, mens BKK oppga kun 14 skader. NVE bidro med informasjon om de såkalte KILE-kostnadene³ ved driftsforstyrrelser grunnet gravearbeider, som ble estimert til 10 millioner kr årlig i perioden 2009–2013. De direkte reparasjonskostnadene knyttet til graveskader på energinetnet ble anslått til 80 millioner kr årlig, hvor omtrent 80 prosent av kostnadene faktureres skadevolder.

Vann og avløp: Skadeomfanget på vann- og avløpsnettet ved graveskader er i SLG-rapporten anslått til 10 millioner kr årlig. Halvparten av kostnadene faktureres skadevolder. Antall skader er beskjedent sammenlignet med andre typer infrastruktur som ligger høyere i grunnen.

Fjernvarme: Kostnadene knyttet til fjernvarmeanlegg anslås i SLG-rapporten til 5 millioner kr årlig, hvor halvparten av kostnadene faktureres skadevolder. I likhet med vann- og avløpsnettet er det få graveskader på fjernvarmeanlegg sammenlignet med resten av infrastrukturnettet.

SLG skriver ikke noe om gjennomsnittlig reparasjonskostnad per graveskade. Oslo Economics (2015) anslår at gjennomsnittlig reparasjonskostnad per graveskade ligger mellom 15 000–30 000 kr. Samtidig påpeker Oslo Economics at anslagene på reparasjonskostnadene er nokså sprikende. Reparasjon av en omfattende skade på ekomnettet kan «koste i overkant av 100 000 kroner. En middels stor graveskade er i størrelsesorden 10–100 000 kroner og en liten graveskade koster mindre enn 10 000 kroner.» (Oslo Economics, 2015). På strømnettet varierer kostnadene enda mer. Graveskader på lavspenningskabler kan koste titusenvise av kroner å reparere, mens mer alvorlige hendelser på høyspentkabler kan i verste fall koste flere millioner. At det er store variasjoner i reparasjonskostnadene kommer også frem i undersøkelsen i SLG-rapporten. 71 prosent av MEF sine medlemsbedrifter oppga at gjennomsnittskostnaden ved en graveskade er under 10 000 kr, 18 prosent mellom 10 000–50 000 kr og 4 prosent over

³ KILE står for kvalitetsjustert inntektsramme ved ikke-levert energi og er en indikator for den samfunnsmessige kostnaden per kW og kWh ved strømbrudd. Vi kommer tilbake til begrepet i kapittel 5.

50 000 kr. Samtidig tyder disse resultatene på at det er en overvekt av mindre graveskader og at de mest alvorlige graveskadene utgjør et mindretall.

4.3 Internasjonale studier av graveskader

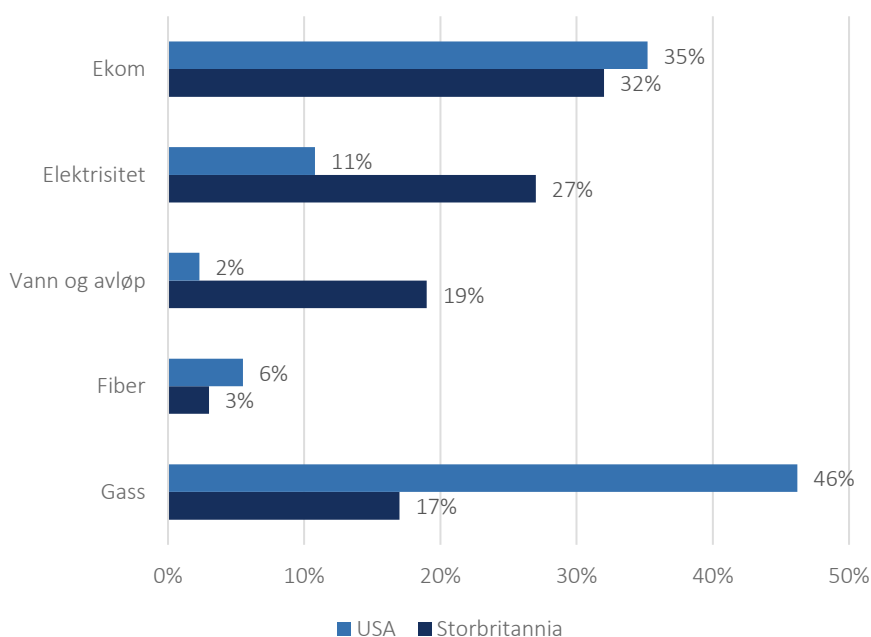
Som en del av kartleggingsarbeidet har vi sett nærmere på reparasjonskostnader og omfanget av graveskader i andre land. I Storbritannia og USA finnes det godt etablerte interesseorganisasjoner som hvert år sammenstiller og analyserer informasjon på graveskader innhentet fra sine respektive medlemsbedrifter.

I Storbritannia rapporterer bransjen til USAG. USAG estimerer at den direkte kostnaden ved en gjennomsnittlig graveskade ligger på mellom 21 000 og 78 000 2014-kr, med et gjennomsnitt på 37 500 2014-kr (The USAG Data & Reporting Working Group, 2016). Funnene er basert på informasjon fra rundt 2 000 graveskader som rapporteres til USAG hvert år, men det faktiske antall graveskader i Storbritannia er antatt å være betydelig høyere. USAG antyder at tallet kan ligge opp mot 60 000 skader årlig. Med 60 000 graveskader summerer de direkte kostnadene seg til 2,2 milliarder 2014-kr årlig.

Common Ground Alliance (CGA) er en tilsvarende organisasjon i USA. Det er anslått at det er mellom 300 000–400 000 graveskader årlig i USA. CGA analyserer og lager kostnadsestimat basert på informasjon fra omtrent ¾ av det antatte omfanget skadehendelser. De finner at de direkte kostnadene knyttet til graveskader er på nærmere 12,6 milliarder 2016-kr årlig, og argumenter samtidig for at de samfunnsøkonomiske kostnadene trolig er betydelig høyere.

Fordelt på infrastrukturtype er de gjennomsnittlige direkte kostnadene per skade i USA omtrent 41 000 2016-kr for strømkabler, 50 000 2016-kr for gassledninger, 25 500 2016-kr for ekomkabler, 18 500 2016-kr for fiberoptikk og 25 000–43 500 2016-kr for vann- og avløpsledninger. Disse kostnadsestimatene er mellom 3 og 9 ganger høyere enn funnene i Metje mfl. (2015), utenom anslaget for fiberoptikk som er omtrent halvparten av funnet i den britiske studien.

Figur 4.1 Fordeling av antall graveskader på infrastrukturen i USA og Storbritannia



Kilde: CGA (2019) og Metje (2015)

Figuren viser en fordeling av skadeomfanget på de ulike delene av infrastrukturnettet i Storbritannia og USA. Brudd på ekomkabler utgjør omtrent 1/3 av alle graveskader, som forklares ved at infrastrukturen ligger grunt i bakken og er sjeldnere tegnet inn i kart. SLG-rapporten og intervjuer med norske entreprenører bekrefter at mønsteret er det samme også i Norge.

I Storbritannia er det i tillegg mange graveskader på strømkabler (27 prosent) og vann- og avløpsledninger (19 prosent). På tross av at vann- og avløpssektoren er den nest største brukeren av rør- og kabelsøketjenester i Storbritannia, beskrives kartgrunnlaget på denne delen av infrastrukturnettet som så dårlig at risikoen for brudd er svært høy (LSBUD, 2019). Sammenlignet med Norge ligger vann- og avløpsledningene høyere i grunnen i Storbritannia. Det betyr at graveskadene på denne delen av infrastrukturen i Storbritannia trolig er høyere enn i Norge.

I USA utgjør graveskader på gassledninger 46 prosent av alle skadehendelser, mens kun 11 prosent av graveskadene er brudd på strømkabler. Det kan forklares av at USA har et langt mer omfattende gassnett i grunnen og flere strømkabler i luften enn Storbritannia (Metje mfl., 2015). I Norge er bruken av gass til blant oppvarming lite utbredt, slik at gassnettet er betydelig mindre enn i både Storbritannia og USA.

Modellen til CGA gjør det i tillegg mulig å beregne graveskadenes innvirkning på berørte interessegrupper, ved å studere interessegruppens faste kostnader som kan knyttes direkte til skaden. CGA finner at kundene eller brukerne av infrastrukturen betaler den høyeste kostnaden ved graveskader. Men ved å inkludere kundene/brukerne kan dette tyde på at CGA anvender en bredere definisjon av begrepet *direkte kostnader* sammenlignet med Makana mfl. (2018). Mens kundene/brukerne belastes 30 prosent av kostnadene ved graveskader, belastes entreprenørene kun 22 prosent og ledningseierne og beredskapsmottakerne 24 prosent hver for seg.

4.4 I Norge er skadefrekvensen høyere, men kostnadene noe lavere?

Tabell 4.1 gir en oversikt over funnene knyttet til kostnader ved graveskader fra SLG, CGA og USAG. Dersom vi antar at graveskadene i Norge i 2015 var på rundt 8 000 skader, tyder dette på at gjennomsnittlig reparasjonskostnad per graveskade på infrastrukturnettet i grunnen tidligere har ligget på rundt 26 000 kr årlig. Dette beløpet er mindre enn funnene i både Storbritannia og USA. Det ligger i den øvre enden av intervallet anslått av Oslo Economics (2015) – men dette intervallet er basert på *entreprenørkostnader* knyttet til generelle *gravearbeider*, ikke alle reparasjonskostnadene ved graveskade.

Tabell 4.1 Kostnader ved graveskader på infrastrukturen i grunnen, samt generelle gravearbeider

Land	Kilde	Type kostnad	Kostnad per år	Kostnad per skade
Norge	SLG, 2015	Direkte	210 mill. kr	26 250 kr ⁴
USA	CGA, 2016	Direkte	12,6 mrd. kr	45 600 kr
UK	USAG, 2016 og 2017/18	Direkte	2,2 mrd. kr	37 450 kr
Norge	Oslo Economics, 2015	Direkte	7,5–22,5 mrd. kr*	15 000–30 000 kr

⁴ Ved 8000 skader.

UK	McMahon, 2005	Direkte**	17,5 mrd. kr
		Indirekte+So- sial**	64,5 mrd. kr

Kilde: Omregning til NOK ved bruk av valutakurs fra Norges Bank: <https://www.norges-bank.no/tema/Statistikk/Valutakurser>.

* Entreprenørkostnad ved generelle gravearbeider. ** Gravearbeider i vei.

Som Oslo Economics og også Samfunnsøkonomisk Analyse fremhever, er det nokså stort sprik i de gjennomsnittlige reparasjonskostnadene ved graveskader. Hvor store kostnadene blir, avhenger blant annet av type infrastruktur som skades, hvor omfattende skaden er og hvor store utsettelse eller hindringer skaden fører til. Når vi også inkluderer de indirekte og sosiale kostnadene, må det hensyntas hvor mange personer som påvirket eller sjeneres av skaden og hvor stor innvirkning skaden har på miljøet. Da kan kostnadene fort eskalere til høyere nivåer enn reparasjonskostnader alene.

Foreløpig er det ingen kjente studier som har lyktes i å utforme en metode for å kvantifisere alle de indirekte og sosiale kostnadene. Flere studier har imidlertid foreslått mer kvalitative tilnærminger for å beregne disse kostnadskomponentene. Blant annet foreslår Metjer mfl. (2015) et metodeverktøy for å rangere kostnadskomponentene basert på kvalitative analyser.

Basert på de mest kjente anslagene for graveskader i Norge, Storbritannia og USA, viser Tabell 4.2 at antall graveskader per 1 000 innbygger i Norge er noe høyere enn i USA og Storbritannia. Etter innføring av brukerbetaling ved kabelpåvisning, tror man at graveskadene i Norge har falt til nærmere 6 500 skader per år. Det indikerer at det er omtrent 1,2 graveskader per 1 000 innbygger årlig i Norge. Skadeomfanget i Norge er dermed like høyt som i det øverste siktet av graveskader per 1 000 innbyggere i USA.

Tabell 4.2 Graveskader per 1 000 innbygger

Land	Innbyggere	Antall graveskader	Antall graveskader per 1 000 innbygger
Norge	5,4 mill.*	6 500 – 8 000 ⁵	1,2 – 1,5
USA	322 mill.**	300 000 – 400 000	0,9 – 1,2
UK	65 mill.***	60 000	0,9

Kilde: SSB, <https://www.census.gov/popclock/> og <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/populationandmigration/populationestimates/timeseries/ukpop/pop>

* Befolkning i 2020. ** Befolkning i 2016. *** Befolkning i 2015.

⁵ Anslag i bransjen i forkant av denne utredningen.

5 Strøm

I dette kapittelet anslår vi det årlige antallet graveskader på strømmettet og skiller mellom små skader som rammer én eller to kunder, og store skader som rammer flere enn to kunder og som potensielt har større indirekte kostnader knyttet til seg. Vi anslår ved hjelp av spørreundersøkelsen fra MEF de direkte reparasjonskostnadene og benytter NVEs KILE-data til å anslå de indirekte kostnadene som følge av tapt eller utsatt strømforbruk. Avslutningsvis beregner vi forholdstallet mellom de direkte og de totale samfunnsøkonomiske kostnadene ved graveskader på strømmettet.

5.1 Strømforsyningen er en kritisk funksjon i det norske samfunn

I Norge har vi tilgang på ren og rimelig elektrisk kraft. Det gjør at elektrisk kraft er den viktigste energikilden i samfunnet vårt, og at nordmenn er i verdenstoppen når det gjelder strømforbruk. Det vi som privatpersoner bruker mest strøm på, er oppvarming av bolig og deretter varmt vann. Dette er også det som, særlig i kalde perioder, er vanskeligst å klare seg uten dersom strømmen faller bort, men også belysning, matlaging og kjøling er i stor grad avhengig av tilgang på elektrisitet.

Elektrisitet er ikke bare den viktigste energikilden for husholdningene, men også for de store næringene innen industri og tjenesteyting. I transport er foreløpig petroleumsprodukter fremdeles den viktigste energikilden, men også her begynner elektrisitet å spille en viktigere rolle.

Som samfunn er vi avhengig av et fungerende og pålitelig strømmnett, og strømbrydd er problematisk og kostbart for både husholdninger og næringsliv.

Det norske kraftsystemet er delt inn i tre nivåer

I Norge er nettet av kabler som frakter strøm fra produsent til forbruker delt inn i tre nivåer: Sentralnettet, regionalnettet og distribusjonsnettet. De viktigste forskjellene mellom de tre nivåene er spenningsnivået, og hvem som er tilkoblet nettet. Sentralnettet har det høyeste spenningsnivået og er hovedsakelig eid og driftet av Statnett. De store kraftproduksjonsanleggene i Norge er tilknyttet sentral- eller regionalnettet, mens mindre produksjonsanlegg er tilkoblet regional- eller distribusjonsnettet. På samme måte er gjerne de mest kraftintensive produksjonsanleggene i industrien tilkoblet sentral- eller regionalnettet på grunn av behov for høyere spenningsnivå.

De fleste sluttbrukere er likevel tilkoblet distribusjonsnettet. Det er denne delen av kraftsystemet som sørger for å gi strømmen til husholdninger, tjenesteytende næringer og det meste av industrien. Distribusjonsnettet er også delt opp, i høyspent og lavspent fordelingsnett. Vi kaller gjerne dette høyspent- og lavspentkabler. Høyspentkablene utgjør den delen av nettet som overfører kraften fra transformatorstasjonen i regionalnettet til lokale transformatorer i distribusjonsnettet. Derfra overføres kraften til den enkelte forbruker gjennom det lavspente fordelingsnettet. I byer er det normalt at lavspenkablene er jordkabler (under bakken), mens det på mindre bebodde steder er vanlig at kablene går i luftlinjer.

Den høyspente delen av distribusjonsnettet har en nominell spenning på 11 eller 22 kV (kilovolt), mens de lavspente kablene ut til husholdninger har 230 V og ut til industri 420 V.

5.2 Antall graveskader som berører strømmettet

Det er ingen kilder som direkte kan gi det totale antallet graveskader som berører strømmettet. NVE har oversikt over antall registrerte feil i nettet som skyldes graving eller sprengning, tilsvarende de beregnede KILE-kostnadene. Dette antallet er ikke uttømmende, ettersom det vil være en rekke graveskader på strømmettet som ikke direkte berører kunden, hovedsakelig fordi kunden får strøm fra en annen ledningskonfigurasjon i det maskede nettet. Dette er små saker der kabler rives av, men rettes opp av entreprenør raskt – uten at det påvirker strømkundene. Slike skader vil ikke ha noen direkte effekt for strømkundene i form av bortfall av strøm, men vil ha direkte reparasjonskostnader.

For å anslå omfanget av graveskader som berører strømmettet benytter vi tre innfallsvinkler:

1. Registrerte brudd i strømmettet med årsakskode «graving og sprengning», hos NVE, som gir grunnlag for de beregnede KILE-kostnadene vi drøfter i kapittel 5.4.
2. Ekstrapolasjon av de registrerte graveskader hos Geomatikk.
3. Ekstrapolasjon av tilbakemeldinger fra spørreundersøkelse blant entreprenører i regi av MEF.

NVE registrerte 165 feil i strømforsyningen som følge av graving i 2018

Tabell 5.1 Registrerte strømvbrudd i FASIT, 2014-2018

År	Antall feil	KILE (kr)	Avbruddstid (timer)
2014	136	11 198 887	4*
2015	143	19 623 144	311
2016	142	20 664 172	432
2017	161	22 775 120	187
2018	165	21 571 087	854

Kilde: NVE

* Svært lavt tall tyder på registreringsfeil for avbruddstiden i 2014, og muligens også KILE.

I NVEs database over feil og avbrudd i strømforsyningen, FASIT, er det registrert 161 feil med årsakskode «graving og sprengning» i 2017 og 165 feil i 2018. Dette er det tilhørende antallet graveskader til de estimerte 20 millioner kronene i KILE-kostnader. Det innebærer at en gjennomsnittlig feil i strømforsyningen i 2018 hadde et verditap for husholdninger og næringsliv på drøyt 130 000 kroner. Kostnadene varierer likevel mye fra avbrudd til avbrudd, ettersom KILE-kostnadene avhenger både av antall berørte kunder, varighet, dag, tid på dagen og tid på året.

Innen strømvbrudd går det et skille mellom feilstatistikk og avbruddstatistikk. Feilstatistikk er systemorientert, og beskriver alle hendelser i nettet uavhengig av om det får følger for sluttbrukeren eller ikke. Avbruddstatistikk er sluttbrukerorientert og registrerer kun de hendelsene som fører til avbrudd hos sluttbrukere.

NVEs FASIT er en avbruddstatistikk, og inneholder kun hendelser som fører til avbrudd hos sluttbrukere. FASIT-statistikken omfatter de avbrudd som oppstår enten i lavspent distribusjonsnett eller i den delen av sentral-, regional- eller høyspent distribusjonsnett som går direkte til sluttbruker.

Det innebærer at de 165 feilene registrert med årsakskode «graving og sprengning» i FASIT-statistikken ikke inkluderer graveskader på de delene av Sentral-, Regional- eller høyspent distribusjonsnett som

ikke går direkte til sluttbruker. For å fange opp disse må vi supplere FASIT-statistikken med følgende statistikker:

1. «Årsstatistikk 2018. Driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV-nettet», utgitt av Statnett.
2. «Årsstatistikk 2018. Driftsforstyrrelser, feil og planlagte utkoplinger i 1-22 kV-nettet», utgitt av Statnett.

I årsstatistikkene over driftsforstyrrelser og feil i 1-22 kV-nettet (høyspent distribusjonsnett) er antall driftsforstyrrelser fordelt etter utløsende årsak. Blant kategoriene er «mennesker (andre)». Denne kategorien vil omfatte for eksempel graving og sprengningsarbeid, men ikke utelukkende dette. I 2018 var 277 driftsforstyrrelser i 1-22 kV-nettet forårsaket av «mennesker (andre)».

Den samme kategorien finner vi igjen i årsstatistikken for driftsforstyrrelser, feil og planlagte utkoplinger i 33-420 kV-nettet (sentral- og regionalnettet). I denne delen av nettet er det betydelig færre driftsforstyrrelser, og «mennesker (andre)» var utløsende årsak for 16 driftsforstyrrelser på 33-420 kV-nettet i 2018.

Summerer vi feilene i årsstatistikkene forårsaket av «mennesker (andre)» og avbruddene registrert i FASIT med årsakskode «graving og sprengning» får vi totalt **458 feil eller avbrudd** i strømmettet som *potensielt* kan kategoriseres under graveskader⁶.

440 graveskader som berører strømmettet registrert hos Geomatikk i 2019

Geomatikk registrerte 440 graveskader som førte til brudd i strømledninger i grunnen i 2019. Disse skadene er frivillig meldt inn av entreprenører og/eller nettselskaper. Det er i stor grad et utvalg på 10 nettselskaper som konsistent melder inn slike skader til Geomatikk. Dette er nettselskaper som opererer på Østlandet, Innlandet, Midt-Norge, Nordland og Troms. Geomatikk mener selv at de i disse områdene har god dekning ved de 10 selskapene, men ikke full dekning. Det betyr først og fremst at det vil være skader som berører andre nettselskaper som ikke meldes inn, men også noen skader blant disse nettselskapene som heller ikke meldes inn.

I tillegg vil det også være en god del graveskader som oppstår i andre deler av landet, hvor nettselskapene normalt ikke melder inn til Geomatikk.

For å ekstrapolere dataene fra Geomatikk kan vi ta utgangspunkt i antallet gravemeldinger i Norge. En gravemelding er en forespørsel som sendes til de netteierne som har ledninger i området det skal graves, og benyttes for å finne ut om gravearbeidene kommer i konflikt med nedgravde ledninger. En gravemelding er ikke det samme som en offentlig søknad om tillatelse til å grave i offentlig grunn, men de fleste gravearbeider foregår etter å ha sendt gravemelding. Det betyr likevel at det også vil være noe gravearbeid som foregår utenfor de gravearbeidene det leveres gravemelding om. Det er Geomatikk som driver Gravemelding-tjenesten.

I 2019 registrerte Geomatikk 124 435 gravemeldinger for landet samlet. I områdene der de 10 beskrevne nettselskapene opererer, ble det registrert 82 717 gravemeldinger. Områdene som i stor

⁶ Noen av feilene i 1-420 kV-nettene med årsakskode «mennesker (andre)» vil ikke være forårsaket av gravearbeid, men av andre menneskelige feil. Vi antar likevel at majoriteten av disse feilene vil være forårsaket av graving og sprengning og gjør en forenkling der vi antar at alle feilene med denne årsakskoden skyldes gravearbeid.

grad er betjent av disse 10 nettselskapene står dermed for 66 prosent av gravemeldingene i landet. Vi kan for enkelthets skyld anta at de 10 nettselskapene står for alle disse gravemeldingene⁷.

I tillegg vil det være en del skader på strømnettet som ikke meldes inn til Geomatikk. Dette vil særlig være skader som enten har små konsekvenser eller der det rår liten tvil om hvem som har skyld i skaden. For skader av den siste sorten har disse 10 selskapene blitt flinkere til å rapportere til Geomatikk. Vi forutsetter et påslag for mørketall på 33 prosent. Det innebærer at de 10 nettselskapene rapporterer inn 3 av 4 graveskader på deres nett til Geomatikk, og at vi antar at det faktiske antallet på graveskader hos disse selskaperens nett var 585 i 2019. For å beregne et intervall lar vi påslaget variere fra 10 til 50 prosent.

For å beregne de totale graveskadene på strømnettet i landet må vi justere for forskjeller i skadefrekvens mellom de 10 nettselskapene hos Geomatikk og resterende nettselskaper. Her er det etter vårt syn særlig to faktorer å ta høyde for. Den ene er at Geomatikks skadetall for kunder med konsistent rapporteringspraksis har gått vesentlig ned de siste årene. Det er naturlig å anta at konsistent rapportering henger sammen med et økt fokus på graveskader og reduksjon av disse. På den andre siden kan konsistent intern rapportering være vel så bra, så vi kan ikke utelukke at øvrige nettselskap kan ha like stort fokus på å redusere graveskader. Fra 2016-2018 reduserte de 10 nettselskapene sine innmeldte graveskader i Geomatikks statistikk med 15 til 20 prosent ifølge Geomatikk.

Den andre faktoren er at det er en viss sannsynlighet for at det er høyere frekvens på gravemeldinger i de områdene de 10 nettselskapene opererer - altså at det er en sammenheng mellom gravemeldinger og registrerte graveskader. Det innebærer at det potensielt er flere gravearbeider enn de 124 435 gravemeldingene skulle tilsi, og at det er større mørketall for gravearbeider i de områdene hvor de 10 nevnte nettselskapene ikke opererer.

Vi benytter et påslag på 10 prosent for å hensynta disse to faktorene. Et påslag på 10 prosent innebærer at det er 10 prosent flere skader per tusen gravearbeid i andre områder enn de områdene der de ti utvalgte nettselskapene opererer. Dette er noe lavere enn 15 til 20 prosent ettersom vi tror at ikke hele nedgangen i rapporterte graveskader skyldes at de registrerer seg hos Geomatikk. Vi velger likevel et relativt høyt påslag for å hensynta at det kan være flere graveskader i disse områdene enn antallet gravemeldinger skulle tilsi.

Ekstrapolasjon av tall fra Geomatikk tyder på at det totale antallet graveskader som berører strømnettet ligger rundt **800** for hele landet. Dette tallet avhenger av Vistas egne antagelser, og varierer fra i underkant av 500 til i overkant av 900 innenfor rimelige endringer i egne antagelser.

MEF Spørreundersøkelse

Av Figur 2.4 ser vi at det årlige antallet graveskader som berører strømnettet er beregnet til å være **4 997** ved å ekstrapolere 946 skader registrert i spørreundersøkelsen sendt ut til MEF sine medlemsbedrifter. Dette er langt over hva både KILE- og Geomatikk-dataene skulle tilsi. Forklaringen er sannsynligvis at blant de 946 skadene som ligger til grunn for anslaget på nærmere 5 000 skader, inngår en hel del skader som kun berører én kunde og/eller som kan repareres på stedet. Vi vet at slike skader (1) sjeldent

⁷ Dette er en forenkling. Det vil være andre nettselskaper enn disse 10 som også står for noen av de 82 717 gravemeldingene i det aktuelle området. Den reelle andelen for de 10 nettselskapene vil derfor være noe lavere enn 66 %, men dette kan hensyntas ved f.eks. å anta et lavere påslag for mørketall hos de 10 nettselskapene.

rapporteres til Geomatikk og (2) at de ikke inngår i KILE-dataene hvis (i) skaden er gjort på lavspennetnettet eller (ii) ikke fører til avbrudd⁸.

5 000 graveskader i året, hvorav 800 av større omfang

Hver av de tre kildene vi har benyttet har svakheter, og vi bør vurdere dem opp mot hverandre for å anslå det årlige antallet graveskader som rammer strømmnettet. NVE- og Statnett-tallene er lave. De 458 skadene registrert hos NVE og Statnett tilsvarer litt over halvparten av det beregnede antallet basert på Geomatikk sine tall, og mindre enn en tiendedel av antallet basert på spørreundersøkelsen. Vi vet samtidig at alle disse skadene har ført til (1) avbrudd for (2) mer enn én kunde.⁹ Blant skadene registrert hos Geomatikk er det ikke sikkert at alle har ført til avbrudd. Dette kan forklare noe av forskjellen. En annen forklaring er at tallene fra NVE og Statnett i realiteten kan være større, ettersom det er en stor andel feil og avbrudd i strømmnettet som er registrert med ukjent årsakskode. Det kan være naturlig å anta at noen av disse skyldes graveskader. Vår vurdering er at tallene fra NVE/Statnett og Geomatikk ikke er så ulike. Anslaget basert på tall fra Geomatikk på 800 graveskader årlig vil inkludere avbruddene registrert hos NVE og Statnett med årsakskode «graving og sprenging» eller «mennesker», samt de som i realiteten er forårsaket av graving, men som er registrert med ukjent årsakskode, og de større graveskadene som ikke fører til avbrudd men andre ulemper for mer enn én kunde. Vi anslår at det i 2019 oppsto **800 store graveskader** som rammet strømmnettet.

Blant skadene meldt om i spørreundersøkelsen antar vi at det er en hel del små skader som kun rammer én kunde. Små graveskader har vi definert som graveskader som rammer én eller to kunder og gjerne kan repareres umiddelbart, til en lavere kostnad. Ettersom ingen av de andre kildene, og ingen øvrige kilder, kan gi et godt bilde av antallet små graveskader benytter vi tallene fra spørreundersøkelsen til dette formålet. Differansen mellom anslaget på 5 000 graveskader totalt fra spørreundersøkelsen og 800 store graveskader gir et anslag på **4 200 små graveskader** i året.

5.3 Direkte kostnader

De direkte kostnadene vi har identifisert knyttet til graveskader på strømmnettet er de direkte reparasjonskostnadene og i enkelte tilfeller kostnader knyttet til å kompensere kunder som mister strømmen. Mens kompensasjonskostnadene alltid må dekkes av netteierne, vil fordelingen av reparasjonskostnader følge skyldspørsmålet. De direkte kompensasjonskostnadene må ikke forveksles med KILE, som er de indirekte kostnadene knyttet til strømvbrudd.

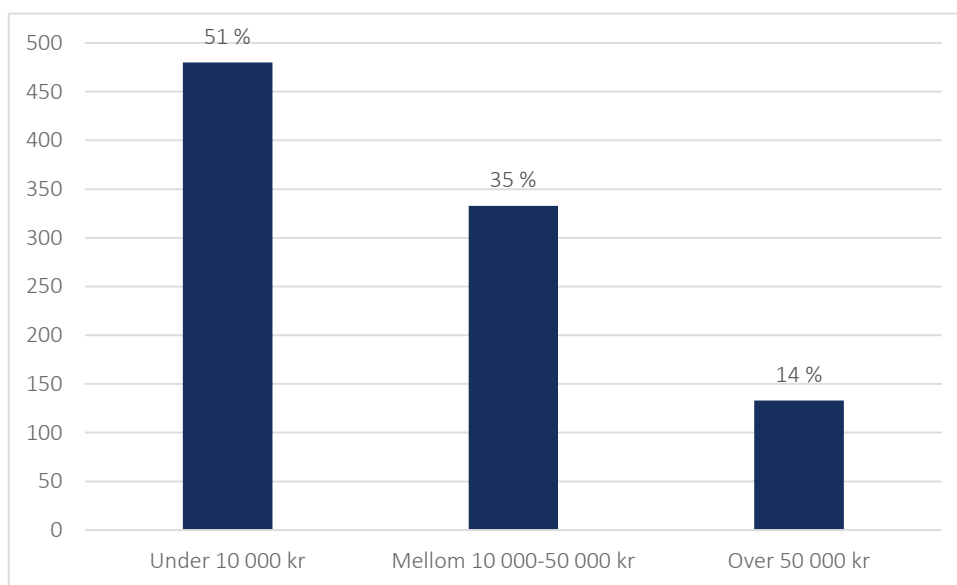
⁸ Skader som gir avbrudd for kun én kunde må nødvendigvis forekomme på det lavspente distribusjonsnettet, og vil ikke fremkomme i hverken NVE eller Statnetts statistikker for feil og avbrudd i systemet ettersom disse statistikkene ikke omfatter den lavspente delen av nettet. Unntaket er dersom den ene kunden er en stor industribedrift, som er koblet til høyspentnettet. I et slikt tilfelle er det likevel urimelig å beskrive skaden som liten, og skaden vil være registrert hos NVE/Statnett og sannsynligvis innmeldt Geomatikk.

⁹ I svært få tilfeller kan graveskader som rammer én kunde gi avbrudd som registreres hos NVE eller Statnett. Kunden er i så fall en kraftintensiv industribedrift som er koblet direkte til sentral-, regional eller det høyspente distribusjonsnettet.

Reparasjonskostnader

For å anslå de direkte reparasjonskostnadene knyttet til graveskader på strømmettet benytter vi to tilnærminger. Den første er spørreundersøkelsen blant MEFs medlemmer som gir et bilde av fordelingen mellom størrelsen på reparasjonskostnadene, som vist i Figur 5.1. Omtrent halvparten av graveskadene på strømmettet har en direkte reparasjonskostnad under 10 000 kroner, og kun 14 prosent har direkte reparasjonskostnader over 50 000 kroner. Det betyr at de aller fleste skader er relativt rimelige å reparere.

Figur 5.1 Antall graveskader på strømmettet med direkte reparasjonskostnader i gitte intervaller. Resultater fra spørreundersøkelsen.



Kilde: MEF og Vista Analyse

Antar vi at gjennomsnittskostnaden for skadene med direkte reparasjonskostnader under 10 000 kroner er 5 000 kroner, 30 000 kroner for skadene med direkte reparasjonskostnader mellom 10 og 50 000 og 100 000 kroner for de skadene med direkte reparasjonskostnader over 50 000 kroner, får vi en gjennomsnittlig reparasjonskostnad for de 5 000 kostnadene på i underkant av 27 200 kroner. Samtidig vet vi at de aller fleste av disse 5 000 skadene er små skader som kun berører én kunde og er lette å reparere. For å ta høyde for dette gjør vi en skjønnsmessig vurdering basert på samtaler med entreprenører og netteiere, som er den andre tilnærmingen. Samtaler med entreprenørene tyder på at det er stor forskjell på de direkte reparasjonskostnadene knyttet til skader på lav- og høyspentkabler. Anslagene i Oslo Economics (2015) peker mot det samme.

Basert på en samlet vurdering anslår vi **de gjennomsnittlige direkte reparasjonskostnadene til å være 45 000 kroner for de 800 store skadene**. Dette vil i hovedsak være skader på høyspentkabler. Dette anslaget er i tråd med gjennomsnittet vi ville fått fra MEF-undersøkelsen om vi ignorerte alle graveskader med reparasjonskostnader under 10 000 kroner, og med samme antagelser som i regneeksempelet ovenfor.

Vi vurderer at de aller fleste graveskader på strøm, de 4 200 små skadene som kun berører én eller to kunder, har en **gjennomsnittlig reparasjonskostnad på 8 000 kroner**. Dette er basert på en

rimelighetsbetraktning av skader med kostnader under 10 000 kroner. Det ble vurdert at det i denne kategorien er flere skader med kostnad over 5 000 kroner enn under 5 000 kroner.

Disse anslagene på gjennomsnittlige kostnader gir totale direkte reparasjonskostnader på **69,6 millioner kroner årlig**, hvorav omtrent halvparten knytter seg til de 800 store skadene.

Kunder som mister strømmen, har rett på kompensasjon fra nettselskapene tilsvarende 3 millioner kr årlig

Strømbrydd som varer i 12 timer eller mer vil kunne påføre nettselskaper krav fra kunder om kompensasjon. Dette vil komme i tillegg til de indirekte KILE-kostnadene vi beskriver i kapittel 5.4, som ikke kompenserer strømkundene. Alle strømkunder som opplever strømbrydd som varer lenger enn dette har nemlig krav på kompensasjon fra sitt nettselskap. Satsene er fastsatt av NVE og avhenger av lengden på avbruddet:

1. 600 kr for avbrudd mellom 12 og 24 timer.
2. 1 400 kr for avbrudd mellom 24 og 72 timer.
3. 2 700 kr for avbrudd mellom 48 og 72 timer.

For avbrudd som varer lenger enn 72 timer har kunden i tillegg til de 2 700 kronene krav på 1 300 kroner for hver påbegynte tjuefiretimers periode utover de 72 timene.¹⁰ Kunden får kun kompensasjon for ett målepunkt, uavhengig av antall målepunkt i husholdningen. Kompensasjonsordningen er ikke en erstatningsordning for faktiske kostnader. Slike erstatninger reguleres gjennom forbrukervernlovgivningen og privatrettslige avtaler.

Vi har i vårt arbeid ikke kartlagt direkte hvor mange kompensasjonssaker det faktisk er hvert år. Tall fra Hafslund og årsstatistikkene til Statnett tyder likevel på at det er svært få saker der kunder går mer enn 12 timer uten strøm. Blant Hafslunds strømbrydd forårsaket av graving i perioden 01.01.2019-29.02.2020 var det kun 2 av 39 saker hvor kunder hadde grunnlag for kompensasjon. En av disse sakene var case 2 i Tekstramme 5.1, der 130 kunder i Oslo mistet strømmen. Det lengste en kunde gikk uten strøm i forbindelse med dette avbruddet var 13 timer og 32 minutter. Vi vet dessverre ikke hvor lenge hver kunde gikk uten strøm, men dersom vi antar at alle kundene gikk uten strøm i hele perioden gir det potensielle kompensasjonskrav til Hafslund på 78 000 kroner. Gjør vi samme beregninger og antagelser for den andre saken hos Hafslund kan vi anslå deres totale utbetalinger til kunder som kompensasjon for lengre strømavbrudd i høyspentnettet i 2019 til å være 580 200 kroner.

På bakgrunn av disse beregningene og Hafslunds 34 saker i 2018 i forhold til de 165 strømavbruddene registrert hos NVE i 2018, anslår vi at nettselskapene totalt betaler omtrent **3 millioner kroner** til deres kunder som kompensasjon for langvarige avbrudd hvert år. Dette er kun et anslag basert på enkle forutsetninger og begrenset data. Eksempler på faktorer som kan påvirke dette anslaget er:

1. Flere lange strømavbrudd enn vi har lagt til grunn her vil trekke opp kostnadene. Dette kan være reelt dersom andelen strømavbrudd som er langvarige er lavere hos Hafslund enn andre nettselskaper, eller dersom det totale antallet strømavbrudd som skyldes graving er større enn det som er

¹⁰ Fra 01.01.2021 vil nye sats tre i kraft. For husholdninger vil de nye satsene være 500 kroner ved avbrudd på 12 timer pluss 40 kroner per time utover dette for hvert målepunkt i husholdningen. For fritidsboliger vil det tilsvarende være 135 kroner for avbrudd på 12 timer, og deretter 10 kroner per time, for hvert målepunkt i fritidsboligen. I tillegg til endringen i satsene vil kundene ikke lenger måtte kreve inn kompensasjonen selv, da utbetalingen vil skje automatisk.

registrert hos NVE. Det er sannsynlig at noen av avbruddene registrert hos NVE med ukjent årsak skyldes graving.

2. Dersom de fleste strømkundene som opplever strømbrudd får tilbake strømmen langt tidligere enn etter 12 timer i saker der strømvbruddet for noen varer lenger enn 12 timer, vil kostnadene reduseres. Vi vet at kundene som opplever strømbrudd får tilbake strømmen på ulike tidspunkt på grunn av hvordan strømmen seksjoneres inn i systemet, slik at det er sannsynlig at vi har overvurdert kompensasjonskostnadene for Hafslund.
3. Dersom ikke alle strømkundene retter krav om kompensasjon fra nettselskapene, vil kompensasjonskostnadene reduseres. Det er svært lite sannsynlig at alle som har krav på kompensasjon retter krav til nettselskapene, ettersom det krever at de både er informert om rettigheten og at de tar seg bryet med å registrere kravet på nettselskapets nettside. Fra 2021 vil derimot utbetalingene skje automatisk.

Ettersom dette er faktorer som vil trekke i motsatte retninger lar vi dem for enkelthetens skyld og i mangel på bedre informasjon utligne hverandre, og lar vårt anslag stå. Vi presiserer også at anslaget er usikkert, men at det høyst sannsynlig vil være relativt lavt sett i forhold til både KILE og direkte kostnader.

5.4 Samfunnsøkonomiske kostnader

Graveskader på strømmettet kan i verste fall føre til brudd i strømmettet, som innebærer at kundene i det aktuelle området må belage seg på å gå minutter, timer eller dager uten strøm, avhengig av hvor omfattende skaden er og om det er mulig å få strømmen gjennom en annen kanal. NVE beregner de indirekte kostnadene for slike avbrudd, kalt kvalitetsjusterte inntektsrammer for ikke-levert energi (KILE), og det er det som ligger til grunn for våre anslag for de indirekte kostnadene knyttet til tapt eller utsatt forbruk av strøm som følge av graveskader. Graveskader som ikke fører til brudd i strømforsyningen vil ikke lede til tapt eller utsatt forbruk, og vil således heller ikke ha indirekte kostnader etter vår definisjon. Det vil være ulemper ved at gravearbeidet trekker ut, men ulempene er ikke på samme måte avhengig av infrastrukturen det graves over, og er dekket i kapittel 11. Graveskadene som ikke leder til brudd, vil i hovedsak være små graveskader.

KILE-kostnader skal sørge for samfunnsøkonomisk optimal leveringspålitelighet

Ettersom vi i stor grad er avhengige av elektrisitet, både i hjemmet og i næringslivet, er det kostbart å gå uten strøm i kortere eller lengre perioder. Hvor kostbart det er, avhenger av hvor mange som mister strømmen, hvilke type forbrukere som mister strømmen, og andre faktorer som når på året, når på dagen og hvilken dag i uka strømmen forsvinner.

For husholdningene er det kostbart og til ulempe å ikke få varmet opp boligen en kald vinterkveld, eller å ikke få laget middagen du hadde kjøpt inn, å dusje i kaldt vann om morgenen eller å ikke se Dagsrevyen på TV. Noe av dette kan vi dekke over ved å gå ut og spise, dusje hos naboen (hvis han har strøm) eller å kjøpe avisen neste morgen, og blir det for kaldt kan vi kle på oss mer klær eller ta inn på hotell. Dette er kostbare og dårlige alternativer. Ikke bare er det dyrt å spise ute eller å overnatte på hotell, men det er også mer tilfredsstillende å se ferske nyheter på Dagsrevyen enn å lese dem i avisen morgenen etter (gitt at det var Dagsrevyen vi i utgangspunktet foretrakk). Strømbrudd er derfor kostbart for husholdningene både i prissatte kronebeløp og i ikke-prissatte nytteverdier. For husholdningene er det mer

kostbart og til ulempe om strømmen går en kald vinterkveld mens hele familien er hjemme, enn om våren mens alle medlemmene av husstanden er på skole og jobb.

For næringslivet er det kostbart for de butikkene som ikke får operert kassaterminalene, og de industribedriftene som ikke får produsert det de har planlagt. For næringsliv og industri er strømbrudd kostbart først og fremst på grunn av bortfall av salg og produksjon. I næringslivet vil kostnadene av et strømbrudd variere blant annet som følge av hvor dyrt det er å stoppe og starte produksjonen, hvor kostbart det er å ta igjen tapt produksjon, hvor stor omsetning bedriften normalt har, og hvor normalt den kan operere under strømbruddet. For butikkene er det selvsagt mest kostbart om strømmen faller ut når det er flest kunder i butikken, og for industribedriftene når produksjonen er på det høyeste.

Ved sykehus og i andre kritiske funksjoner har man reserveaggregater som startes opp hvis strømmen går, men reserveaggregater er dyre å vedlikeholde og drifte.

Mens den økonomiske reguleringen av nettselskaper skal gi incentiver til å holde kostnadsnivået i nettselskapene lavt, skal KILE-ordningen sørge for at dette ikke går på bekostning av leveringspåliteligheten. KILE-ordningen fungerer slik at nettselskapets tillatte inntekt reduseres når deres kunder opplever strømbrudd. Denne reduksjonen skal tilsvare det som kalles KILE-kostnaden. KILE-kostnadene representerer forbrukerne, husholdninger og næringsliv sine kostnader ved strømbrudd. Disse skal representere sluttbrukerens ulempe ved avbruddet, både de prissatte og ikke-prissatte kostnadene. KILE-kostnadene beregnes ut fra individuelle kostnadsfunksjoner basert på sluttbrukernes betalingsvilje for å unngå avbrudd, og beregnes hver gang det oppstår et strømavbrudd.

Kostnadsfunksjonene tar hensyn til når på året, når på dagen og hvilken dag i uka avbruddet inntreffer, hvor lenge avbruddet varer og om avbruddet var varslet på forhånd eller ikke.

Siden det er forskjeller mellom ulike kundegrupper hvor viktig strøm er og når den er viktig, har ulike kundegrupper ulik betalingsvilje for å unngå avbrudd og ulike kostnadsfunksjoner. Derfor beregnes også forskjellige KILE-kostnader for ulike kundegrupper:

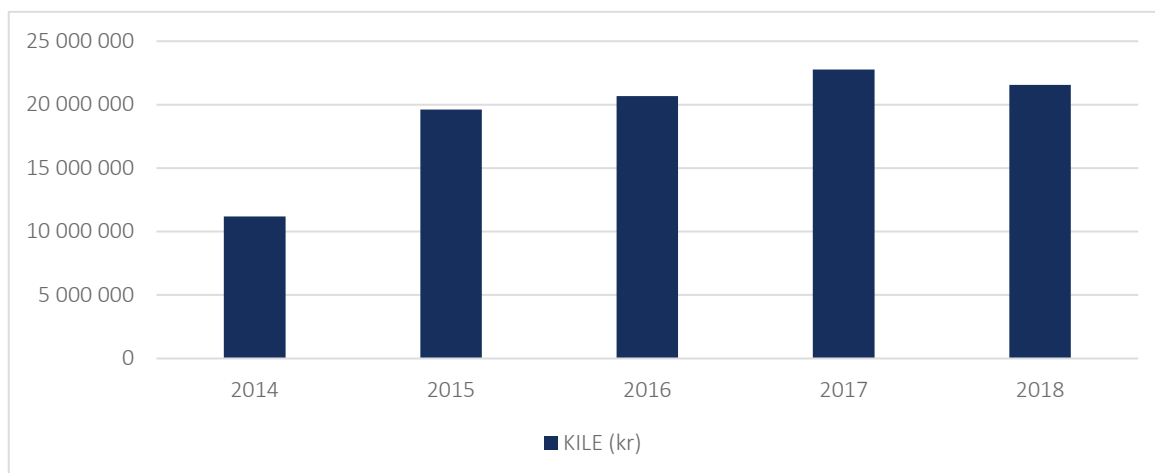
- Husholdninger
- Industri
- Handel og tjenester
- Offentlig virksomhet
- Jordbruk
- Industri med el-drevne prosesser

De faktiske kostnadsfunksjonene kan leses i Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer, [kapittel 9](#).

De årlige KILE-kostnadene som følge av graveskader utgjør omtrent 20 millioner kroner

Rapporteringspliktige nettselskaper skal rapportere data om avbrudd i eget nett til NVE. Disse dataene blir lagret i FASIT, som er et standardisert registrerings- og rapporteringssystem. Her registreres avbruddene med tilhørende KILE-kostnader. NVE har gitt oss de totale KILE-kostnadene for avbrudd og feil som er registrert i FASIT med årsakskoden «graving og sprenging» i perioden 2014-2018.

Figur 5.2 KILE-kostnader for avbrudd med årsakskode «graving og sprenging», 2014-2018



Kilde: NVE

Vi ser at de årlige KILE-kostnadene har ligget relativt stabilt rundt 20 millioner kroner i perioden 2015 – 2018. NVE bemerker likevel at tallene må anses omtrentlige ettersom de er registrert når selskapene gjør feilanalysen for enkelthendelsen, og de endelige avbruddskostnadene blir generert som totalverdier fordelt på kundegrupper til den økonomiske rapporteringen. Dette gjør at tallene kan variere noe fra den første feilanalysen.

Registreringen i FASIT gjør det ikke mulig å skille strømavbrudd som er forårsaket av graving fra de som er forårsaket av sprenging, men vi anser dette for å ha liten betydning for vår analyse. Det sentrale for vår analyse er å beregne kostnadene som påføres samfunnet når forbrukere mister strømmen som følge av strømkabler som kappes over eller ryker som en direkte konsekvens av at det utøves gravearbeid i området. Hensikten med ethvert gravearbeid må anses å være å komme ned i jorden, og om en benytter gravemaskin eller sprengstoff for å oppnå dette er prinsipielt ikke av betydning slik vi ser det – og har i alle fall ikke noen betydning for kundene som mister strømmen. Siden antallet graveskader registrert i FASIT også omfatter de som er forårsaket av sprenging velger vi å overse skillet mellom de to.

Samlet sett er disse KILE-kostnadene vårt soleklart beste anslag på de totale av årlige kostnadene for husholdninger og næringsliv som mister opplever strømavbrudd som følge av graveskader, og vi anslår derfor disse til å være omtrent **20 millioner kroner** i året. Ettersom vi har drøftet muligheten for at en del av avbruddene registrert uten årsakskode hos NVE i realiteten skyldes graving, er det likevel mulig at KILE knyttet til graveskader er noe høyere i virkeligheten.

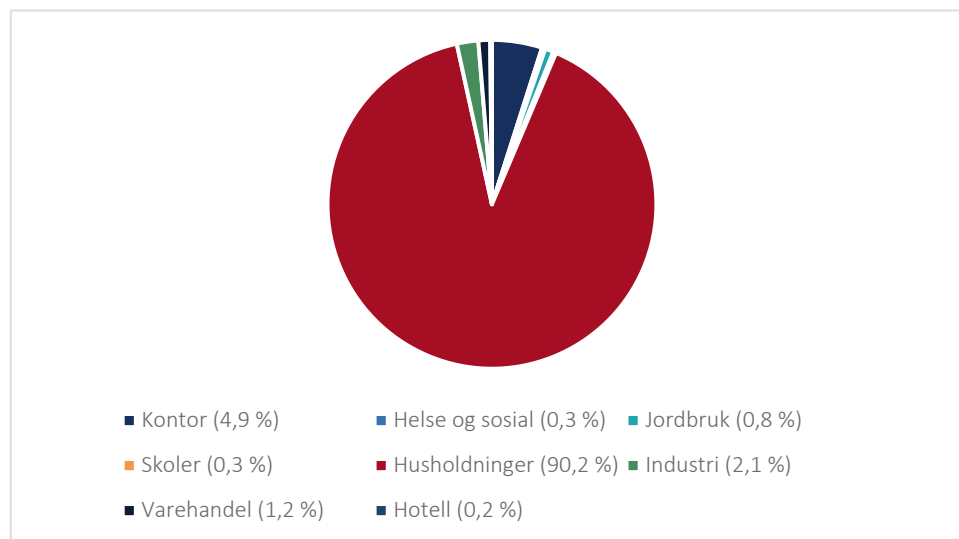
9 av 10 som berøres av strømbrudd er privatpersoner

For å belyse hvordan strømbrudd påvirker forbrukerne har vi oppsøkt Hafslund for datagrunnlag. Datagrunnlaget fra Hafslund inneholder en oversikt over strømbrudd forårsaket av graving, men kun brudd i høyspentkabler. Det innebærer at dette datagrunnlaget kun omfatter brudd i de kablene som overfører kraft fra transformatorstasjonen i regionalnettet enten til (1) lokale transformatorer i distribusjonsnettet, eller (2) til kraftintensive industribedrifter. Siden det første er mer vanlig enn det andre, vil hendelsene registrert i denne oversikten i hovedsak påvirke et relativt stort antall kunder.

I grunnlaget fra Hafslund er det registrert 39 strømavbrudd i det høyspente distribusjonsnettet forårsaket av graving i perioden 01. jan 2019 – 29. feb 2020. Antallet berørte kunder per avbrudd varierer fra 2

til 2084. Figur 4.2 viser en fordeling av antallet kunder berørt av strømbrudd, i andeler. Det fremkommer tydelig at de som oftest berøres av strømbrudd, eller som berøres flest av gangen, er husholdninger. 9 av 10 berørte strømkunder i et vanlig strømbrudd som følge av brudd i høyspentkablene er husholdninger.

Figur 5.3 Kundegruppers andeler av totalt antall berørte av strømbrudd hos Hafslund, 2019



Kilde: Hafslund

Under et strømbrudd kan kunder oppleve forskjellig varighet på strømbruddet. I datagrunnlaget fra Hafslund har vi informasjon på (1) tiden det tar fra strømbruddet oppstår til den siste kunden har fått tilbake strømmen, og (2) varigheten på strømbruddet for den kunden som har gått lengst uten strøm. Disse to er ikke nødvendigvis like ettersom kundene både kan miste og få tilbake strømmen på ulike tidspunkt.

Når det gjelder tiden det tar fra strømbruddet oppstår til den siste kunden har fått tilbake strømmen varierer dette fra omtrent 9 minutter til 20 timer, med en gjennomsnittsvarighet på 2 timer og 13 minutter. Lengden på strømbruddet for den kunden som går lengst uten strøm varierer fra 13 minutter til omtrent 13 timer og 30 minutter, med et gjennomsnitt på 2 timer og 46 minutter.

Vi har også plukket ut to av de større hendelsene fra 2019 og belyst disse som to eksempler nedenfor.

Tekstramme 5.1 To eksempler på strømbrudd som følge av graveskader

Case 1: Strømbrudd i Halden, juni 2019

Tirsdag 25. juni 2019 like før klokken halv 9 på morgenen oppsto det en graveskade på en høyspentkabel til Hafslund Nett som førte til at 749 kunder i Halden mistet strømmen. Årsaken til skaden var at en entreprenør gravde fra undersiden, rundt en kum, og heftet med seg en strømkabel. Som følge av dette var strømmen borte i 10 timer og 10 minutter (fra strømbruddet inntraff til siste kunde mottok strømmen igjen). Halden Arbeiderblad rapporterte litt over klokken 9, dvs. 45 minutter etter skaden oppsto, at de fleste hadde fått strømmen tilbake. Det var likevel flere kunder som var strømløse i flere timer. De siste kundene fikk strømmen tilbake rundt 18:30 samme dag.

KILE-kostnaden, ulempen for husholdninger og næringsliv for å gå uten strøm i disse drøyt 10 timene, ble beregnet til å være 101 269 kroner.

Halden Arbeiderblad skrev sak om hendelsen dagen den inntraff¹¹.

Case 2: Strømbrudd i Oslo, mai 2019

Onsdag 8. mai 2019 like før klokken 15 oppsto et brudd på en høyspentkabel i nettet til Hafslund som førte til at 130 kunder på Hovedøya i Oslo mistet strømmen. Strømmen var ikke tilbake for den siste kunden før nærmere klokken 4 på natten, 13 timer og 42 minutter senere.

Den beregnede KILE-kostnaden for dette strømbruddet er 188 044 kroner.

HA – nær og viktig

Prøv oss
Kun 5 kr for 5 uker!

Dei.annonser(*) Podkast Direktesport (*) Haldenbilder.no Meny

Strømbrudd i Halden - vil være uten strøm i timevis

En gravemaskinfører som jobbet på Grimsrødveien var uheldig tirsdag morgen og fikk kuttet over en høyspentkabel. Dette førte til at 741 abonnenter mistet strømmen. Foto: Kristian Børnseth

Av Ole-Christian Bakke 25. juni 2019, kl. 09:12

747 abonnenter mistet strømmen tirsdag morgen – 34 er fortsatt strømløse og vil være det en god stund

5.5 Forholdet mellom direkte og samfunnsøkonomiske kostnader

For å gjøre tallene sammenlignbare med litteratur på tvers av land kan det være verdifullt å beskrive forholdstallet mellom de totale samfunnsøkonomiske kostnadene og de direkte reparasjonskostnadene. En slik multiplikator er også nyttig i de tilfeller der en har informasjon om reparasjonskostnadene, men mangler informasjon om for eksempel de indirekte kostnadene knyttet til tapt og utsatt forbruk på grunn av nedetid. Multiplikatoren vil i gjennomsnitt gi en god pekepinn på forholdet, men kan ikke

¹¹ <https://www.ha-halden.no/nyheter/strom/halden/strombrudd-i-halden-vil-vare-uten-strom-i-timevis/s/5-20-676386>

direkte gi de totale samfunnsøkonomiske kostnadene ved en enkelthendelse gitt reparasjonskostnaden. Multiplikatoren vi benytter er uttrykt ved de totale samfunnsøkonomiske kostnadene som andel av de direkte reparasjonskostnadene og er for strøm gitt av

$$\frac{\textit{Totale samfunnsøkonomiske kostnader}}{\textit{Direkte reparasjonskostnader}} = \frac{\textit{Direkte rep.kostnader} + \textit{Kompensasjonskostnader} + \textit{KILE}}{\textit{Direkte reparasjonskostnader}}$$

Ettersom det er stor forskjell mellom både direkte og indirekte kostnader for små og store skader har vi to ulike multiplikatører; en for store skader og en for små. Multiplikatoren for store graveskader på strømnettet er gitt

$$\begin{aligned} & \frac{\textit{Totale samfunnsøkonomiske kostnader}}{\textit{Direkte repara}ssjonskostnader} \\ = & \frac{\textit{Antall store skader} \times \textit{Gj.snittlig direkte rep.kostnad} + \textit{Kompensasjonskostnader} + \textit{KILE}}{\textit{Antall store skader} \times \textit{Gj.snittlig direkte rep.kostnad}} \\ = & \frac{800 \times 45\,000 + 20\,000\,000 + 3\,000\,000}{800 \times 45\,000} = \mathbf{1,6} \end{aligned}$$

Tallet 1,6 fremkommer av brøken over, der 800 x 45 000 er direkte reparasjonskostnader, 20 millioner er KILE og 3 millioner er kompensasjonskostnader. En multiplikator på **1,6** innebærer at de indirekte kostnadene tilsvarer 60 prosent av de direkte reparasjonskostnadene ved **store graveskader på strømnettet**. Ettersom vi ikke har informasjon om de indirekte kostnadene ved små graveskader på strømnettet siden det ikke beregnes KILE-kostnader, anslår vi multiplikatoren for **små graveskader på strømnettet** ved en skjønsmessig vurdering til å være **1,1**. Ettersom små graveskader på strømnettet påvirker kun 1 eller 2 kunder og stort sett kan repareres relativt raskt, vil det være svært små indirekte kostnader knyttet til slike graveskader. Det vil likevel være *noen* ulemper for den eller de brukerne som rammes av graveskaden og eventuelt opplever brudd, slik at det bør være noe høyere enn 1 (en multiplikator på 1 innebærer at det ikke er noen andre kostnader enn de direkte reparasjonskostnadene). Vi anslår dermed disse ulempene for de brukerne som rammes av små skader, de indirekte kostnadene, til 3,360 millioner kroner.

Summen av direkte reparasjonskostnader, kompensasjonskostnader og indirekte kostnader (herunder KILE) for både store og små skader gir et anslag på de totale samfunnsøkonomiske kostnadene som følge av graveskader på strømnettet på omtrent **115 millioner kroner**, jf. kapittel 10.

6 Elektronisk kommunikasjon

I dette kapitlet anslår vi det årlige antallet graveskader på ekom og skiller mellom små skader som rammer ingen eller én kunde, og store skader som rammer flere enn to kunder og som potensielt har større indirekte kostnader knyttet til seg. Vi anslår antall skader og de direkte reparasjonskostnadene ved å benytte tilgjengelig informasjon fra leverandører i markedet, Geomatikk og ved hjelp av spørreundersøkelsen fra MEF. Avslutningsvis beregner vi forholdstallet mellom de direkte og de totale samfunnsøkonomiske kostnadene ved graveskader på ekom basert på 12 utvalgte caser fra Telenor.

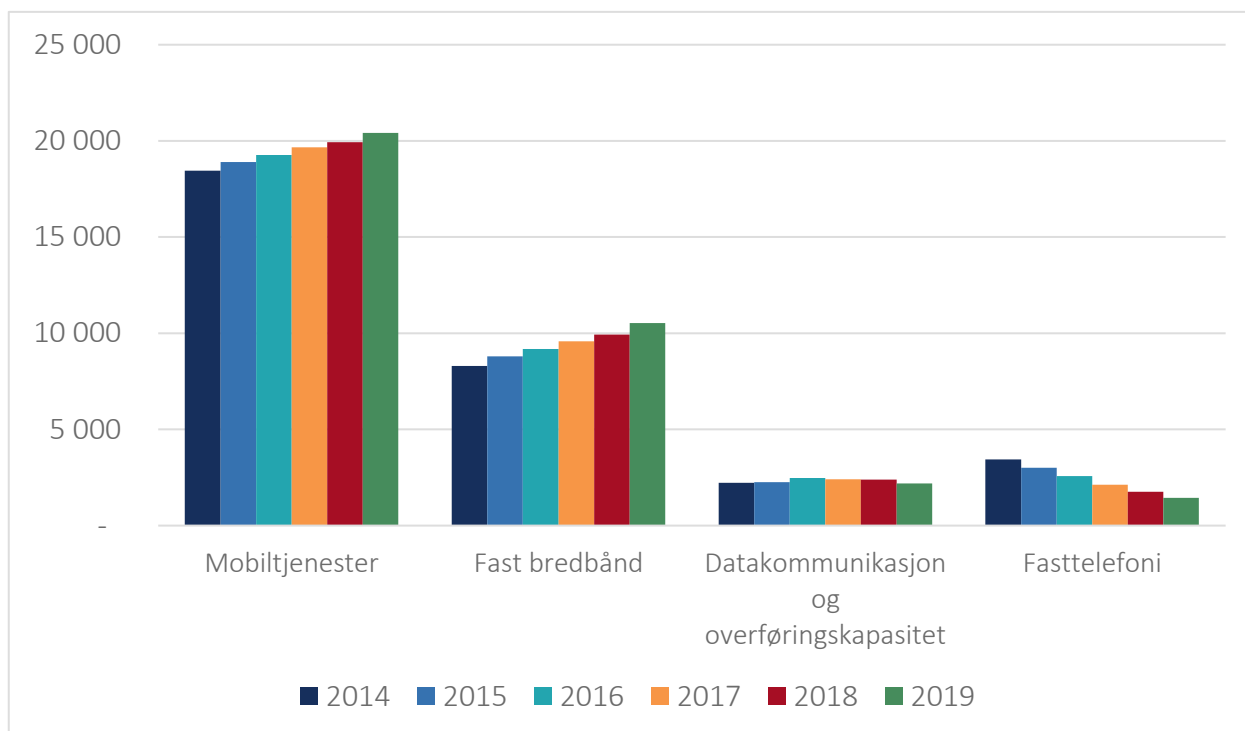
6.1 Markedet i dag

Elektronisk kommunikasjon (ekom) omfatter tele- og datakommunikasjon, og påvirker dagens samfunn betydelig. De siste årene har bruken av ekom økt betraktelig både i det private og offentlige. Samfunns-kritiske funksjoner som f.eks. Forsvaret eller helsetjenester bygger på tilgang til elektronisk kommunikasjon og er viktig i krisesituasjoner, samt for befolkningens trygghet. Næringslivet og offentlige virksomheter er i stor grad avhengige av ekomtjenester for å levere sine tjenester. Den økende graden av digitalisering medfører en større avhengighet og sårbarhet knyttet til ekom. En graveskade som fører til et linjebrydd, kan gi omfattende konsekvenser for samfunnet ved bortfall av ekomtjenester.

Det norske markedet for ekom inkluderer tjenester innen mobil- og fastnett, Internett, IP-telefoni, satellittelefoni, radio og TV-signaler (Nasjonal kommunikasjonsmyndighet, 2019). Figur 6.1 viser utviklingen i den samlede sluttbrukeromsetningen for ekomtjenester de siste årene. Det har vært en økning i omsetning fra 2014–2019, og i 2019 var den samlede omsetningen om lag 34,6 milliarder. Økningen skyldes vekst i mobiltjenester og fast bredbånd, og disse tjenestene utgjør over 90 prosent av markedet. Datakommunikasjonstjenester og overføringskapasitet¹², og fasttelefoni har hatt en nedgang i 2019.

¹² Nkom beskriver begrepene følgende: «Datakommunikasjonstjenester og overføringskapasitet benyttes i bedriftsmarkedet. Datakommunikasjonstjenester er først og fremst IP-VPN-tjenester (virtuelt privat nettverk) som ofte benyttes når flere kontorer skal knyttes sammen i et lukket nettverk. Overføringskapasitet er først og fremst leide linjer. Dette er tjenester som blant annet kjøpes av bedrifter som basis for å etablere eget nett.»

Figur 6.1 Kommunikasjonstjenestenes nettoomsetning i millioner kr.



Kilde: Nasjonal kommunikasjonsmyndighet

Statistikk fra Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (2019) viser at omsetning fra mobiltjenester utgjør bortimot 63 prosent, mens 33 prosent av omsetningen knyttes til fast bredbånd. Fasttelefoni har i dag mindre enn 5 prosent av markedsomsetningen. Når vi ser på omsetningsandelen viser tallene at Telenor er den største tilbyderer i markedet, med 50,4 prosent og Telia nest størst med 25,5 prosent.

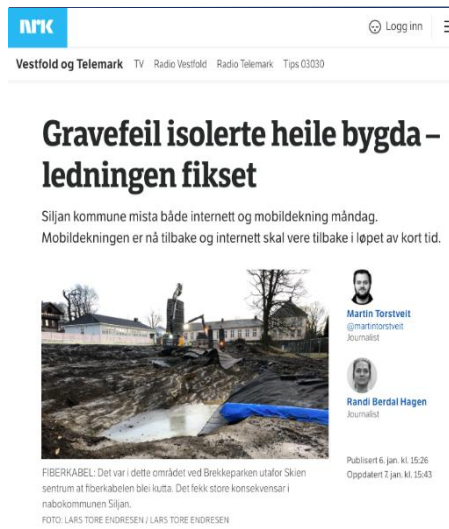
6.2 Ekom er en kritisk samfunnsfunksjon

Ekom, herunder telefoni og internett, betraktes som en av samfunnets kritiske funksjoner (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2016). Kommersiell nett og nødnett skal sikres og være tilgjengelige slik at kommunikasjonsmulighetene opprettholdes. Nettene er statens infrastruktur som brukes til å kontakte nødetater og andre beredskapsaktører. En graveskade som gir brudd i ekomtjenester kan ha store konsekvenser for samfunnet.

Hvis ekom ikke virker vil det være utfordrende for samfunnet å levere de varer og tjenester som befolkningen trenger (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2015). Tilgang til ekomtjenester for næringslivet er en grunnleggende forutsetning for at bedrifter kan levere sine produkter og leveranser. Betalingsterminaler som benyttes i butikker og via mobil og nettet, støttes av ekomtjenester. Et kabelbrudd vil skape forstyrrelser i drift og kan gi problemer for kortbetalinger. Trafikken er også i stor grad avhengig av ekom, hvor f.eks. tunneler i Norge er fjernovervåket og fjernstyrt, mens luftfartens samhandling og kommunikasjonen støtter seg på ekomtjenester. Brudd i tjenestene vil føre til forstyrrelser i trafikken. Samtidig vil det være store utfordringer for politi, helsetjenesten og brannmannskap ved svikt i nødnett. Dette illustrerer noen konsekvenser som kan oppstå hvis ekom svikter. Informasjonsflyten kan bli sterkt begrenset og det vil være utfordrende å få oversikt over ulike situasjoner som følge av manglende kommunikasjonskanaler.

For å illustrere dette videre har vi valgt ut tre ulike hendelser og presenterer dem i form av eksempler nedenfor.

Tekstramme 6.1 Tre eksempler på frafall av ekom som følge av graveskader



The screenshot shows a news article from NRK. The headline is "Gravefeil isolerte heile bygda – ledningen fikset". The sub-headline reads: "Siljan kommune mista både internett og mobildekning måndag. Mobildekningen er nå tilbake og internett skal vere tilbake i løpet av kort tid." There is a photograph of a construction site with a blue tarp covering a trench. Two journalists are listed: Martin Torstveit and Randi Berdal Hagen. The article is dated 6 Jan. kl. 15:26 and updated on 7 Jan. kl. 15:43. A caption below the photo states: "FIBERKABEL: Det var i dette området ved Brekkeparken utafør Skien sentrum at fiberkabelen ble kuttet. Det lekk store konsekvenser i nabokommunen Siljan. FOTO: LARS TORE ENDRESEN / LARS TORE ENDRESEN".

Case 1: Siljan kommune, januar 2020

6. januar 2020 var hele Siljan kommune og deler av Skien området helt uten mobil og internettdekning i 13 timer (NRK, 2020d). Skadehendelsen fant sted mellom klokken 08.00–21.00. Årsaken skyldtes en graveskade nær Telenors sentral i Skien hvor en fiberledning ble gravd over. Feilen berørte Telenor-abonnenter i Siljan, men det ble også meldt om problemer med dekning i Skien området. Politiet opplyste om at mobilnettene for Telia og Ice også var berørt (Telemarksavisa, 2020).

For akutt hjelp skulle kommunens innbyggere møte fysisk opp på legekantoret. Åpningstidene på legekantoret var forlenget så lenge nettet var nede. Der ble det benyttet satellitt-telefoner som kunne brukes til å ta kontakt med nødetater, samt at nødetatene holdt seg i området.

Case 2: Nordland mistet dekning for store områder, juli 2019

23. juli 2019 meldte Fylkesmannen i Nordland om at store områder var uten dekning (Rana kommune, 2019). Flere basestasjoner i Hemnes, Leirfjord, Rana og Vefsn var nede, og førte til at flere innbyggere var uten dekning. Totalt var 16 basestasjoner nede fordelt på de fire kommunene, dette rammet mobiltelefoni, meldingstjenester og mobildata (Rana Blad, 2019). I Rana var det også noe utfall på bredbånd og fasttelefoni. Helgelandssykehuset i Mo I Rana opplevde brudd på telefonlinjer, og ba publikum kun om å bruke hovednummeret for å kontakte sykehuset. Nødtelefonen var ikke berørt av feilen.

Årsaken var et fiberbrudd i rundkjøringen på Mjølan grunnet en gravskade. Telenor opplyste om at arbeidet med å skjote den skadde kabelen startet 14.35, og klokken 16.30 var feilen med kabelen rettet opp.

Case 3: Store deler av landet uten mobildekning, mai 2011

23. mai 2011 var mobilkunder over hele landet uten dekning i flere timer (TV2, 2011). Problemet oppstod rundt 15.00 da det ble brudd i to kabler samtidig (NRK, 2011). Det ene fiberbruddet skjedde i Kongsvinger som følge av at et tre veltet over en kabel, samtidig som det oppstod en graveskade ved Lillehammer. Mobilnettet ble satt ut av funksjon i store deler av landet og bortfall av tjenestene berørte alle mobiloperatører. Flytrafikken i nord ble innstilt en periode som en konsekvens av at Avinors kontrollsentral i Bodø var uten dekning. Flytrafikken nord for Bodø gikk som normalt, mens sørover mot Trondheim og Møre og Romsdal var det problemer. Flystansen i nord påvirket også flyplassene sør i Norge, på Gardemoen ble fly som skulle nordover forsinket.

I Trondheim ble Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK) rammet. Det var flere kunder som var uten mobildekning i mange timer, og et selskap opplyste om at det var dekningsbrudd i Hedmark, Oppland, Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark. Et annet mobil-selskap hevdet at problemene gjaldt for områdene fra Førde til Nordkapp.

Omtrent tre timer etter at problemet oppstod fikk Telenor på plass en reserveløsning.

6.3 Antall graveskader som berører ekom

Det finnes ingen fullstendig statistikk over graveskader som oppstår på ekom. Ulike leverandører har i varierende grad oversikt over antall graveskader knyttet til deres kabler. I dette avsnittet anslår vi antall graveskader på ekom basert på tilgjengelig informasjon.

De største hendelsene som skaper tjenestebrudd og reduserer tilgjengeligheten i markedet for elektronisk kommunikasjon må meldes til Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet (NKOM). Teleoperatører har meldeplikt for hendelser som har en viss alvorlighetsgrad, lokale brudd i fibernett rapporteres ikke. I 2019 ble det registrert **115** hendelser, men det er viktig å presisere at disse hendelsene ikke bare skyldes graveskader, men tar for seg alle typer fiberbrudd uavhengig av årsak.

Ekom-leverandører i markedet

I vår kartlegging av antall graveskader har vi først vurdert graveskader som berører flere enn 1 kunde. Det oppstår graveskader som ikke skaper tjenestebrudd, men som for eksempel reduserer redundans i landsnettet. Vi har ikke fullstendig informasjon om skadeomfanget, herunder antall berørte brukere for de ulike leverandørene. Noen oppgir at deres datagrunnlag berører flere enn 1 eller 2 aktører, mens for andre leverandører har vi ikke denne fordelingen.

Vi har vært i kontakt med en rekke aktører innen ekom-bransjen og presenterer i Tabell 6.1 statistikk over antall graveskader i 2019 for utvalgte aktører. Dette er ikke en fullstendig oversikt, men gir oss et godt innblikk i bransjen.

Tabell 6.1 Antall graveskader i 2019 for ulike aktører

	Antall graveskader i 2019
Telenor	3212
Telia*	603
Viken Fiber	51**
Lyse AS	138***
GlobalConnect	125
Totalt	4129

Telia inkluderer Get og TDC. ** Siste 12 måneder. * Herav 114 som bare rammet én kunde, 24 som rammet to eller flere. Dette er anslag basert på tall for januar–april 2020. Lyse AS er leverandør av strøm, internett, TV og telefoni og hadde frem til 30. april 2020 rapportert 92 graveskader. 76 av disse rammet kun 1 kunde. Videre antar vi at skadene fordeler seg likt mellom ekom og strøm. Det gir 46 skader totalt i et tertial og 138 totalt. Antall små skader er regnet ut på samme måte.*

Kilder: Telenor, Telia, Viken Fiber, Lyse AS, Global Connect

Telenor er landets største digitale tjenesteleverandør og tilbyr tjenester innen innhold, telekommunikasjon og data. Tall fra Telenor viser at det har vært en nedgang i antall graveskader de siste årene (Telenor, 2019). Ifølge Telenor har dette en sammenheng med brukerbetalingsmodellen, hvor bruker

betaler for påvisning av kabler i grunnen. I 2019 var det registrert 3 212 skader på Telenors nett, mot 5 564 i 2014. Telenor oppgir at disse skadene i gjennomsnitt berører færre enn fem abonnenter, og at de koster 10 500 kroner å utbedre. De fleste av skadene er dermed antagelig små.

Telia er den nest største tilbyderen i markedet, etter Telenor. Telia tilbyr mobiltjenester og har merkevarene Telia, OneCall, MyCall, Phonero og Get. Telia hadde totalt 603 registrerte graveskader i 2019. Datagrunnlaget inkluderer graveskader for GET som berørte over 2 kunder, samt Telia (Mobil) og Datacom (TDC).

Viken Fiber er en stor regional fiberleverandør som bygger og drifter fibernett på Østlandet. De er netteier i 51 kommuner og fiberleverandør for om lag 200 000 private husstander. Tjenestene omfatter i all hovedsak internett og TV-tjenester. De siste 12 månedene har Viken Fiber rapportert 51 graveskader, som i gjennomsnitt berørte 50 kunder. I hovedsak blir private aktører berørt, og tjenestene er i hovedsak internett og TV-tjenester.

Lyse AS er et selskap innen energi, infrastruktur og telekommunikasjon. De leverer tjenester som strøm, internett og TV. Antall graveskader rapportert fra Lyse AS, som er morselskapet i konsernet, fordeler seg mellom flere datterselskaper. Noen av graveskadene knyttes til strømmettet (Lyse Elnett AS), mens andre gjelder for fibernettet (Lyse Fiber AS). Vi anslår derfor antall graveskader som er forårsaket av entreprenør for Lyse AS og som knyttes til ekom basert på rapporterte tall fra januar–april 2020. Frem til 30. april 2020 hadde Lyse AS rapportert 92 graveskader, 76 av disse rammet kun 1 kunde. Vi antar at antall graveskader har en nokså lik fordeling utover året, og legger til grunn 276 graveskader totalt i 2020. Videre antar vi at disse skadene fordeler seg likt mellom ekom og strøm, som gir oss anslagsvis 138 graveskader for Lyse AS innen ekom-bransjen. De fleste av disse, 114, er små og berører bare en kunde. Statistikken inkluderer ikke graveskader som er forårsaket av kunder, hvor kunden selv blir berørt, her har Lyse AS registrert 350 skader fra 1. januar til 30. april 2020 (og 1 088 graveskader i 2019) i sitt system. Disse inngår ikke i vår analyse.

GlobalConnect leverer fiberbredbånd til en rekke bedrifter. På deres nettsider står at 25 prosent av internettbruken i bedriftsmarkedet i Norge passerer GlobalConnect sitt nettverk. I 2019 ble det rapportert om lag 125 graveskader hos GlobalConnect.

Oppsummert gir denne opptellingen **4129** skader. Så langt har vi altså **115 større graveskader** meldt til Nkom og **4129 store og små graveskader** basert på opptelling og anslag. Estimatenes spriker veldig og ingen av dem er helt tilfredsstillende.

Geomatikk har i 2019 registrert 2 045 graveskader på ekom

På samme måte som vi gjorde for graveskader på strømmettet kan vi ekstrapolere data fra Geomatikk for graveskader som berører ekom med tilsvarende metode som i avsnitt 5.2. Geomatikk registrerte **2 045** graveskader på ekom i 2019. Dette er større skader. På samme måte som for strøm er disse skadene frivillig meldt inn av entreprenører og/eller netteiere. De fleste ekomselskapene i Norge er kunder av Geomatikk, og Geomatikk hevder selv at de har god, men ikke full, dekning når det kommer til graveskader som rammer ekomtjenestene. Det betyr igjen at det vil være skader som berører andre ekomselskaper som ikke meldes inn, men også noen skader blant ekomselskapene som eller melder inn, som heller ikke meldes inn.

For å ekstrapolere dataene fra Geomatikk tar vi utgangspunkt i antallet gravearbeider i de områdene hvor ekomselskapene som melder inn skader til Geomatikk har infrastruktur, som andel av det totale antallet gravearbeider i hele landet. Ettersom ekomselskaper opererer på tvers av fylkesgrenser på en helt annen måte enn nettselskaper, kan vi ikke dele opp landet etter hvor Geomatikks kunder opererer på samme måte, men vi antar at *området* der Geomatikks kunder innen ekom opererer står for 85 prosent av det totale antallet gravemeldinger. Denne antagelsen baserer seg på at de fleste store ekomselskaper er kunder av Geomatikk og de selv sier de har god dekning blant ekomselskaper¹³.

I tillegg vil det være en del skader som ikke meldes inn til Geomatikk. Vi forutsetter et påslag for mørketall på 33 prosent. Det innebærer at de ekomselskapene som rapporterer til Geomatikk rapporterer inn 3 av 4 graveskader på deres infrastruktur til Geomatikk.

Vi antar også et påslag på 10 prosent for å hensynta forskjeller i skadefrekvens mellom ekomselskapene som innrapporterer skader til Geomatikk og de som ikke gjør det. Dette er samme antagelse vi gjorde for strøm, og vi vurderer at det ikke er noen betydelig forskjell mellom nettselskaper og ekomselskaper her.

Ekstrapolasjon av tall fra Geomatikk tyder på at det totale antallet graveskader som berører strømmettet ligger rundt **3 100** for hele landet. Dette tallet avhenger av Vistas egne antagelser, og varierer fra i overkant av 2 600 til 4 000 med rimelige endringer i egne antagelser.

MEF spørreundersøkelse

Basert på spørreundersøkelsen som er sendt til MEF sine medlemmer beregner vi antall graveskader for ekom til å være **7 305** ved å ekstrapolere 1 383 skader, se Figur 2.4. Tallene presentert i figuren er høyere enn de andre anslagene presentert her. Noe av forklaringen er sannsynligvis at MEF sine rapporterte tall også omfatter mindre skader som kun berører én kunde og/eller som kan repareres på stedet.

Samlet vurderer vi at det forekommer 7 305 graveskader som rammer ekom årlig, hvorav 3 100 av større omfang

Basert på presentert informasjonen anslår vi at det var om lag 3 100 større graveskader i 2019. Vi velger altså å legge til grunn vår beregning på grunnlag av tall meldt til Geomatikk. Differansen mellom anslaget på **7 305 graveskader totalt fra spørreundersøkelsen og 3 100 store graveskader gir et anslag på 4 205 små graveskader i året.**

Antall graveskader vil variere fra år til år, men vår oppfattelse er at bransjen har sett en nedgang i antall graveskader de siste årene. Anslagene for ekom ligger over anslag for skader på strømledninger. Innspill fra eksperter tydeliggjør at det virker sannsynlig at det er flere skader på ekom siden de ligger grunnere og de har ofte mindre konsekvenser ved brudd, og kan enklere repareres. Det er usikkerhet knyttet til anslaget, dette behandles videre i usikkerhetsanalysen i kapittel 10.

¹³ Denne antagelsen betyr at dersom du skal grave i grunnen et vilkårlig sted i landet er det 85 prosent sannsynlighet for at ekomselskapet som opererer og har infrastruktur i området, er kunde av Geomatikk og innrapporterer skader til dem

6.4 Stor variasjon i de direkte reparasjonskostnadene

Det er stor variasjon i reparasjonskostnader av graveskader. Kostnadene knyttes til skadene, og er ikke nødvendigvis kostnaden netteier sitter igjen med ettersom store deler faktureres til skadevolderen. For å anslå reparasjonskostnaden har vi benyttet tilgjengelig informasjon fra Telenor, Viken Fiber, Global Connect og spørreundersøkelsen sendt til MEF sine medlemmer.

Rapporterte reparasjonskostnader fra leverandører i markedet

Telenor oppgir at deres graveskader i 2019 i snitt kostet **10 500 kr**. Det inkluderer, men er ikke begrenset til små skader i vår terminologi. Beregninger basert på 12 utvalgte eksempler oversendt fra Telenor viser derimot en gjennomsnittskostnad på **82 500 kr**, se Tabell 6.4. Dette illustrerer at det er stor variasjon i de direkte kostnadene knyttet til graveskader.

Viken Fiber sine totale kostnader knyttet til reparasjon av graveskader de siste 12 månedene summerer seg til 1 228 000 kroner. I de direkte reparasjonskostnadene inngår kostnadene knyttet til materiell og lønnskostnader til utførende entreprenør. Vi har fått oppgitt antall graveskader var 51, som gir en gjennomsnittskostnad på **24 100 kr** per skade.

GlobalConnect hadde i 2019 registrert om lag 125 graveskader og totalkostnaden for disse var 3 415 778 kroner. Det gir en gjennomsnittskostnad på **27 326 kr** per skade. Kostnadene omfatter alt av eksterne kostnader fra entreprenørene, herunder utrykning, arbeidstimer, kjøretimer, km-godtgjørelse (samt bom, ferge osv.), materiell og eventuelt diverse produktpriser (fastpriser) for skjøting av større kabler som inkluderer arbeidstimer og materiell.

Oppsummeringsvis har vi fra disse kildene:

1. Telenor opplyser om en gjennomsnittskostnad på 10 500 kr per skade.
2. Viken Fiber hadde en gjennomsnittskostnad på 24 100 kr per skade.
3. GlobalConnect rapporterte hendelser gir en gjennomsnittskostnad på omlag 27 300 kr per skade.
4. Beregninger basert på detaljert informasjon fra 12 utvalgte case fra Telenor gir en gjennomsnittskostnad på 82 500 kr per skade.

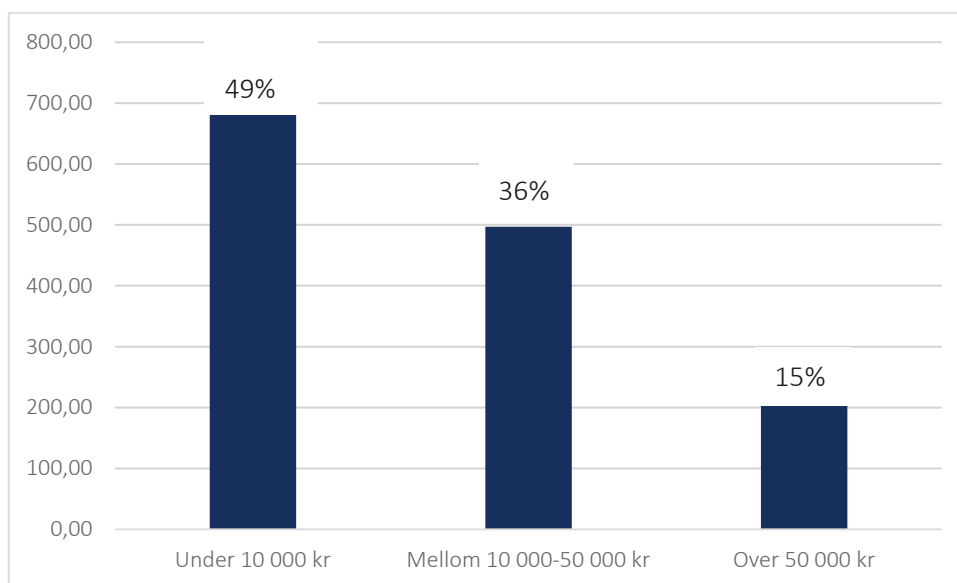
Anslag fra Samarbeidsforum for ledninger i grunnen

Stian Berg fra Viken Fiber gjorde i 2014 et anslag på omfanget av graveskader totalt for bransjen basert på størrelsen til Viken Fiber (skader for 2 millioner kr i 2014) i forhold til andre aktører. Han anslo at de direkte kostnadene for graveskader innen ekom-bransjen var mellom 50–100 millioner kr, mens arbeidsgruppen fra Samarbeidsforum for ledninger i grunnen (2015) vurderte tallene opp mot Telenors tall og antok derfor at det riktige tallet lå nærmere 50 millioner kr enn 100 millioner kr.

Spørreundersøkelsen blant MEFs medlemmer

Spørreundersøkelsen blant MEFs medlemmer gir et bilde av fordelingen mellom ulike størrelsesomfang på reparasjonskostnadene, se Figur 6.2. Omtrent halvparten av de 1 383 graveskadene på ekom har en direkte reparasjonskostnad under 10 000 kroner, og kun 15 % har direkte reparasjonskostnader over 50 000 kroner. Det betyr at de aller fleste skader er relativt rimelige å reparere.

Figur 6.2 Antall graveskader på ekom med direkte reparasjonskostnader i gitte intervaller



Kilder: MEF og Vista Analyse

Om vi antar at gjennomsnittskostnaden for skadene med direkte reparasjonskostnader under 10 000 kroner er 5 000 kr, 30 000 kr for skadene med direkte reparasjonskostnader mellom 10 og 50 000 og 100 000 kr for de skadene med direkte reparasjonskostnader over 50 000 kroner får vi en gjennomsnittlig reparasjonskostnad på **27 900 kr** for de 1 383 rapporterte skadene. Gjennomsnittskostnadene fra MEF ligger tett opptil det Viken Fiber og GlobalConnect rapporterer.

Anslår de direkte reparasjonskostnadene

Basert på en samlet vurdering anslår vi de direkte reparasjonskostnadene til å være 25 700 kr i gjennomsnitt for de 3 100 større graveskadene. Dette er basert på gjennomsnittet av Viken Fiber og GlobalConnect. Vi anslår om lag 4 205 små graveskader i året, som vi vurderer til å ha en gjennomsnittlig reparasjonskostnad på 8 000 kr per skade. Vi brukte det samme tallet for strøm. I Tabell 6.2 estimerer vi de direkte reparasjonskostnadene for små (berører 0–1 kunde) og store graveskader (berører flere enn 1 kunde). Tabellen oppsummerer de estimerte anslagene fordelt på antall skader og gjennomsnittskostnader og gir totale direkte reparasjonskostnader på 113,3 millioner kr årlig.

Tabell 6.2 Estimerte direkte reparasjonskostnader for ekom

	Anslått antall skader	Anslått gjennomsnittskostnad per skade	Reparasjonskostnad
Små graveskader	4 205	8 000 kr	33,6 millioner kr
Større graveskader	3 100	25 700 kr	79,7 millioner kr
Totalt	7 305		113,3 millioner kr

Kilde: Vista Analyse

6.5 Samfunnsøkonomiske kostnader

I dette avsnittet presenteres de samfunnsøkonomiske kostnadene som påløper ved graveskader. Vi har fått oversendt 12 utvalgte skadehendelser fra Telenor som vi ser nærmere på. Casene er sentrale for kostnadsestimeringen, hvor vi anslår de samfunnsøkonomiske kostnadene forbundet med den spesifikke graveskaden. En viktig parameter er å undersøke hvordan kabelbruddet påvirker tjenestene. Før vi tar for oss skadeomfanget og kostnadene knyttet til dette, vil vi presentere modellen vi benytter i beregningene.

6.5.1 Modell for å anslå samfunnsøkonomiske kostnader

NOCOM (Network Outage Communication) er en modell som beregner samfunnsøkonomiske konsekvenser ved bortfall av ekom. Modellen er utarbeidet av Analysys Manson og Transportøkonomisk institutt på vegne av Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. Hensikten er å få en oversikt over samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til tjenestebrudd. Formålet med modelleringen er å estimere kostnader som tar høyde for bortfall av fastnett, kommersielt mobilnett og nødnett, samt hvilke tjenester som påvirkes (tale, SMS og data). Videre tar modellen høyde for bruksområde, geografisk område, sektorer, tidspunkt og varighet. Modellen er svært kompleks og tar for seg en rekke variabler, som for eksempel karakteristika for tjenestebruddet, verdsettingsfaktorer, volum og aktivitetsnivå. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til parameterfastsettelsen, og da særlig verdsettingskoeffisienter og substitusjon mellom ekomtjenester. Siden data ikke finnes i dag, er disse parameterne basert på kvalifisert «best guess». Modellen egner seg godt for eksempelberegninger. Vi vil ta høyde for usikkerhet i usikkerhetsanalysen i kapittel 10.

Tabell 6.3 Sentrale variabler som påvirker samfunnsøkonomiske kostnader ved tjenestebrudd

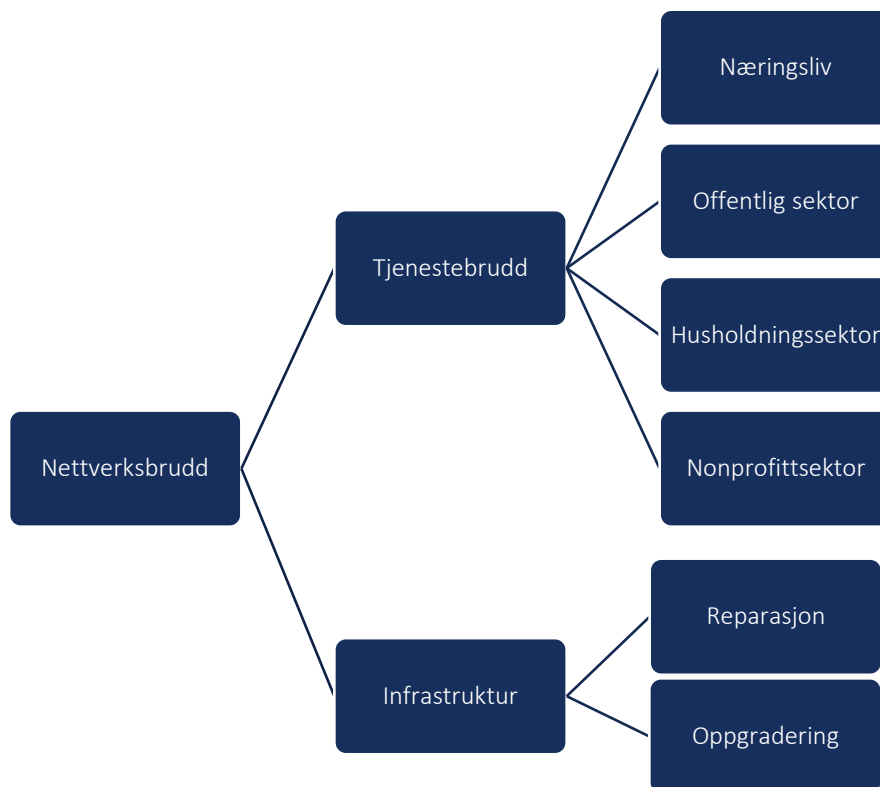
Type tjenestebrudd	Nettverk: fastnett, kommersielt mobilnett og nødnett Tjeneste: tale, SMS og data
Analysetidspunkt	Året analysen baseres på
Fordeling av berørte parter	Andel arbeidsplasser rammet per kommune Andel innbyggere rammet per kommune
Tidspunkt for hendelse	Klokkeslett, type dag, tilstand og årstid
Varighet	Tidsspenn intervaller
Geografisk område	Område berørt

Kilde: Nkom

Anta at en graveskade oppstår som berører alle innbyggere i en kommune. Videre tar vi utgangspunkt i at både dekningen til mobilnett og fastnett faller ut, men ikke nødnett. Dette fører til at alle innbyggerne i kommunene mister tilgang til tjenester, henholdsvis data, tale og SMS. Denne type informasjon legges inn i modellen sammen med andre sentrale variabler som er beskrevet i Tabell 6.3. Modellen estimerer de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til tjenestebrudd.

Kostnadene deles mellom ulike effekter, det omfatter virkninger for infrastruktur og sluttbrukere (omtalt som tjenestebrudd), andre prissatte effekter (indirekte og induserte effekter for infrastruktur og tjenestebrudd) og ikke-prissatte effekter som anslår effekter av trygghetsfølelse og konkurranse. Figur 6.3 illustrerer virkningene ved et linjebrudd og bortfall av elektronisk kommunikasjon. Kostnader knyttet til infrastruktur tar for seg de direkte samfunnsøkonomiske effektene ved reparasjon og oppgradering av skaden. Kostnader som forbindes med tjenestebrudd tar for seg de direkte samfunnsøkonomiske effektene fordelt mellom fire gitte sektorer; næringslivet, offentlig sektor, husholdningssektoren og frivillighetssektoren (non-profittsektor).

Figur 6.3 Overblikk over virkninger for infrastruktur og tjenestebrudd



Kilde: Nkom

Bortfall og utsettelse av produksjon og verdiskapning er eksempler på direkte virkninger ved tjenestebrudd for næringslivet. Sektoren næringsliv deles videre inn i 15 undergrupper. Tilsvarende deles virkningene inn for de andre sektorene.

Andre prissatte effekter følger samme struktur som over, men tar for seg indirekte virkninger og induserte virkninger. Indirekte effekter er virkninger som går gjennom leverandørkjeden. Eksempler på slike virkninger er inntekt på ekom-nett, annonseinntekter og finansieringskostnader. Induserte effekter omhandler endring av bruk ved f.eks. bortfall eller omdirigering av transport, eller bortfall av andre offentlige tjenester.

Ikke-prissatte effekter tar for seg omfanget av trygghetseffekt og konkurranseeffekt. Fastsettelse av trygghetseffekten baseres på antall brukere og geografisk område som er påvirket av utfallet, samt varighet og mediedekning. Fastsettelsen av konkurranseeffekten bygger på omfanget og varigheten av hendelsen, og antall leverandører rammet.

Modellen bygger på den forutsetningen at nytten av elektroniske kommunikasjonstjenester for samfunnet som helhet anses som større enn summen av nytten for de enkelte brukere. Økende digitalisering og teknisk utvikling fører til et stadig mer digitalisert samfunn. Dette øker avhengigheten av elektronisk kommunikasjon.

6.5.2 Forholdet mellom direkte reparasjonskostnader og samfunnsøkonomiske kostnader

Tabell 6.4 viser Telenors 12 utvalgte case og kan illustrere «typiske» graveskader. De rapporterte skadehendelsene har informasjon om tidspunkt, varighet, type hendelse, tjeneste berørt og geografisk område. Det er ikke uvanlig at graveskader berører både mobil- og fastnett, ettersom tjenestene går i samme kabel. Feil i transportnettet trenger ikke ha en faktisk kundekonsekvens, men samfunnet kan oppleve redusert kapasitet (tregt internett osv.).

Tabell 6.4 12 utvalgte case fra Telenor

Case	Dato	Varighet	Berørte parter	Nett
1	06.01.2020	13 timer	Store deler av området i Siljan kommune uten ekom.	10 basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett
2	06.12.2019	19,5 timer	Redusert redundans i landsnett, ingen kundekonsekvens. Skade på fiberkabel mellom Kristiansand og Stavanger i forbindelse med veiarbeid.	Redundans i landsnett. Transportnett
3	24.09.2019	12,5 timer	Feil i Rogaland mellom Stavanger og Haugesund, redusert redundans i landsnettet. Årsaken var graveskade. Ny fiberkabel på ca. 400 meter lagt mellom to kummer.	2 basestasjoner berørt. Transportnett
4	09.09.2019	4 timer	Utfall i Oppland. Ca. 850 bredbåndskunder berørt. Årsaken var graveskade på en fiberkabel.	8 basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett
5	13.08.2019	10 timer	Feil i Telemark, brudd på redundans i landsnettet, ca. 900 bredbåndskunder berørt. Årsaken er graveskade på fiber.	2 basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett
6	18.08.2019	24 timer	Utfall i Nordland, ca. 500 bredbåndskunder og noe telefoni berørt i Hemnes og Vefsn kommune. Feilen var	3 basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett

			avgravd kabel. Feilretting var komplisert, terminering av to sjøkabler og en landkabel.	
7	07.08.2019	15 timer	Utfall i Hedmark, fiberbrudd-graveskade. Redusert redundans i landsnett i Hedmark, Ca. 2400 bredbåndskunder ute i Nord-Odal og Sør-Odal og 5000 TV-kunder i Kongsvinger.	Ingen basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett
8	23.07.2019	6,5 timer	Feil i Nordland. 9 bredbåndssentraler og 22 telefonisentraler berørt. Områder langs Ranfjorden manglet mobil dekning. Årsaken var fiberbrudd ifb. graving, skadesak. Midlertidig reparert i påvente av at rundkjøring blir ferdig og permanent løsning vil utføres som et omleggingsarbeid.	16 basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett
9	19.07.2019	7,5 timer	Utfall i Nordland. Ca. 1500 bredbåndskunder berørt i Bodø. Graveentreprenør mistet kumlukk ned i kum og kuttet fiber	3 basestasjoner i Bodø berørt. Mobil- og fastnett
10	24.06.2019	10 timer	Utfall i Hedmark. Redusert redundans i landsnettet og 687 bredbåndskunder i Rendalen og Stor-Elvdal er uten nett. Noe fasttelefoni utfall i Rendalen, Stor-Elvdal, Tynset og Åmot. Årsaken var en graveskade på fiber noen få km fra Koppang mot Tynset.	7 basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett
11	16.02.2019	13,5 timer	Redusert redundans i landsnettet i Rogaland. Fiberfeil mellom Stavanger og Tasta. Avgravd fiber.	Ingen basestasjoner. Mobil- og fastnett
12	13.12.2018	10 timer	Feil i Rogaland. Redusert redundans i landsnettet og 384 bredbåndskunder ute. Graveskade.	4 basestasjoner berørt. Mobil- og fastnett

Kilde: Telenor

De 12 eksemplene illustrert over er Telenors utvalgelse av informative case. Casene er viktige for å vurdere kostnader og for å undersøke hvordan en graveskade på ekom påvirker ulike tjenester. Vi har god informasjon fra Telenor, men det er viktig å understreke at informasjonen ikke er fullstendig. Derfor er det gjort følgende antakelser ved innlegging i modellen:

1. Antall berørte kunder på mobil er 0,5 ganger forholdstall for utfall basestasjoner. Dette antas siden det ofte er kryssdekning fra nabobasestasjonen.

Videre har vi ikke informasjon om andre aktører utover det som Telenor har meldt inn. Vi antar derfor at:

2. For fastnett legges det kun inn Telenor Fastnett, med eventuelt bortfall av tale og/eller data.
3. For mobilnett inkluderer vi Telia og Ice også, og beregner et tilsvarende forholdstall som for Telenor Mobil. Dersom det ikke har vært utfall i Telenors mobilnett, antar vi at det heller ikke har vært utfall i nettene til de to andre, og omvendt.

Nkom har vært en sentral samarbeidspartner i beregning av de samfunnsøkonomiske kostnadene som er illustrert i Tabell 6.5. Casene er de samme som er presentert i Tabell 6.4, mens de direkte reparasjonskostnadene er oppgitt av Telenor. Kolonne 3; «Estimerte samfunnsøkonomiske kostnader, uten reparasjonskostnad» er et resultat fra Nkoms modellestimering. De totale samfunnsøkonomiske kostnadene inkluderer modellens resultater (beregner ikke kostnader for reparasjon av feil) og de direkte reparasjonskostnadene knyttet til hver enkelt graveskade. Forholdstallene gitt i siste kolonne beskriver størrelsesforholdet mellom de direkte- og de samfunnsøkonomiske kostnadene.

Tabell 6.5 Direkte reparasjonskostnader (DK) og estimerte samfunnsøkonomiske kostnader (SØK).

Case	Direkte reparasjonskostnader	Estimerte økonomiske kostnader, uten reparasjonskostnad	Totalt samfunnsøkonomiske kostnader	Forholdstall (SØK /DK)
1	82 450 kr*	310 481 kr	392 931 kr	4,8
2	82 450 kr*	0** kr	82 450 kr	1
3	81 344 kr	0** kr	81 344 kr	1
4	71 601 kr	80 093 kr	151 694 kr	2,1
5	12 759 kr	242 097 kr	254 856 kr	20
6	121 359 kr	562 271 kr	683 630 kr	5,6
7	225 381 kr	524 517 kr	749 898 kr	3,3
8	20 624 kr	363 522 kr	384 146 kr	18,6
9	10 740 kr	33 539 kr	44 279 kr	4,1
10	124 678 kr	276 357 kr	401 035 kr	3,2
11	101 570 kr	0** kr	101 570 kr	1
12	54 446 kr	401 123kr	455 569 kr	8,4

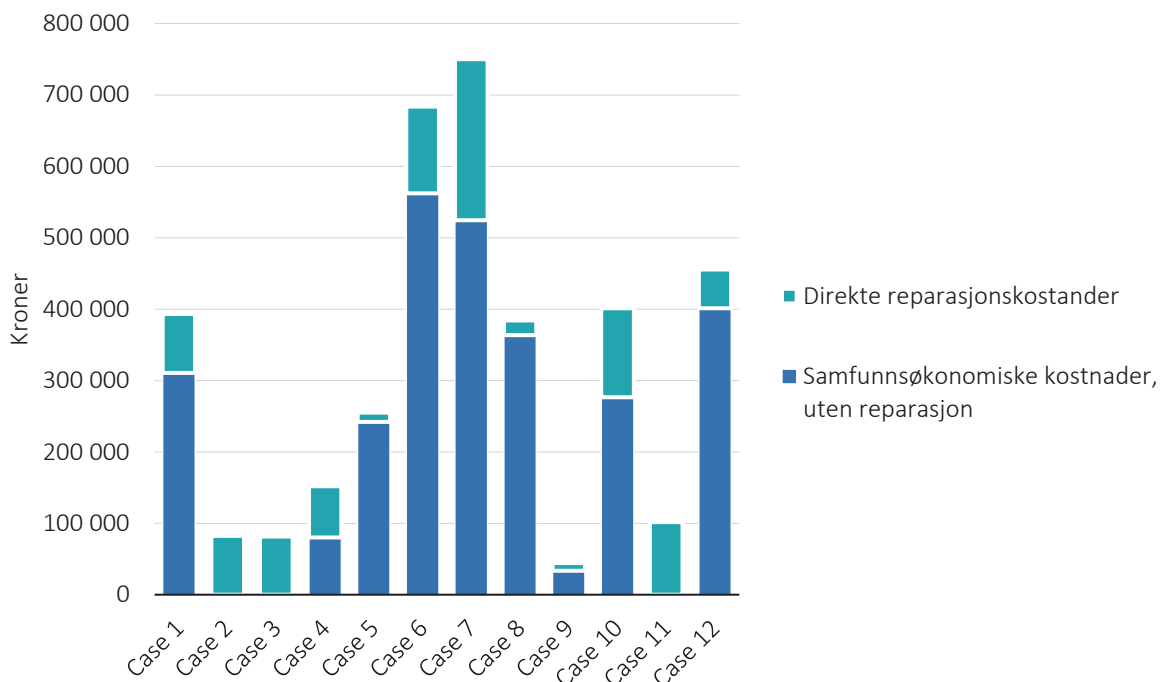
*Ikke tallgrunnlag. Legger til grunn gjennomsnittet for de direkte reparasjonskostnadene av resterende case på 82 450 kr.

**Ingen konsekvenser i modellen. Modellen beregner ikke kostnader for reparasjon av feil.

Kilde: Nkom, Telenor og Vista Analyse

Forholdstallet samfunnsøkonomisk kostnad/direkte kostnad i materialet går fra 1,0 til 20,0, se Tabell 6.5. Det vektete forholdstallet for de 12 illustrerte casene fra Telenor er 3,8. Dette anser vi som multiplikatoren for forholdet mellom de direkte og de samfunnsøkonomiske kostnadene for store graveskader. Det indikerer at de samfunnsøkonomiske kostnadene er i gjennomsnitt snaut fire ganger høyere enn de direkte reparasjonskostnadene. Figur 6.4 illustrerer forholdet mellom de direkte reparasjonskostnadene og de samfunnsøkonomiske kostnadene (uten reparasjon av feil) for hver enkelt graveskade.

Figur 6.4 Estimerte samfunnsøkonomiske kostnader for 12 utvalgte case fra Telenor



Kilder: Nkom, Telenor og Vista Analyse

Vi har ikke informasjon om de indirekte kostnadene ved små graveskader på ekom, men anslår at multiplikatoren for små graveskader ikke nødvendigvis påvirker kunder (samfunnet kan oppleve redusert kapasitet) eller kun berører 1–2 kunder. Det kan gi svært små indirekte kostnader for de som rammes av graveskaden og eventuelt opplever brudd, slik at det bør være noe høyere enn 1 (en multiplikator på 1 innebærer at det ikke er noen andre kostnader enn de direkte reparasjonskostnadene).

Vi benytter den estimerte multiplikatoren (1,1 for små og 3,8 for store graveskader), og anslagene fra Tabell 6.2, hvor de direkte reparasjonskostnadene for små og store skader var henholdsvis 33,6 millioner kroner og 79,7 millioner kroner, til å anslå de totale samfunnsøkonomiske kostnadene. De små graveskadene beløper seg til 37 millioner kroner og de store til 303 millioner kroner. Sammen med korreksjon for usikkerhet gir dette en **forventet total kostnad for ekom på 348 millioner kr.**

7 Vann og avløp

I dette kapitlet drøfter vi de samfunnsøkonomiske kostnadene ved graveskader på vann og avløp. Som i foregående kapitler starter vi med å drøfte antall skader, fordelt på store og små skader. Vi tar deretter for oss direkte og indirekte kostnader. Flere eksempler (case) illustrerer hva graveskader på vann og avløp potensielt kan føre til.

7.1 Vannforsyningen er desentralisert og delvis privat

I Norge er det omtrent 1 600 vannverk (Norsk vann, 2011) som forsyner rundt 90 prosent av befolkningen med vann. De øvrige 10 prosentene har brønn eller mindre fellesanlegg. Av de 1 600 vannverkene er 1 100 kommunale, og 500 er mindre samvirkevannverk eller hyttevannverk. Omtrent 4,6 millioner innbyggere er i dag tilknyttet kommunal vannforsyning.

Vann- og avløpsnettene består i hovedsak av hovedvannsledninger og stikkledninger. Hovedvannsledningene eies av kommunene rundt om i landet og stikkledningene er stort sett privateide. Ifølge SSB er lengden på kommunale vannledninger omkring 50 000 km og avløps- eller spillvannsledninger omkring 39 000 km i 2019 (SSB, 2019b). Stikkledningene omfatter både vann og avløp og strekker seg fra bebyggelse til det kobles på det kommunale hovednettet. Etersom denne delen av ledningsnettene er privat finnes det ingen oversikt over lengden på stikkledningene, men det er grunn til å tro at også disse utgjør et betydelig nettverk.

Siden store deler av stikkledningene befinner seg i privat grunn er disse i mindre grad dokumentert i kart enn kommunale ledninger. Det kommunale ledningsnettene er eldre og har dårligere kvalitet sammenlignet med andre ledninger i grunnen, som fjernvarme og gass. Dette fører til et lekkasjetap i den kommunale vannforsyningen på mellom 30 og 40 prosent (Norsk Vann, 2018), samt mellom 3 500–4 000 lekkasjereparasjoner på hele det kommunale ledningsnettene årlig.

Som abonnent på kommunalt vann betaler man en fast avgift hvert år, i tillegg til et forbruksgebyr (Huseiernes landsforbund, 2014). Forbruket bestemmes gjennom en vannmåler for husstanden eller en sats som stipulerer forbruk per kvadratmeter.

Når det blir brudd på en vannledning kan det føre til såkalt *innsug*, som forurenses vannet (Oppland Arbeiderblad, 2019). Derfor gis det gjerne automatisk kokepåbud ved lekkasjer. For å oppheve kokepåbudet må det lokale vannverket påvise at vannet er rent, ved å ta en vannprøve. Det tar gjerne noen dager å få en slik prøve testet, og derfor vedvarer kokepåbudet til resultatene fra prøvene er godkjent.

7.2 Kartlegging av graveskader

Det finnes ingen registre over skader som oppstår på vann- og avløpsledninger som følge av graving i grunnen. Det kan være fordi denne typen skader er uvanlig. Eksperter vi har snakket med, mener graveskader på vann- og avløpsledninger utgjør rundt fem prosent av alle graveskader som oppstår i løpet av året. Årsaken er først og fremst at vann- og avløpsledningene ligger dypest av alle typer infrastruktur i grunnen, gjerne én meter under bakken.

Fordi det mangler et fullverdig datasett, bruker vi trianguleringsmetode. Det går ut på å benytte flere datakilder for å samle data om det samme emnet. Det gir muligheten for å kryss-validere dataene, og fange flere dimensjoner av samme fenomen.

Vi bruker til sammen fire kilder for å anslå kostnadene av graveskader på vann og avløp i løpet av ett år:

4. Søk i mediearkivet Atekst.
5. Tidligere anslag fra Samarbeidsforum for ledninger i grunnen (SLG).
6. Spørreundersøkelse blant entreprenører
7. Samtaler med entreprenører

7.2.1 Mediarkivet Atekst

Den første kilden vår for graveskader på vann- og avløpsrør er fra mediearkivet Atekst. Det er det største digitale arkivet med nyhetssaker fra Norden (Retriever, 2020), og inneholder 360 trykte og digitale redaksjonelle medier. Vi har gjennomført et søk på kombinasjoner av ordene: (1) vannledning og/eller graveskade; og (2) lekkasje og/eller grav. Søket ble gjort for perioden 1. januar 2018 til 1. mars 2020.

Søket ga treff på hundrevis av saker, men bare syv som omhandlet graveskader på infrastruktur i grunnen.

Tabell 7.1 Kartlegging av graveskader januar 2018 til og med mars 2020

Sted	Dato	Konsekvenser
Klepp	13.07.2018	Små konsekvenser. Ukjent antall husstander uten vann i kort tid. Trolig noen få timer. Tap av vann i tørketid.
Halden	15.01.2019	Små konsekvenser. Ukjent antall eiendommer uten vann i én time. Barnehage stengte for dagen.
Tromsø	24.08.2019	Store konsekvenser. Oversvømt kjeller, kokepåbud, og stengt vann.
Gjøvik	13.12.2019	Store konsekvenser. 1 500 personer med kokepåbud i tre dager.
Oslo	03.02.2020	Små konsekvenser. Vann ledet i grop. Ingen skader.
Oslo	18.02.2020	Store konsekvenser. 1,8 km lang strekning av Ring 2 stengt i to timer. Flere mindre gater stengt. Vann i kjellere. 50 husholdninger uten vann i 12 timer. Mulig brunt springvann. 6–7 dagsverk fra rørleggere for å stenge vannet. Ukjent antall utrykningskjøretøy. Skaden blusset opp dagen etter, og førte til at mindre gater ble stengt i kort tid.
Oslo	04.03.2020	Store konsekvenser. 1,1 km lang strekning av Ring 2 stengt i kort tid, ukjent hvor lenge. Mellomstor gate (Stavangergata) stengt i lengre tid, ukjent hvor lenge.

Kilde: Retriever, NRK og Vista Analyse.

Tekstramme 7.1 Husholdninger mistet vannet i Klepp, juli 2018

Den første hendelsen var en graveskade på hovedvannledningen til Orstad/Øksnevad i Klepp kommune i juli 2018 (Jærbladet, 2018; Klepp kommune, 2020). Feilen ble raskt rettet, men mange husstander var en stund uten vann. Det var i en periode med tørke, og lekkasjen som oppstod førte til tap av vann i en periode med knapphet. Det fremgår ikke nøyaktig hvor mange husstander som ble rammet, men i grunnkretsene Orstad og Øksnevad er det 226 innbyggere. En gjennomsnittlig husholdning er på 2,16 personer (SSB, 2019c). Dermed går vi ut ifra at det er 105 husholdninger i området. Vi antar at det var en ulempe for dem at vannet ble stengt. Vi kjenner ikke til studier som verdsetter kostnaden av å miste vanntilførselen i hjemmet. I stedet bruker vi KILE-kostnaden av strømbuud (se kapittel 5), idet mangel på strøm og mangel på vann er sammenliknbare størrelser. Vi bruker Vista Analyses (2017) anslag for husholdningers kostnad ved å miste strømmen klokken 5 på en hverdag i januar. Anslagene er basert på en spørreundersøkelse med 2 000 husholdninger. Vi antar at de 105 husholdningene mistet vannet i to timer. Da har de en betalingsvillighet på 138 kr hver for å unngå avbrudd. Kostnaden av bruddet blir dermed 14 500 kr. Det fremgår ikke hvor lang tid det tok å utbedre skaden, men fra samtaler vi har hatt med entreprenører anslår vi at en såpass enkel skade koster 5 000 kr å reparere. Til sammen utgjør den samfunnsøkonomiske kostnaden av bruddet 19 500 kr:

Husholdninger mistet vannet	14 500 kr
Reparasjon	5 000 kr
<hr/>	
Totalt	19 500 kr

Tekstramme 7.2 Barnehage i Halden stengte tidlig, januar 2019

Den andre hendelsen var en skade på hovedledningen i Halden 15. januar 2019 (Halden Arbeiderblad, 2019). Skaden skjedde som følge av arbeid med vann og avløp, og førte til at en barnehage måtte stenge om formiddagen. Barna ble dermed hentet av foreldrene. Skaden ble utbedret på én time. Flere eie-dommer i området var også uten vann, men det er ukjent hvor mange. Barnehagen som ble rammet, har 45 barn. Vi antar at hver av disse ble hentet av en foresatt, som dermed måtte avbryte arbeidsdagen etter et par timer. Dermed mistet de 5,5 arbeidstimer hver. Vi antar at disse hadde en timelønn som uttrykte deres produktivitet på 335 kr, lik gjennomsnittet i befolkningen (SSB, 2019a). Dermed kostet bruddet 1 800 kr pr. foresatt, og 83 000 kr for alle foresatte i barnehagen. Vi antar at 30 husholdninger mistet vannet i to timer. De hadde en betalingsvillighet på 138 kr hver for å unngå bruddet (Vista Analyse, 2017). Kostnaden til husholdningene av avbruddet var dermed 4 100 kr. Kostnaden av én times reparasjon antar vi er 5 000 kr. Dermed er den totale kostnaden av bruddet 92 000 kr:

Avbrutt arbeidsdag foresatte	83 000
Husholdninger mistet vann	4 000 kr
Reparasjon	5 000 kr
<hr/>	
Totalt	92 000 kr

Tekstramme 7.3 Oversvømte kjeller og husholdninger uten vann i Tromsø, august 2019

Den første var i Tromsø sentrum i august 2019 (Nordlys, 2019). Et større område nord i Tromsø sentrum mistet vannet etter en graveskade på en hovedvannledning en lørdag formiddag, og det ble innført kokepåbud. De fleste fikk vannet tilbake etter én time. Vannet trengte også ned i en kjeller i et

nærliggende hus. Vi vet ikke nøyaktig hvor mange som mistet vannet, men det ble færre og færre utover dagen, og klokken 21 var det bare 140 abonnenter igjen uten vann. Søndag ettermiddag var vannet tilbake, og kokepåbudet opphevet. Vi antar at 700 abonnenter mistet vannet i én time, 300 abonnenter mistet vannet i seks timer, og 140 abonnenter mistet vannet i ett døgn. Hver abonnent er en husholdning, og vi antar det er 2,16 personer i hver husholdning, jf. landsgjennomsnittet (SSB, 2019c). Samtlige av disse hadde kokeforbud i ett døgn. Igjen bruker vi KILE-kostnaden av strømbrydd som en proxy for kostnaden av å miste vannet (Vista Analyse, 2017). Kostnaden varierer med årstid og tid på døgnet. Dermed får vi at kostnaden var 69 kr i timen for dem som mistet vannet i én time, 72 kr i timen for dem som mistet vannet i seks timer og 43 kr i timen for dem som mistet vannet i et døgn. Til sammen blir kostnaden av å miste vannet 323 000 kr. Videre beregner vi kostnaden av å koke vannet til 35 kr pr. døgn (se Tekstramme 7.4). Det blir til sammen 86 200 kr¹⁴. Vi vet ikke hvor store skader som oppstod i den oversvømte kjelleren, men den gjennomsnittlige prisen for vannskader er 5 000 kr pr kvadratmeter (Boligfiks.no, 2020). Videre antar vi at kjelleren er 100 kvadratmeter. Kostnaden blir dermed 500 000 kr. Vi vet heller ikke hvor mye det kostet å reparere skaden, og få husholdningene tilbake på nett. Men basert på avisartikkelen var det snakk om intensivt arbeid over lang tid. Vi antar derfor at det kostet 5 000 kr pr. time i 12 timer. Det gir en kostnad på 60 000 kr. Til sammen anslår vi de samfunnsøkonomiske kostnadene av hendelsen i Tromsø til 941 000 kr:

Husholdninger mistet vannet	323 000 kr
Husholdninger med kokepåbud	86 000 kr
Vannskader kjeller	500 000 kr
Reparasjon	50 000 kr
<hr/>	
Totalt	941 000 kr

Tekstramme 7.4 Kokepåbud Gjøvik, desember 2019

Den andre store hendelsen var i Gjøvik i desember 2019 (Oppland Arbeiderblad, 2019). Et stort gravefirma gravde over en hovedvannledning i Tranberglia i Gjøvik, og forårsaket med det en stor vannlekkasje (Oppland Arbeiderblad, 2019). Skaden skjedde 11. desember klokken 14 og ble utbedret morgenen etter. I mellomtiden stod tre husstander uten vann. Høyereleggende områder ble stående uten vanntrykk, noe som kan gi innsug på ledningsnett. For å være på den sikre siden sendte man derfor ut varsel om kokeforbud til 1 500 personer i området.

Bildet til venstre viser området som mottok kokepåbud. Husholdningene i området måtte koke vannet fra torsdag til søndag, i det de ventet på klarsignal. Grunnen til at de måtte vente så lenge er fordi man ønsker rene vannprøver over flere dager for å være på den sikre siden.

¹⁴ 1 140 abonnenter · 2,16 personer pr. husholdning · 35 kr



Vi kjenner ikke til verdsettelsesstudier om kostnaden ved kokeforbud for enkeltpersoner, og lager derfor vårt eget anslag. Vi baserer anslaget på kostnaden av å kjøpe vann på butikken. Det kan anses som en øvre terskel for ulempen ved å kokepåbud.

Hvis den personlige ulempen av koke vannet overstiger denne grensa, går man heller på butikken.

Videre antar vi at en person trenger fem liter drikkevann om dagen. Det er mer enn man drikker selv, men man kan tenke seg at man vil ha litt ekstra vann til andre formål. De billige alternativene koster mellom 4 kr og 10

kr i butikken. Derfor antar vi at én liter vann koster 7 kr, og fem liter koster 35 kr. Dermed blir også anslaget for kostnaden av å koke vann for én person 35 kr dagen. Kostnaden for 1 500 personer som må kjøpe vann for tre hele og to halve dager blir da 210 000 kr. I tillegg antar vi at hver person i gjennomsnitt bruker en halvtime på å kjøpe inn vannet. Vi verdsetter befolkningens tidsbruk til 258 kr pr. time.¹⁵ Dermed blir kostnaden av tiden brukt på å kjøpe inn vannet 194 000 kr. Kostnaden for 1 500 personer som må koke vannet i tre hele og to halve dager blir til sammen 404 000 kr.

Reparasjonen av skaden tok omtrent tre timer. Fra samtaler med entreprenører anslår vi kostnaden av reparasjon til 15 000 kr. Samtaler med en leverandør av laboratorietester av drikkevann setter kostnaden av en vannprøve til 3 000 kr pr. stykk. Tre prøver koster derfor 9 000 kr. I tillegg er det administrative kostnader hos kommunen.

De samfunnsøkonomiske kostnadene av graveskaden i Gjøvik utgjør dermed:

404 000 kr i kokepåbud
15 000 kr i reparasjon
9 000 kr i vannprøver
<hr/>
428 000 kr totalt

Tekstramme 7.5 Lekkasje på Manglerud i Oslo ledet ned i rør, februar 2020

Den tredje hendelsen var på Manglerud i Oslo i februar 2020 (Nettavisen, 2020; NRK, 2020b). Vann- og avløpsetaten gravde over en vannledning, og det førte til en lekkasje. Vannet ble imidlertid ledet ned i en grop og førte ikke til skader på bygninger eller vei. Av nyhetssakene fremkommer det at det kun var direkte kostnader. Fra samtaler med entreprenører anslår vi at en skade av dette omfanget koster 10 000 kr å reparere. I tillegg førte skaden til stort oppbud fra nødetatene. Det er uklart nøyaktig hvor mange utover at det både var politi og «mange brannbiler» (NRK, 2020b). Det er også usikkert hva uttrykningen kostet, men vi anslår at kostnaden pr. kjøretøy er 7 500 kr. Tallet er basert på bøter for å forårsake utrykninger som følge av falsk alarm (Nettavisen, 2014). Hvis vi dermed antar at bruddet førte

¹⁵ Gjennomsnittlig brutto lønn er 50 100 kr i måneden for heltidsansatte (SSB, 2019d). Det gir en bruttolønn 601 200 kr og en nettolønn på 438 000 kr i året (Skatteetaten, 2020). Med 1 695 arbeidstimer i året (37,5 timers uke og 5 uker ferie) gir det en brutto timelønn på 355 kr og en netto timelønn på 258 kr.

til utrykning for fem kjøretøy hos nødetatene, blir kostnaden 37 500 kr. Til sammen blir kostnadene av bruddet på Manglerud 47 500 kr:

Reparasjon	10 000 kr
Utrykning	37 500 kr
Totalt	47 500 kr

Tekstramme 7.6 Hovedvannledning gravd over på Sagene i Oslo, februar 2020

Den tredje store hendelsen vi har avdekket skjedde i februar 2020 på Sagene i Oslo, nedenfor Stavangergata og Uelands gate (Aftenposten, 2020b; VG, 2020). Etter en time og et kvarter var vannlekkasjen stoppet, men det fosset vann nedover Uelandsgate og mot Alexander Kiellands plass.



Lekkasjen stammet fra denne gropen, der man tydelig kunne se at det seg opp vann. *Olav Olsen*

- Ring 2 mellom Sognsveien og Vogts gate ble stengt ved 17-tiden og åpnet igjen to timer senere.
- Kjelleren i Kiellands hus, kjøpesentret på Alexander Kiellands plass, ble oversvømt og måtte pumpes fri for vann.
- Store forsinkelser på mange bussruter, og 20-bussen mellom Majorstuen og Torshovparken ble innstilt.

Det ble sendt ut 6 rørleggere den første dagen og 3–4 den andre dagen for å utbedre skaden ifølge Vann- og avløpsetaten i Oslo.

De jobbet i til sammen 12 dagsverk ifølge vann- og avløpsetaten. Med en antatt timepris på 706 kr, gir det en total kostnad på 32 000 kr¹⁶ (Rørentreprenørene Norge, 2020).

Et borettslag i Kongsvingergata bestående av omtrent 50 husstander mistet vannet i en periode. Det var snakk om omtrent seks timer uten vann den første dagen og omtrent syv timer den andre dagen. Vi vet ikke hva kostnaden for husholdningene er ved å miste vannet, men vi bruker som i de andre eksemplene omtalt her, en undersøkelse av husholdningers betalingsvillighet for å unngå strømbrudd (Vista Analyse, 2017). Da antar vi at ulempen ved å miste strøm og vann er omtrent den samme. Betalingsvilligheten pr. husholdning for å unngå avbruddene er da 434 kr den første dagen og 506 kr den andre dagen. Til sammen blir kostnaden av avbruddene er 63 500 kr.

I tillegg måtte et ukjent antall kjøretøy rykke ut. Dette inkluderer politiet, brannvesenet, sugebiler og representanter for Oslo kommune. Det trengtes også ekstra salting av veiene ettersom det var meldt minusgrader den påfølgende natten. Vi vet ikke hvor mye det kostet med alle kjøretøyene som opererte til stedet, men vi vet at en gjennomsnittlig bot for å utløse en unødvendig utrykning er 7 500 kr (Nettavisen, 2014). Vi antar at det var nødvendig med 20 utrykningskjøretøy. Dermed blir den totale kostnaden 150 000 kr.

¹⁶ 706 kr · 7,5 timer · 12 dager

Stengingen av Ring 2 førte til at bilistene måtte kjøre en alternativ rute for å komme seg forbi ulykkesområdet. Basert på trafikkmålinger fra ulykkesdagen ved Vøyen bro som ligger langs Ring 2 i nærheten av ulykkesstedet, var det 1 780 biler som måtte kjøre en omvei (Statens vegvesen, 2020). Av disse antar vi at syv prosent var tjenestereisende, lik landsgjennomsnittet (Statens Vegvesen, 2018). Vi antar at verdien av de tjenestereisendes tid er lik den gjennomsnittlige bruttolønnen på 355 kr i timen¹⁵. De resterende reisendes tid verdsettes til nettolønnen på 258 kr i timen¹⁵. Antagelsen er i tråd med Finansdepartementets (2014) veileder for samfunnsøkonomiske analyser. Raskeste omkjøring ifølge Google Maps var en 10 minutters omvei. Det er under antagelsen om at det var mye trafikk på omkjøringen. Tapet i trafikantnytte for bilistene er dermed anslått til 78 000 kr¹⁷. Samtidig anslår vi at rundt 2 000 reisende med bybuss (Ruter, 2019) ble påvirket av trafikkaos og at reisetiden for disse økte med 15 minutter i gjennomsnitt. Tapet i reisenytte for reisende i kollektivtrafikken er anslått til 129 000 kr¹⁸.

Lekkasjen førte til at store mengder vann rant ned Uelands gate og inn i kjøpesenteret Kiellands hus. Det kan også ha rent inn i kjellere til boligblokker langs veien. Det er svært stor usikkerhet knyttet til vannskadene dette forårsaket. Med tanke på størrelsen til kjøpesenteret anslår vi at 500 kvadratmeter ble rammet. Kostnaden av å utbedre vannskader er i snitt 5 000 kr pr. kvadratmeter (Boligfiks.no, 2020). Dermed anslår vi kostnaden av vannskadene til 2,5 millioner kr.

Det var i tillegg flere mindre skader som vi ikke har prissatt. Blant annet ble den lokale gjennomfartsåren Stavangergata, samt de mindre gatene Kongsvingergata og Sarpsborggata stengt. I tillegg førte lekkasjen varsler om potensielt brunt vann i springen. Dagen etter oppstod nok en skade i samme område, etter at løse masser traff et vannrør (NRK, 2020c). Massene raste trolig ut etter arbeid med å reparere den forrige lekkasjen i området. Den andre lekkasjen ble stanset fort, og var mindre alvorlig enn den første. Kun noen mindre gater ble stengt av i forbindelse med episoden.

Kostnader:

Rørleggere	32 000 kr
Husholdninger uten vann	63 500 kr
Utrykningskjøretøy	150 000 kr
Bilister	78 000 kr
Kollektivreisende	129 000 kr
Vannskader i bygg	2 500 000 kr
<hr/>	
Totalt	2 953 000 kr

Den totale kostnaden av uhellet er anslått til 3,0 millioner kr. Det er stor usikkerhet knyttet til tallet, spesielt andelen som omhandler vannskader i bygg. Det er uansett tydelig at den indirekte kostnaden er langt høyere enn den direkte reparasjonskostnaden. I dette tilfellet utgjør reparasjonskostnaden (rørleggere) bare én prosent av de samfunnsøkonomiske kostnadene.

¹⁷ $1\,780 \cdot [(0,07 + 355 + 0,017) + (0,93 + 258 + 0,17)]$

¹⁸ $2\,000 \cdot 0,25 \cdot 258$

Tekstramme 7.7 **Lekkasje på Sagene i Oslo førte til at Ring 2 stengte, mars 2020**

Den fjerde hendelsen var også på Sagene, bare en måned etter en større lekkasje i samme område (se Tekstramme 7.6) (NRK, 2020a; Aftenposten, 2020a). Ulykken oppstod ved en annen ledning enn forrige gang, i forbindelse med et annet arbeid.

Igjen ble Ring 2 stengt. Denne gangen i omtrent én time, mellom Geitemyrsveien og Vogts gate. Raskeste omkjøring tar ni minutter lengre når det er mye trafikk, ifølge Google Maps. Vi antar at det ble mye trafikk på omkjøringsveien som følge av situasjonen. Trafikkmåleren på Vøyenbroa på Ring 2 viser at det var 971 biler som passerte mellom klokken 10 og 11 (Statens vegvesen, 2020). Vi antar at 7 prosent av disse var tjenestereisende, lik landsgjennomsnittet (Statens Vegvesen, 2018). Vi verdsetter de tjenestereisendes tid til 355 kr i timen, og de andre reisendes tid til 258 kr i timen¹⁵. Dermed blir tapet i trafikantnytte 43 000 kr¹⁹. Det er vår forståelse at veien ble stengt for privatbiler, ikke busser.

Tre brannbiler og seks sugebiler ble sendt til stedet. Vi antar at det også ble sendt ut politibiler, blant annet for å stenge ringveien. Vi anslår dermed at 15 utrykningskjøretøy ble sendt ut. Vi anslår kostnaden av en utrykning til 7 500 kr, lik boten for å unødvendig utløse en utrykning. Dermed blir kostnaden av utrykningskjøretøyene 112 500 kr.

Fra nyhetsartiklene fremkommer det at det var oversvømte kjellere helt ned til Alexander Kiellands plass. Vi vet ikke om det førte til vannskader, eller hvor omfattende de i så fall var. Men vi antar at 100 kvadratmeter ble vannskadet. Med en gjennomsnittlig utbedringskostnad på 5 000 kr pr. kvadratmeter, gir det en kostnad på 500 000 kr (Boligfiks.no, 2020).

Selve lekkasjen tok én time å stanse. Utover det vet vi ikke hvor lang tid det tok å reparere skaden. Men vi antar at kostnaden var på omtrent 20 000 kr.

Til sammen var den samfunnsøkonomiske kostnaden av skaden 675 500 kr:

Tapt trafikantnytte	43 000 kr
Utrykning	112 500 kr
Vannskader kjellere	500 000 kr
Reparasjon	20 000 kr
Totalt	675 500 kr

7.2.2 Anslag av Samarbeidsforum for ledninger i grunnen

Samarbeidsforum for ledninger i grunnen (2015) ved Norsk Vann beregnet de direkte kostnadene av graveskader på vann- og avløpsledninger til 10 millioner kr (11,2 millioner 2020-kr). Det utgjør 4,8 prosent av de totale kostnadene på 210 millioner kr. Beregningene ble gjort etter samtaler med «en del kommuner», men utover det blir det ikke beskrevet hvordan man kommer frem til tallet. Tilbakemeldingene fra kommunene var at det skjer få graveskader på vann- og avløpsledninger sammenlignet med annen infrastruktur, og at årsaken er at vann- og avløpsledninger ligger dypere i grunnen. Norsk Vann antar at de fleste skadene skjer i forbindelse med arbeid på vann- og avløpsledningene. Funnene fra vårt søk i mediearkivet Atekst gir støtte til den teorien.

¹⁹ $971 \cdot [(0,07 + 355 + 0,17) + (0,93 + 258 + 0,17)]$

7.2.3 Spørreundersøkelse

I spørreundersøkelsen blant MEFs medlemmer oppgir 317 respondenter at de hadde 728 graveskader på vann og avløp i 2019. Ekstrapolert til nasjonalt nivå gir det **3 800 graveskader** (se kapittel 2.5). Det er et anslag på alle graveskadene som rammet vann og avløp i 2019.

Anslagene for vann og avløp er lavere enn for ekom (7 300) og strøm (5 000). Det er likevel høyere enn forventet ut fra samtaler med bransjen. Oppfatningen i anleggsbransjen er at det er relativt få skader på vann- og avløpsledninger sammenlignet med kabler. Vi har snakket med entreprenører innen vann- og avløpsteknikk, som mener at respondentene kan ha rapportert lekkasjer som oppstod av seg selv, og som senere må repareres. Slike skader oppstår ikke som følge av graving, og er dermed ikke omfattet av denne analysen.

Entreprenører vi har snakket med, sier at graveskader på vannledninger på privat grunn og på offentlige stikkledninger ikke trenger å rapporteres til Geomatikk. Som følge av det finnes det trolig store mørketall for denne typen skader, som undersøkelsen kan ha avdekket. Det er ifølge våre kilder trolig mange små skader som entreprenører enkelt og umiddelbart reparerer. Slike skader rammer ikke husholdninger, og koster bare noen få tusen kr å reparere.

7.2.4 Samtaler med entreprenører

Entreprenører vi har snakket med, melder om 5 til 20 graveskader i året for sine bedrifter. Mesteparten av disse skadene er mindre skader på stikkledninger, og det er svært få skader på kommunale hovedledninger. Reparasjonskostnadene ligger på 10 000–15 000 kr i snitt, men kan ligge ned mot 3 000 kr og komme opp mot 70 000 kr, men her må det igjen skilles mellom hva som er i rørene. Skade på kloakledning er rimeligere å reparere enn skade på vannledning. Kloakledning må skjøtes uten behov for å stenge av vanttøførsel.

7.3 Samfunnsøkonomiske kostnader

I dette kapitlet anslår vi: (1) antall store og små graveskader på vann og avløp; (2) direkte kostnader av reparasjon; og (3) indirekte kostnader for brukere og andre. Til slutt blir det brukt til å anslå de årlige samfunnsøkonomiske kostnadene av graveskader på vann og avløp. Anslagene er basert på kildene i kapittel 7.2.

Store graveskader

Søket i mediarkivet Atekst avdekket tre store graveskader på vannledninger i hvert av årene 2019 og 2020. Det var skader som hadde alvorlige konsekvenser for husholdninger og næringsliv, og medførte samfunnsøkonomiske kostnader på alt fra 50 000 kr til 2,8 millioner kr.

Det er vanskelig å anslå hvor mange store skader som oppstår hvert år, men mediesøket antyder at det er få. Det blir bekreftet av erfaringer fra entreprenører og andre eksperter vi har snakket med. Vi tror samtidig ikke at mediesøket avdekker alle hendelser, og mener det bør sees på som et minimumsanslag. Det faktiske tallet er sannsynligvis høyere. MEFs undersøkelse tyder på at det er noen skader som er kostbare å reparere og antagelig gir samfunnsøkonomiske kostnader å regne med. I våre beregninger **anslår vi antallet store skader på vann og avløp til 12 i året**. Det er fire ganger så mange som vi har funnet

i mediesøk. Vi synes det er forsvarlig å anta et såpass høyt prosentvis mørketall, men vil være ubekvem med å gå lenger.

Små graveskader

I spørreundersøkelsen blant MEFs medlemmer oppgir 317 respondenter at de hadde 728 graveskader på vann og avløp i 2019 (se Figur 2.3). Ekstrapolert til nasjonalt nivå gir det 3 800 graveskader. Tallet er høyere enn forventet, med tanke på erfaringer fra entreprenører og andre vi har snakket med. Det er imidlertid grunnlag for å tro at tallet avdekker mange mindre tilfeller, som blir håndtert umiddelbart, og ikke rapportert til Geomatikk (se kapittel 7.2.3). **3 800 er derfor vårt beste årlige anslag på små graveskader på vann og avløp.** Vi definerer det som skader som rammer 1–2 brukere på det meste.

Direkte reparasjonskostnader

I eksemplene vi har gjennomgått i kapittel 7.2.1 blir brudd i rørledninger stort sett reparert på 1–2 timer. I disse tilfellene anslår vi kostnaden av reparasjon til 5 000–10 000 kr. Unntaket er lekkasjen på Sagene i Oslo i februar (se Tekstramme 7.6). Da måtte seks rørleggere jobbe seks timer om dagen i to dager for å reparere skaden.

Entreprenører vi har snakket med forteller at skader koster mellom 3 000 og 70 000 kr, men at gjennomsnittet er på 10 000–15 000 kr.

Samtidig har vi spørreundersøkelsen blant MEFs medlemsbedrifter hvor respondentene oppgir høyere kostnader til reparasjon. 56 prosent av skadene respondentene forteller om kostet under 50 000 kr. 20 prosent kostet 50 000 kr–500 000 kr. 24 prosent kostet mer enn 500 000 kr.

Respondentene oppgir langt høyere reparasjonskostnader enn vi har klart å finne eksempler på. Selv når et arbeidslag på seks jobber over to dager, er ikke kostnadene beregnet til mer enn 30 000 kr. Vi mener derfor det er grunn til å tro at respondentene har tilegnet flere kostnader enn den direkte reparasjonskostnaden, når de svart på spørsmålet om kostnaden av reparasjon av vann og avløp.

Basert på spørreundersøkelsen, samtaler med entreprenører og caser anslår vi gjennomsnittskostnaden av å reparere graveskader på vann og avløp til **8 000 kr for små skader og 30 000 kr for store skader.**

Indirekte kostnader

Basert på vår kartlegging av store graveskader gjennom mediearkivet Atekst, er det store indirekte kostnader når en graveskade først rammer brukere (se kapittel 7.2.1). Vi anslår at de indirekte effektene er ti ganger så høye som de direkte effektene. De vanligste indirekte effektene er at husholdninger mister tilgang til innlagt vann og at de får kokeforbud. Det er kostnader som er lave for den enkelte, men høye når mange blir rammet. Videre er det kostnader av at trafikanter blir hindret av oversvømte veier. Det er imidlertid ikke vanlig. Vi har ikke avdekket kostnader for næringsliv som følge av at stengt vanntilførsel, men vi har avdekket et tilfelle hvor en barnehage måtte stenge. De største indirekte effektene fra en enkelthendelse er når vann fra en ødelagt ledning renner inn i bygninger. Det kan føre til vannskader, som er svært dyrt å utbedre.

For mindre skader, som maksimalt rammer et par brukere er det trolig lave indirekte kostnader. Når en graveskade ikke rammer mer enn et par husholdninger mener vi at kostnadene holder seg på et nivå

godt under kostnadene for reparasjon. Vi anslår derfor de indirekte kostnadene ved små skader til å være 10 prosent av kostnaden av de direkte kostnadene.

Samlede samfunnsøkonomiske kostnader

Vi anslår den samfunnsøkonomiske kostnaden av graveskader på vann og avløp til **38 millioner kr i året**. Det er basert på våre antagelser om antall graveskader på vann og avløp, samt direkte og indirekte kostnader.

8 Fjernvarme

I dette kapitlet diskuterer vi samfunnsøkonomiske kostnader av graveskader på fjernvarmenettet. Markedet for fjernvarme er relativt nytt og introduseres kort før vi gir en oversikt over tilgjengelige kilder. I kartleggingsarbeidet har vi intervjuet fjernvarmeselskaper og entreprenører, hvis informasjon ligger til grunn for anslagene for graveskader og tilhørende reparasjonskostnader på fjernvarmenettet. Anslagene over skader og kostnader presenteres mot slutten av kapitlet.

8.1 Om markedet

Fjernvarmenettet skiller seg fra annen infrastruktur ved at det fortsatt er i en etableringsfase. Mesteparten av nettet er utbygd de siste 20 årene, og i dag er fjernvarme tilgjengelig i 92 prosent av alle norske byer med mer enn 100 000 innbyggere (Norsk Fjernvarme, 2020). I flere av disse byene finnes det også kjølenett.

Vannet i fjernvarmeforsyningen distribueres gjennom isolerte ledninger som ligger dypt i bakken over vann- avløpsledningene. Ifølge SSB var distribusjonsnettet for fjernvarme på nesten 2 000 km i 2019 (SSB, 2019e), en økning på 70 prosent siden 2010. Sammenlignet med andre deler av infrastrukturnettet utgjør fjernvarme en liten andel. Lengden på distribusjonsnettet for fjernvarme utgjør kun 2 prosent av distribusjonsnettet for strøm, som er på omkring 100 000 km (Olje- og energidepartementet, 2020).

Markedet består av en mengde små kraftselskaper. I 2016 var det 107 fjernvarmebedrifter, men det finnes ikke statistikk for de neste årene. I 2019 solgte disse energi for 4,7 milliarder kr og leverte til sammen 6,6 TWh ut i fjernvarmenettet i byer og tettsteder. De fem største bedriftene målt i produksjon av fjernvarme (GWh) sto for nesten 60 prosent av samlet produksjon dette året.

8.2 Kartlegging av graveskader på fjernvarmeledninger

Delkapitlet gir en oversikt over kildene brukt i arbeidet med å kartlegge graveskadene på fjernvarme, etterfulgt av beskrivelse av to skadehendelser hentet fra nyhetsbildet.

Det finnes ikke noe register over graveskader på fjernvarmenettet i Norge. Skadefrekvensen antas å være lav, noe som trolig henger sammen med at med at ledningene ligger relativt dypt i grunnen et sted mellom ekom og strøm og vann og avløp. I tillegg er ledningsnettet for fjernvarme nyere og derfor mer solid og bedre dokumentert i kartgrunnlag enn resten av infrastrukturnettet.

I mangel av et fullverdig datasett har vi brukt trianguleringsmetoden for å anslå antallet graveskader og kostnadene knyttet til graveskader på fjernvarme. Trianguleringsmetoden går ut på å benytte flere datakilder for å samle data om det samme temaet. Det gir mulighet for å kryssvalidere data og fange flere dimensjoner av samme fenomen.

Vi bruker til sammen fire kilder for å anslå kostnadene av graveskader på fjernvarme i løpet av ett år:

1. Samtaler og intervjuer med fjernvarmeselskaper og entreprenører
2. Tidligere anslag fra Samarbeidsforum fra ledninger i grunnen
3. Spørreundersøkelse blant entreprenører

4. Søk i media

Graveskader på fjernvarme i nyhetene

Det er sjeldent brudd på fjernvarmeledninger, men når ulykken først oppstår er ringvirkningene ofte ganske store. De to casene som trekkes frem under er to av svært få saker i media som omhandler graveskader på fjernvarme. Casene er hentet fra websøk i media og stammer fra henholdsvis 2014 og 2015. De illustrerer hvordan kostnadene fordeler seg mellom ulike aktører i markedet, så langt det lar seg gjøre.

Den første hendelsen i Akersgata i Oslo regnes å være en svært stor graveskade. Reparasjonskostnadene er i det helt øvre sjiktet av det man kan vente seg. Skaden oppsto i Oslo sentrum og rammet mange av byen innbyggere. Problemer med etterfylling av anlegget gjorde at fjernvarmesystemet ble satt ut over en lang periode midt på vinteren. Den andre hendelsen i Sør-Odal var mindre omfattende. Reparasjonskostnadene er også i det øvre sjiktet, men ringvirkningene mindre alvorlige.

Tekstramme 8.1 Eksempler på fjernvarmebrudd som følge av graving i grunnen

Case 1: Brudd på fjernvarmerør i Akersgata i Oslo, februar 2014

En hovedledning eid av Hafslund Varme (i dag Fortum Oslo Varme) ble boret gjennom av entreprenør i forbindelse med bygging av midlertidig kranfundament i Oslo sentrum en onsdag ettermiddag i februar 2014. På grunn av problemer med etterfylling av anlegget, var store deler av Oslo uten varmtvann og oppvarming i opptil to døgn (Aftenposten, 2014; Nrk, 2014a).

Fortum Oslo Varme har oppgitt at de direkte reparasjonskostnadene beløp seg til omkring 5 millioner kroner. Kostnadene ble videresendt entreprenør som forårsaket skaden.

Det var store følgeskader etter det opprinnelige bruddet. Senere røk fjernvarmeledninger to andre steder i sentrum. Det førte til at etterfyllingen av anlegget ikke fungerte effektivt og bidro til at fraværet av varmtvann og oppvarming varte lenger enn nødvendig. De indirekte kostnadene forbundet med fraværet av fjernvarme for de om lag 30 000 boenhetene som ble rammet er anslått til 71 millioner kroner. Her har vi antatt at hver boenhet består av 1,2 personer i gjennomsnitt og deres betalingsvillighet for å unngå tap av fjernvarmetjenester i to døgn er satt til 1 970 kroner per husholdning (Vista Analyse, 2017).

Det var allerede gravearbeider i gaten der skaden skjedde, slik at trafikkavvikling ikke er en kostnadsfaktor.

Andre indirekte kostnader er tapt varmesalg og tapt omdømme for Hafslund Varme. Endringer i salgsinntektene til Hafslund Varme kunne fungert som en god tilnærming for å anslå disse kostnadene, men det er uvisst hvor stor andel av tapet i salgsinntektene (salgsinntektene falt med nesten 20 prosent i 2014 fra året før) som kan knyttes til den aktuelle hendelsen. I tillegg refunderte Hafslund inntil 1 000 kr til ekstra varmeovner for kunder som ikke hadde annen oppvarming, men Fortum Oslo Varme har ikke oversikt over hvor mange som fikk refundert penger (Nrk, 2014b).

Det er nærliggende å anta at det var kostnader forbundet med utsettelse av det pågående gravearbeidet. Kostnader knyttet til utsettelse av prosjekter diskuteres i kapittel 11. Her finner vi at en dags utsettelse av gravearbeid i vei koster samfunnet 14 500 kroner. Det er sannsynlig at ulykken i Akersgata medførte opptil to dagers utsettelse, altså er den samfunnsøkonomiske kostnaden for utsettelse 29 000 kroner.

Denne graveskaden er trolig den mest alvorlige skaden på fjernvarmeanlegget på lang tid, målt både i reparasjonskostnader og antall mennesker som ble berørt. Samlet sett beløp kostnadene seg til minst 76 millioner kroner, hvorav de direkte kostnadene var 5 millioner kroner og de indirekte kostnadene minst 71 millioner kroner. Kostnadsforholdet mellom de indirekte og direkte kostnadene er 14:1, hvilket betyr at de indirekte kostnadene er 14 ganger høyere enn de direkte kostnadene.

Store deler av Oslo uten varmtvann

Store deler av Oslo er uten varmtvann og oppvarming etter at et firma boret seg inn i et av rørene i Akersgata.



JOBBER PÅ SPRENG: Det var her i Akersgata at et arbeidsuhell førte til trykktall i fjernvarmenettet. Nå jobbes det hardt for å få utbedret feilen.
FOTO: KJETIL GRUDE FLEKKØY / NRK

Dar
@DK
Jour
List
Jour
Pub
Opp

Tekstramme 8.2 Eksempler på fjernvarmebrudd som følge av graving i grunnen

Case 2: Skadet fjernvarmerør i Sør-Odal, juli 2015



I forbindelse med utgraving av en grunnmur for en skole traff entreprenør et fjernvarmerør (Glåmdalen, 2015). Det gikk hull på både ytterkappen og stålrøret innenfor. Røret var av de mindre med en dimensjon på 110 mm. Det tok et eksternt rørleggerfirma to og en halv dag å reparere skaden. Hele fjernvarmeanlegget måtte skrus av i 2,5 timer for å få på plass en midlertidig løsning (reparasjonsmuffe ble skrudd rundt røret) som gjorde at de som mistet varmtvannet fikk tilgang på dette igjen. Sør-Odal alders- og sykehjem var blant annet uten varmtvann i et par timer.

Reparasjonskostnadene knyttet til bruddet beløp seg til ca. 180 000 kroner ifølge entreprenør. Beløpet inkluderer ca.

10 000 kroner for reparasjonsarbeider utført av to personer over to og en halv dag og ca. 40 000 kroner for ekstra graving rundt røret og påfylling av singel. De øvrige kostnadene knytter seg til trykkprøver på fjernvarmeanlegget, etterfylling og lufting, skjøting av rør, komprimering og igjenfylling, samt deler og materialer.

De indirekte kostnadene er beregnet ved bruk av KILE-kostnaden. Ulempen for aldershjemmet ved å være uten varmtvann i to timer er beregnet til å være 19 000 kroner. Vi har antatt at om lag 2/3 av de 158 ansatte ved aldershjemmet var på jobb. Inkludert 32 beboere ved aldershjemmet, ble 138 personer rammet. Betalingsvilligheten til for å unngå tap av fjernvarmetjenester i to timer er satt til 138 kroner (Vista Analyse, 2017).

Graveskaden er å regne som en større skade ettersom flere enn en person ble rammet. Samlet kostnad som følge av skaden er nærmere 200 000 kroner. De direkte kostnadene utgjør 180 000 kroner og indirekte kostnadene 19 000 kroner, som gir et kostnadsforhold på 0,1:1. Det betyr at de indirekte kostnadene utgjør omtrent 10 prosent av de direkte kostnadene.

8.3 Observasjoner fra fjernvarmeselskaper

Vista Analyse har vært i kontakt med blant annet Fortum Oslo Varme, Statkraft Varme, Eidsiva Bioenergi, Oslofjord Varm, Skagerak Varme og Vardar Varme. Målet i produksjon av fjernvarme utgjør Fortum Oslo Varme og Statkraft Varme nesten 50 prosent av markedet. Den andre halvdel består stort sett av mange små og gjerne lokale fjernvarmeselskaper. Blant de mindre selskapene oppstår det sjeldent brudd eller skade på deres fjernvarmeledninger fra gravearbeider i grunnen. De Vista Analyse har vært i kontakt med, oppgir at de har mindre enn eller maksimalt én graveskade årlig. De større selskapene oppgir naturligvis flere graveskader per selskap.

Graveskader på fjernvarmeledninger kan grovt sett deles inn i tre kategorier

1. Rift i ytterkappe på ledning som kommer fra at pågående gravearbeider i grunnen kommer borti ledningen.

2. Bulk i ytterkappen fra pågående gravearbeider i grunnen.
3. Brudd på fjernvarmeledning. Kan blant annet komme fra at det slås ned stolpespyd eller spunt i grunnen.

Selv om graveskadene i kategori 1 og 2 ikke fører til brudd på fjernvarmeledningen umiddelbart, må slike skader utbedres for å forhindre at røret inne i ytterkappen ruster over tid. De store fjernvarmeselskapene oppgir mellom 15 og 20 av disse typene graveskader årlig.

Ved graveskader i kategori 1 oppstår det rift i plastkappen som beskytter det innvendige stålrøret. Reparasjonskostnadene avhenger av når skaden oppdages. Som oftest oppdages skaden av utførende arbeidere med en gang, som melder dette inn til ledningseier, og da begrenser reparasjonskostnadene seg til 5 000–7 000 kroner.

Graveskadene som inngår i kategori 2 har stort sett det samme reparasjonsforløpet som skadene i kategori 1, men ved oppdaget skade stilles det ekstra krav til inspeksjon av ledningen for å avdekke om stålrøret innenfor også er skadet. Blant annet kan det kreve ytterligere graving ned i grunnen og rundt ledningen for å avdekke skaden. Det gjør at reparasjonskostnadene på slike skader ligger nærmere 10 000 kroner.

Dersom det er fare for brudd i stålrøret, kan utbedringskostnadene ved graveskader i kategori 1 og 2 ligge nærmere 50 000–70 000 kroner per skade. Hvis skaden ikke oppdages umiddelbart er det stor sannsynlighet for at den utvikler seg til brudd over tid ved at stålrøret innenfor ytterkappen ruster. Da blir som regel reparasjonskostnadene betydelig høyere og gjerne rundt 150 000 kroner fordi man i tillegg til å reparere skaden må utføre gravearbeider på nytt og fjernvarmeanlegget må stenges. Størrelsen på ledningene har også stor betydning for hvor store reparasjonskostnadene blir. Større ledninger krever at man må grave dypere for å avdekke og utbedre skaden og dimensjonen på røret har betydning for materialkostnader.

En svært sjelden gang oppstår større graveskader på fjernvarmeanlegget (kategori 3) som ofte får stor oppmerksomhet i media. Gjennom intervjuer med entreprenører og søk i media fremkommer det at slike graveskader oppstår maksimalt en gang årlig. I beste fall kan reparasjonskostnadene ligge på et par hundre tusen kroner, men en sjelden gang oppstår graveskader der kostnadene kan komme opp mot flere millioner kroner.

8.4 Anslag for graveskader og direkte reparasjonskostnader

Både omfanget av graveskader på fjernvarmeledninger og de direkte reparasjonskostnadene knyttet til disse skadene varierer mye. Generelt oppgir entreprenørene at de sjeldent forårsaker skader på fjernvarmeledninger relativt til andre deler av infrastrukturnettet. Fjernvarmeselskapene opplever også sjeldent skader på sine ledninger, men skadefrekvensen er naturligvis større for de store selskapene enn de mindre. Reparasjonskostnadene varierer også mye avhengig av om det er faktisk brudd eller om det er skade som kan utvikle seg til brudd over tid.

For å anslå antall graveskader og de direkte reparasjonskostnadene knyttet til graveskader på fjernvarmeanlegget har vi benyttet informasjon fra fjernvarmeselskaper og entreprenører vi har intervjuet, samt spørreundersøkelsen mot MEF sine medlemsbedrifter.

Anslag på graveskader på fjernvarme ekstrapolert

For å beregne antall graveskader på fjernvarmeanlegget har vi lagt til grunn antall graveskader som er oppgitt av fjernvarmeselskapene. Videre er graveskadene ekstrapolert basert på selskapenes markedsandeler mål i antall fjernvarme produsert i 2019 (GWh). Til sammen utgjør selskapene i beregningen litt over halvparten av markedet i 2019.

I 2019 er det anslått at det var **63 graveskader på fjernvarmeanlegget, hvorav 49 store og 14 små skader**. Vi har vurdert små graveskader som skader som rammer en eller to kunder og store skader rammer mer enn to kunder. Dersom vi antar at antall fjernvarmeselskaper i Norge har økt til 110 selskaper i 2019, en konservativ økning fra 107 selskaper i 2016, betyr dette at i underkant av 60 prosent av fjernvarmeselskapene hadde skade som følger av gravearbeider på sitt ledningsnett i 2019.

Rapporterte reparasjonskostnader fra fjernvarmeselskapene

Når det oppstår skader på fjernvarmeledninger kontakter skadevolder som regel ledningseier for inspeksjon av skaden. Ledningseier må avdekke om skaden må utbedres for å motvirke utvikling av rust på ledningen. For å anslå reparasjonskostnadene ved skade har vi hentet inn tilgjengelig informasjon fra Fortum Oslo Varme og Statkraft Varme.

Fortum Oslo Varme oppgir en gjennomsnittlig reparasjonskostnad på i underkant av **55 000 kr** i 2019. I tillegg viser de til enkeltsaker fra tidligere år hvor reparasjonskostnadene varierer fra 300 000 kroner til 5 millioner kroner.

Statkraft Varme oppgir gjennomsnittlig reparasjonskostnad på **13 000 kr**, men dette inkluderer kun skader på ytterkappen på ledningen og ikke faktiske brudd.

Vi har også intervjuet andre fjernvarmeselskaper og entreprenører som opplyser om enkelthendelser med tilhørende reparasjonskostnader. Samlet sett oppgir disse at reparasjonskostnadene ved mindre graveskader anslagsvis beløper seg til omkring **5 000–10 000 kr** for materialer og arbeidskraft. Ved større graveskader, hvor det er fare for brudd, ligger utbedringskostnaden nærmere **50 000–100 000 kr** per skade. Ved faktisk brudd kan kostnadene komme opp på flere hundre tusen kroner. Inkludert de indirekte og sosiale kostnadene vil kostnadene ved brudd på fjernvarme være høyere.

Anslag fra Samarbeidsforum for ledninger i grunnen

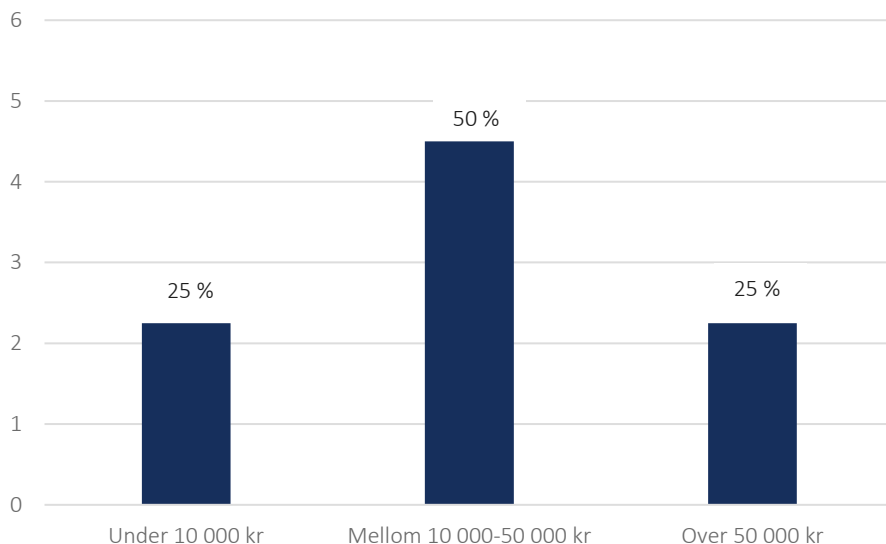
SLG var i 2015 i kontakt med mange av de samme fjernvarmebedriftene som Vista Analyse har snakket med i forbindelse med denne analysen. Den gangen ble det rapportert om få skader på fjernvarmeledninger, men det ble ikke formidlet noe konkret tall. Reparasjonskostnadene knyttet til graveskader på fjernvarme ble satt til ca. 5 millioner kroner årlig «på bakgrunn av mottatt info» (SLG, 2015).

Resultater fra spørreundersøkelse blant entreprenører via MEF

Spørreundersøkelsen blant MEF sine medlemsbedrifter gir et bilde av fordelingen av omfanget av reparasjonskostnadene. Det er viktig å understreke at det var betydelig færre respondenter på spørsmålene om fjernvarme. Halvparten av graveskadene som ble rapportert har reparasjonskostnader mellom 10 000 og 50 000 kroner, mens ¼ skader på fjernvarmeledninger koster under 10 000 kroner å utbedre.

I tillegg er ¼ av skadene større skader med reparasjonskostnader over 50 000 kroner. Det betyr at flesteparten av graveskadene faller innenfor skadekategori 1 og 2 beskrevet i delkapittel 8.3.

Figur 8.1 Antall graveskader på fjernvarmenettet med direkte reparasjonskostnader i gitte intervaller. Resultater fra spørreundersøkelsen.



Kilde: MEF og Vista Analyse

Dersom vi antar at gjennomsnittskostnaden for skadene med direkte reparasjonskostnader under 10 000 kroner er 5 000 kroner, 30 000 kroner for skadene med direkte reparasjonskostnader mellom 10 og 50 000 og 100 000 kroner for de skadene med direkte reparasjonskostnader over 50 000 kroner, får vi en gjennomsnittlig reparasjonskostnad på **41 250 kr** for de 9 rapporterte skadene. Gjennomsnittskostnadene fra MEF ligger noe under det Fortum Oslo Varme rapporterer og høyere enn det Statkraft Varme rapporterer.

Anslag på de direkte reparasjonskostnadene knyttet til graveskader på fjernvarme

Basert på en samlet vurdering anslår vi de direkte reparasjonskostnadene til å være 60 000 kroner i gjennomsnitt for de 49 store graveskadene. Dette vil i hovedsak være skader hvor det er fare for brudd. Anslagene er basert på gjennomsnittsberegninger fra Fortum Oslo Varme og Statkraft Varme.

Vi vurderer at flertallet av graveskadene på fjernvarme har fare for brudd. De resterende skadene er små skader som berører maksimalt én kunde. **Vi anslår omkring 14 små graveskader årlig med en gjennomsnittlig reparasjonskostnad på 10 000 kroner er skade.**

Disse anslagene på gjennomsnittlige reparasjonskostnader gir totale direkte reparasjonskostnader på 3,1 millioner kroner årlig, hvorav 95 prosent knytter seg til de store skadene.

Samfunnsøkonomiske kostnader

Brudd på fjernvarmenettet fører til at anlegget må skrus av, slik at kundene i det aktuelle området mister oppvarming og varmtvann i timer eller dager, avhengig av hvor omfattende skaden er. Graveskader som ikke fører til brudd i vannforsyningen vil ikke lede til tap eller utsatt forbruk, og har derfor ingen indirekte

kostnader knyttet til seg. Graveskader som ikke leder til tapt fjernvarmetjeneste, vil i hovedsak være små graveskader.

Vi har anslått den samfunnsøkonomiske kostnaden for små graveskader til 154 000 kroner årlig. For store graveskader er den samfunnsøkonomiske kostnaden anslått til 4,7 millioner kroner. Forventet verdi for de samlede samfunnsøkonomiske kostnadene for graveskader på fjernvarme er anslått til **6 millioner kr årlig**.

Forholdet mellom direkte reparasjonskostnader og samfunnsøkonomiske kostnader er basert på en skjønnsmessig vurdering ettersom vi ikke har nok informasjon om graveskadene vi har fått oppgitt. Multiplikatoren for store graveskader på fjernvarmenettet er vurdert til å være 1,6. Det innebærer at de indirekte kostnadene tilsvarer 60 prosent av de direkte reparasjonskostnadene, og er samme tallet som vi bruker for strøm. Ettersom små graveskader påvirker få eller ingen kunder og stort sett repareres relativt raskt, vil det være svært små indirekte kostnader knyttet til disse skadene. Multiplikatoren for små graveskader på fjernvarmenettet er derfor anslått til å være 1,1.

9 Forebyggingskostnader

I tillegg til alle de direkte og indirekte kostnadene knyttet til graveskader som oppstår, er det kostnader knyttet til at aktørene forebygger graveskader. I dette kapitlet anslår vi størrelsen på forebyggingskostnader.

Forebyggingskostnader kan ta ulike former, og være både direkte og indirekte. For eksempel er en form for forebygging at medarbeidere oppfordres til å være mer forsiktige, selv om det fører til at gravearbeidet tar lenger tid. Dette vil ha direkte kostnader for operatørene i form av økte lønnskostnader og lengre bruk av kapitalutstyr. At prosjektene tar lenger tid enn de kunne gjort gir også indirekte kostnader i form av at brukerne som venter på å bruke den nye veien eller flytte inn i den nye boligblokka må vente lengre enn de potensielt kunne gjort, og for de som bor i nærheten av anleggsområdet som må tåle ekstra anleggsstøy og omkjøringsulempes. Kapittel 11 behandler utsettelseskostnader systematisk. I forbindelse med forebygging er likevel disse kostnadene og disse effektene trolig marginale – det er snakk om ørsmå forskjeller i tidsbruken som følge av at medarbeidere er mer forsiktige, og det er langt fra sikkert om det i det hele tatt har en synlig effekt på samlet tidsbruk i prosjektet. Eksempelen er ment som illustrasjon, og vi vil se bort fra slike forebyggingskostnader.

Det viktigste for å forebygge graveskader på infrastruktur i grunnen er å kartlegge hvor kabler, ledninger og rør ligger i bakken. Kostnader knyttet til dette kan ligge både hos netteier og entreprenør. Entreprenør har et ansvar for å undersøke hvilke kabler, ledninger og rør som ligger i området det skal graves, og hvor disse ligger. De som eier kabler, ledninger og rør – netteierne – har ansvar for å gjøre denne informasjonen tilgjengelig. Ettersom en av Geomatikk's tjenester er å gjøre denne jobben for de netteierne som er deres kunder, er Geomatikk en viktig aktør i forebyggingsarbeidet og vi benytter deres virksomhet som et utgangspunkt for de årlige kostnadene knyttet til forebygging av graveskader.

Bransjens arbeid for å forebygge graveskader består i hovedsak av tre overordnede deler:

1. Innhenting av informasjon
 - a. Består av å kartlegge hvilke netteiere som har infrastruktur i grunnen det skal graves, og eksakt plassering av denne infrastrukturen.
2. Utlevering av informasjon
 - a. Kostnadene knyttet til at netteiere utleverer informasjon om infrastruktur i grunnen det skal graves
3. Kabelpåvisning
 - a. I en rekke tilfeller vurderer enten netteier eller tiltakshaver at kartgrunnlaget ikke er tilstrekkelig og at det må utføres kabelpåvisning på det aktuelle området.

Innhenting av informasjon

For å anslå de årlige kostnadene knyttet til innhenting av informasjon om ledninger i grunnen i forkant av gravearbeid ser vi til en rapport fra Samfunnsøkonomisk analyse (2016) som omfatter en samfunnsøkonomisk analyse av tre forslag til endringer i plan- og bygningsloven. Blant forslagene som er av relevans for oss, er forslaget om opprettelse av et sentralt ledningseierregister (LER). Vi vurderer at den sparte ressursbruken ved innhenting av informasjon, sammenlignet dagens situasjon, kan ekstrapoleres slik at vi får et anslag på kostnadene ved å utføre arbeidet i dag.

Samfunnsøkonomisk Analyse (2016) antar at det finner sted 408 000 transaksjoner årlig mellom tiltakshavere og netteiere i nullalternativet, og at en opprettelse av LER vil redusere dette antallet til 301 000. Videre har de vurdert at hver transaksjon tar 6 minutter, og en gjennomsnittlig lønnskostnad på 410 kroner per timeverk. Vi vurderer at disse antagelsene er fornuftige, selv om vi i et tidligere kapittel har brukt en noe lavere timelønnskostnad.

På grunnlag av disse antagelsene beregner Samfunnsøkonomisk Analyse at opprettelsen av LER vil øke tiltakshavers ressursbruk knyttet til innhenting av informasjon med 7,1 millioner kroner i året. Vi vurderer derfor at dette også er verdien av de 108 000 transaksjonene Geomatikk gjør på vegne av tiltakshavere, som bortfaller ved opprettelsen av LER. Med denne vurderingen kan vi beregne verdien av de totalt 408 000 transaksjonene årlig til å være **27 millioner kroner**.

Utlevering av informasjon

Samfunnsøkonomisk Analyse (2018) beregner på samme måte endringen i ressursbruken knyttet til utlevering av informasjon ved opprettelsen av LER. De beregner besparelsen på 108 000 transaksjoner til å være 2,9 millioner kroner i året når det gjelder utlevering av informasjon. Kostnadene er lavere fordi de antar en lavere timepris for de som utfører arbeidet med å utlevere informasjon enn for de som innhentet informasjonen ovenfor. I nullalternativet er Geomatikk involvert i 70 prosent av transaksjonene, slik at de bruker lønnskostnadene i Geomatikk som kalkulasjonspris. Med samme metode som ovenfor kan vi beregne at ressursbruken i nullalternativet er **11 millioner kroner** årlig.

Kabelpåvisning

I følge Geomatikk sine nettsider gjennomfører de 78 000 kabelpåvisninger årlig. Noen netteiere tilbyr gratis kabelpåvisning, mens andre krever brukerbetaling (det vil si at tiltakshaver må betale for kabelpåvisningen). Gebyret brukerne må betale, varierer fra 2 000 til 4 000 kroner avhengig av hvor mange netteiere det skal påvises kabler for. Denne prisen er også vårt beste anslag for verdien av påvisningen når netteier tilbyr tjenesten gratis, og kostnaden disse netteierne indirekte påtar seg. Vi anslår derfor de årlige kostnadene knyttet til kabelpåvisning å være **mellom 156 og 312 millioner kroner**.

De totale forebyggingskostnadene anslår vi derfor til å være omtrent **272 millioner kroner i året**, men kan også med vårt utgangspunkt beløpe seg helt opp til 350 millioner kroner.

En alternativ metode for å beregne bransjens forebyggingskostnader med Geomatikk som utgangspunkt er å se på selskapets salgsinntekter. Geomatikk AS er selskapet i Geomatikk-gruppen som opererer tjenesten for gravemelding og kabelpåvisning i Norge. De driver også med noen andre tjenester, som søknadsbehandling og filkonvertering, som det strengt talt ikke er naturlig å medregne som forebyggingskostnader. Regnskapstallene vi har tilgang på lar oss ikke ekskludere inntektene fra disse tjenestene, og isolere inntektene fra kun de forebyggingsrelevante tjenestene, men salgsinntektene vil likevel i hovedsak komme fra tjenester for å forebygge graveskader og slik sett kunne fungere som en pekepinn på de samlede forebyggingskostnadene i bransjen²⁰. Geomatikk AS sine salgsinntekter i 2018 var i følge proff.no 243,5 millioner kroner. Dette er noe lavere enn anslaget ovenfor, muligens fordi vi har overvurdert de årlige kostnadene knyttet til kabelpåvisninger. Den alternative metoden gir likevel et anslag

²⁰ Geomatikk ønsker ikke å oppgi hvor store andeler av inntektene som kommer fra de ulike tjenestene ettersom det er konkurransesensitiv informasjon. Vi må således forholde oss til informasjon som ligger offentlig tilgjengelig. Derfor kan vi ikke ekskludere de inntekter som kommer fra tjenester som ikke er naturlig å regne som bransjens forebyggingskostnader. Geomatikk AS tilbyr blant annet koordinering av planlagte gravearbeider, tilsynsløsninger for netteiere, GI-tjenester, ledningsmåling, filkonvertering og søknadsbehandling i tillegg til kabelpåvisning og gravemeldingstjenesten.

innenfor usikkerhetsrommet som anslaget basert på beregningene ovenfor, og styrker robustheten til vårt anslag på 272 +/- 80 millioner.

10 Usikkerhetsanalyse

I denne delen av rapporten presenterer vi underlag og resultater av usikkerhetsanalysen ved å anslå de samlede årlige samfunnsøkonomiske kostnadene av graveskader i grunnen. Det er usikkerhet knyttet til estimatene, og det behandles i dette kapittelet.

10.1 Grunnlaget for estimering

Tabellen under viser hvilke estimater som ligger til grunn for usikkerhetsanalysen. Antall graveskader og de direkte reparasjonskostnadene er estimert på bakgrunn av ulike kilder i de tidligere kapitlene. Det finnes slik ingen samlet oversikt over dette. Vi anslår rundt **12 000 små og 4 000 større graveskader i Norge**.

Parameteren vi kaller multiplikatoren beskriver forholdet mellom de totale samfunnsøkonomiske kostnadene og de direkte reparasjonskostnadene. En slik multiplikator kan være nyttig i de tilfeller der vi har informasjon om reparasjonskostnadene, men mangler informasjon om for eksempel de indirekte kostnadene knyttet til brudd i tjeneste. Multiplikatoren vil i gjennomsnitt gi en god pekepinn på forholdet, men kan ikke direkte gi de totale samfunnsøkonomiske kostnadene ved en enkelt hendelse gitt reparasjonskostnaden. Multiplikatoren vi benytter er uttrykt ved de totale samfunnsøkonomiske kostnadene som andel av de direkte reparasjonskostnadene og er for alle infrastrukturer gitt av:

$$\text{Multiplikator} = \frac{\text{Totale samfunnsøkonomiske kostnader}}{\text{Direkte reparasjonskostnader}}$$

Ettersom det er stor forskjell mellom både direkte og indirekte kostnader for små og store skader har vi to ulike multiplikatorer; en for store skader og en for små.

Tabell 10.1 Grunnlag for estimering

	Strøm	Ekom	Vann og avløp	Fjernvarme
Store graveskader	800	3 100	12	49
Små graveskader	4 200	4 205	3 762	14
Direkte reparasjonskostnader store skader	45 000 kr	25 700 kr	30 000 kr	60 000 kr
Direkte reparasjonskostnader små skader	8 000 kr	8 000 kr	8 000 kr	10 000 kr
Multiplikator store skader	1,6	3,8	10	1,6
Multiplikator små skader	1,1	1,1	1,1	1,1
Sum kostnad per infrastruktur	95 960 000 kr	339 750 000 kr	36 705 600 kr	4 858 000 kr

Kilde: Vista Analyse

Sum kostnad per infrastruktur er gitt av følgende beregning:

$$\begin{array}{r}
 \text{(Antall store graveskader * Direkte reparasjonskostnader} \\
 \text{store skader * Multiplikator store skader)} \\
 + \\
 \text{(Antall små graveskader * Direkte reparasjonskostnader små} \\
 \text{skader * Multiplikator små skader)} \\
 \hline
 = \quad \text{Sum kostnad per infrastruktur}
 \end{array}$$

Tallene i Tabell 10.1 gir ikke nødvendigvis uttrykk for forventede samfunnsøkonomiske kostnader, de kommer senere.

Estimatusikkerhet

Usikkerhet i variablene er normalt knyttet til estimeringsmetodikken, pris- og mengdeusikkerhet, men kan også inkludere annen usikkerhet som er spesiell for det enkelte variabel.

Analysemodell

Analysemodellen for kvantifisering av estimatusikkerheten er overordnet beregnet med følgende sammenheng:

$$\begin{array}{r}
 \text{Sum kostnad per infrastruktur} \\
 + \quad \text{Effekten av estimatusikkerheten} \\
 + \quad \text{Forebyggingskostnader} \\
 \hline
 = \quad \text{Forventet verdi}
 \end{array}$$

Analysemodellen knytter sammen elementene fra Tabell 10.1 og tripplestimatene i Tabell 10.2 - Tabell 10.6. Minimum, mest sannsynlig og maksimum scenario er beregnet ut ifra tripplestimatet. Det samme gjelder forventningsverdien, som er gitt av tyngdepunktet i sannsynlighetsfordelingen.

Tabellene under viser analysemodellen for de fire ulike infrastrukturene. *Mest sannsynlig*-kolonnen presenterer det deterministiske estimatet og er likt med Tabell 10.1. Minimum (Min) anslaget er angitt med prosentvis reduksjon og maksimum (Max) er oppgitt med en prosent økning i forhold til det mest sannsynlige estimatet.

Ved en symmetrisk sannsynlighetsfordeling vil forventningsverdien, gitt i kolonnen *Forventet*, være lik mest sannsynlig verdi. I tilfeller hvor vi har en høyreskjev fordeling (hvor maksimum verdi er høyere enn minimum verdi) vil forventet verdi være høyere enn mest sannsynlig verdi. Motsatt vil en venstreskjev fordeling gi en lavere forventningsverdi enn mest sannsynlig verdi.

Tabell 10.2 Analysemodell for strøm

	Strøm				Forventet	Standardavik	
	Min	Mest sannsynlig	Max				
Antall graveskader totalt	-10 %	4 500	5 000	6 250	25 %	5 311	692
Store graveskader	-35 %	520	800	1 000	25 %	767	190
Små graveskader	-35 %	2 730	4 200	5 250	25 %	4 026	996
Reparasjonskostnader store graveskader	-10 %	40 500	45 000	157 500	250 %	89 813	46 245
Reparasjonskostnader små graveskader	-25 %	6 000	8 000	10 000	25 %	8 000	1 581
Multiplikator store skader	-20 %	1,31	1,6	2,0	20 %	2	0
Multiplikator små skader	-10 %	0,99	1,1	1,2	10 %	1	0
Samfunnsøkonomiske kostnader store skader		27 612 000	59 000 000	309 750 000			
Samfunnsøkonomiske kostnader ved små skader		16 216 200	36 960 000	63 525 000			
Totale samfunnsøkonomiske kostnader		43 828 200	95 960 000	373 275 000			

Kilde: Vista Analyse

Tabell 10.3 Analysemodell for ekom

	Elektronisk kommunikasjon				Forventet	Standardavik	
	Min	Mest sannsynlig	Max				
Antall graveskader totalt	-10 %	6 575	7 305	9 131	25 %	7 760	1 011
Store graveskader	-10 %	2 790	3 100	3 875	25 %	3 293	429
Små graveskader	-10 %	3 785	4 205	5 256	25 %	4 467	582
Reparasjonskostnader store graveskader	-20 %	20 560	25 700	30 840	20 %	25 700	4 063
Reparasjonskostnader små graveskader	-25 %	6 000	8 000	10 000	25 %	8 000	1 581
Multiplikator store skader	-70 %	1,14	3,8	6,5	70 %	4	2
Multiplikator små skader	-10 %	0,99	1,1	1,2	10 %	1	0
Samfunnsøkonomiske kostnader store skader		65 393 136	302 746 000	772 002 300			
Samfunnsøkonomiske kostnader ved små skader		22 479 930	37 004 000	63 600 625			
Totale samfunnsøkonomiske kostnader		87 873 066	339 750 000	835 602 925			

Kilde: Vista Analyse

Tabell 10.4 Analysemodell for vann og avløp

	Vann og avløp				Forventet	Standardavik	
	Min	Mest sannsynlig	Max				
Antall graveskader totalt	-10 %	3 397	3 774	4 718	25 %	4 009	522
Store graveskader	-55 %	5	12	20	70 %	13	6
Små graveskader	-10 %	3 386	3 762	4 703	25 %	3 996	520
Reparasjonskostnader store graveskader	-20 %	24 000	30 000	36 000	20 %	30 000	4 743
Reparasjonskostnader små graveskader	-20 %	6 400	8 000	9 600	20 %	8 000	1 265
Multiplikator store skader	-30 %	7,00	10,0	18,0	80 %	12	4
Multiplikator små skader	-10 %	0,99	1,1	1,2	10 %	1	0
Samfunnsøkonomiske kostnader store skader		907 200	3 600 000	13 219 200			
Samfunnsøkonomiske kostnader ved små skader		21 452 429	33 105 600	54 624 240			
Totale samfunnsøkonomiske kostnader		22 359 629	36 705 600	67 843 440			

Kilde: Vista Analyse

Tabell 10.5 Analysemodell for fjernvarme

	Fjernvarme				Forventet	STD
	Min	Mest sannsynlig	Max			
Antall graveskader totalt	-20 % 50	63	69 10 %	60	7	
Store graveskader	-25 % 37	49	61 25 %	49	10	
Små graveskader	-25 % 11	14	18 25 %	14	3	
Reparasjonskostnader store graveskader	-20 % 48 000	60 000	180 000 200 %	104 813	52 174	
Reparasjonskostnader små graveskader	-30 % 7 000	10 000	15 000 50 %	10 830	3 162	
Multiplikator store skader	-20 % 1,28	1,6	1,9 20 %	2	0	
Multiplikator små skader	-10 % 0,99	1,1	1,2 10 %	1	0	
Samfunnsøkonomiske kostnader store skader	2 257 920	4 704 000	21 168 000			
Samfunnsøkonomiske kostnader ved små skader	72 765	154 000	317 625			
Totale samfunnsøkonomiske kostnader	2 330 685	4 858 000	21 485 625			

Kilde: Vista Analyse

Tabell 10.6 Analysemodell for forebyggingskostnader

	Forebyggingskostnader			Forventet	STD
	Min	Mest sannsynlig	Max		
Totale forebyggingskostnader	192 000 000	272 000 000	352 000 000	272 000 000	63 241 107

Kilde: Vista Analyse

10.2 Overordnede resultater

Tabellen under viser resultatene fra analysen. Tabell 10.7 viser resultatene for hver infrastruktur, hvor forventningsverdien er større enn mest sannsynlig verdi med følgende prosenter: 20 prosent for strøm, 2 prosent for ekom, 3 prosent for vann og avløp, 20 prosent for fjernvarme og null prosent for forebyggingskostnader. Forventningsverdien tar høyde for summen av alle tenkelige utfall, hvor alle variabler er vektet med ulike sannsynligheter. I denne analysen har vi en høyreskjev fordeling, som følge av at forventningen er større for maksimumsanslaget sett imot minimumsanslaget. Med andre ord forventer vi at estimatene har større sannsynlighet for å være høyere enn lavere fra det som er anslått tidligere i kapitlene (mest sannsynlig verdi). Derfor blir forventningsverdien høyere enn mest sannsynlig verdi.

Tabell 10.7 Samfunnsøkonomiske skadekostnader. Millioner kroner

	Strøm	Ekom	Vann og avløp	Fjernvarme	Forebyggingskostnader
Mest sannsynlig verdi	96	340	37	5	272
Forventningsverdi	115	348	38	6	272

Kilde: Vista Analyse

De totale samfunnsøkonomiske kostnadene beregnes på bakgrunn av hver infrastruktur og resultatet er gitt i Tabell 10.8. Vårt beste anslag (forventningsverdi) er at **de totale graveskadene i 2019 kostet samfunnet 780 millioner**. Det er usikkerhet knyttet til forventningsverdien, men S-kurven gitt i Figur 10.1 illustrerer sannsynligheten for ulike kostnadsnivåer.

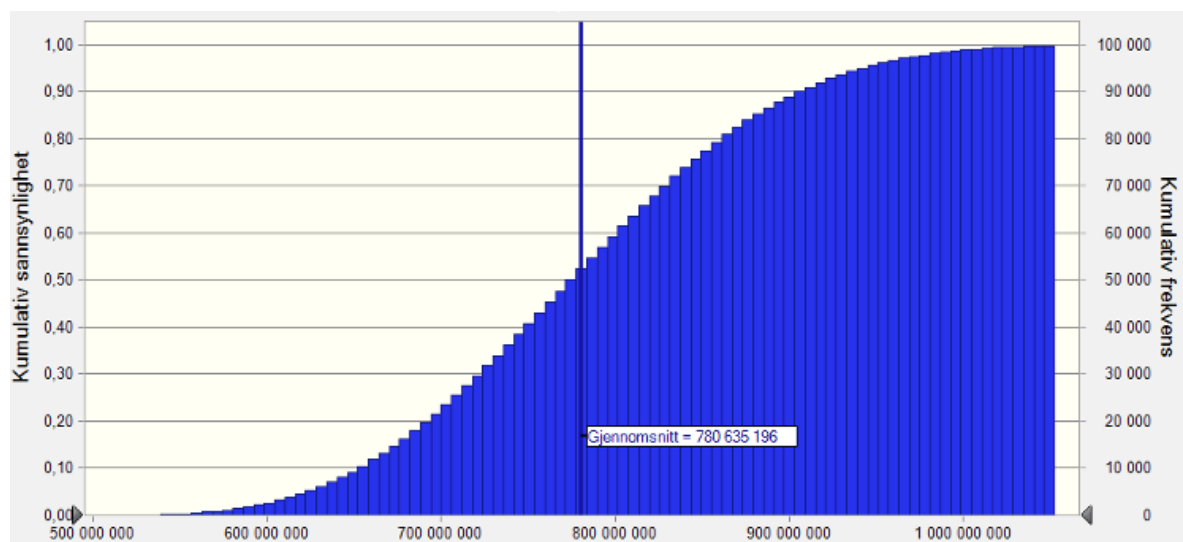
Tabell 10.8 Totale samfunnsøkonomiske kostnader

Mest sannsynlig verdi	748 millioner kr
Forventningsverdi	780 millioner kr

Kilde: Vista Analyse

I figuren er forventningsverdien markert som gjennomsnittet. Resultatet er at kostnaden med 80 prosent sannsynlighet ligger mellom **655 millioner** og **909 millioner kr**. Det er rundt regnet **130 millioner kr** i hver retning fra forventningsverdien.

Figur 10.1 Fordelingskurven (S-kurven) for samfunnsøkonomiske kostnader



Kilde: Vista Analyse. Merknad: Samfunnsøkonomisk kostnader langs x-aksen. Langs y-aksen er sannsynlighet for at den sanne kostnaden er lavere enn tallet på x-aksen. På høyreaksen er sannsynligheten gjort om til frekvens over 100 000 trekninger.

11 Kostnaden av forsinkelse

Brudd på infrastruktur kan føre til at anleggsarbeid blir forsinket. Det skjer når arbeidet må stanses frem til skaden er utbedret. Forsinkelse er én av flere typer kostnader av brudd på infrastruktur, sammen med blant annet kostnaden av reparasjon og kostnaden for brukere som mister tjenestetilgang. Oppdragsgiver har ønsket en egen analyse av forsinkelser. I dette kapitlet anslår vi den årlige kostnaden for samfunnet av at anleggsarbeid blir forsinket som følge av graveskader. Vi tar for oss uforutsette forsinkelser, og går ikke inn på kost-nytte-vurderingen rundt hvor lang tid man skal bruke på et graveprosjekt.

11.1 Hva koster anleggsarbeid i veien?

I samfunnsøkonomiske kostnadsanalyser prøver man å beregne alternativkostnad. Det er kostnaden av hva ressursene ville kastet av seg i alternativ anvendelse. Når anleggsarbeid blir utsatt på grunn av graveskader, er alternativkostnaden at maskiner og personell kunne vært brukt til andre formål. Kostnaden av dette verdsettes til det samme som verdien av arbeidet maskiner og personell i utgangspunktet gjorde, eller med andre ord det de får betalt for å utføre anleggsarbeidet, regnet per dag. Vi antar at maskiner og personell ikke kan overføres til annet arbeid mens skaden blir reparert. Kostnaden av én dags utsettelse på et gitt anleggsarbeid blir dermed verdien av kontrakten for anleggsarbeidet, delt på antall dager arbeidet skal pågå. Da inkluderer vi bare arbeidsdager, ikke helger og helligdager.

Videre vil en andel av en kontrakts verdi gå til innkjøp av materialer. Vi antar at det ikke er økte materialkostnader ved forsinkelse. Fra samtaler med to entreprenører anslår vi andelen materialkostnader ved anleggsprosjekter i vei til å være i gjennomsnitt 43 prosent.

I tillegg inkluderer vi dagmulkt. Det er en avtalefestet bot entreprenøren plikter å betale byggherren, for hver dag entreprenøren er forsinket over en avtalt frist (Enterpriseadvokater.no, 2018). Dagmulkten kan tolkes som kostnaden av utsettelse for byggherren og en eventuell tredjepart, som blir påvirket av forsinkelsen. Et eksempel er når en kommune er byggherre, og næringsliv og innbyggere i nærheten av anleggsarbeidet er tredjepart. Mulkten kan da sies å representere næringslivets og innbyggernes kostnad ved forsinkelse. I Norsk standard 8405 punkt 3.42 (Norsk bygge og anleggskontrakt), skal dagmulkten utgjøre én promille av kontraktsummen, men ikke mindre enn 1 500 kr pr. hverdag forsinkelsen vedvarer.

I Tekstramme 11.1 gir vi et eksempel på hvordan vi beregner den samfunnsøkonomiske kostnaden av forsinkelse for et graveprosjekt. Beregner er basert på et prosjekt som skal gjennomføres i Stavanger høsten 2020.

Tekstramme 11.1 Eksempel på samfunnsøkonomisk kostnad av én dags utsettelse

Kommunen skal etablere en sykkelprioritert gate og sykkelvei med fortau i Ivar Aasens vei. Strekingen som skal utbedres er 190 meter (Stavanger kommune, 2020).

Kontraktens verdi er 3,5 millioner kr.

3,2 millioner kr av kontrakten faktureres for arbeid i 2020.

Materialkostnader er antatt 42,5 prosent av kontraktens verdi.

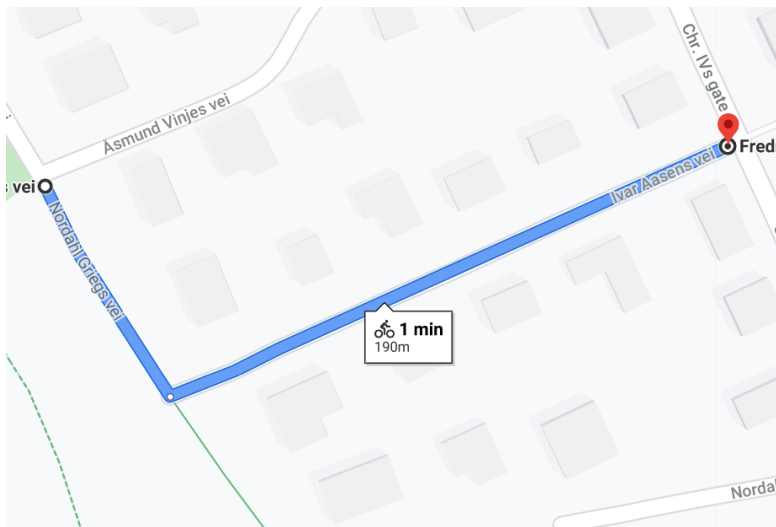
Arbeidet i 2020 skal utføres over 121 dager, men bare 86 av disse er arbeidsdager.

En antatt dagmulkt er på 1 promille av kontraktsverdien.

Det gir regnestykket:

$$\frac{3\,200\,000 \text{ kr} * (1 - 0,425)}{86 \text{ dager}} + \frac{3\,500\,000 \text{ kr}}{1\,000} = 62\,093 \text{ kr}$$

Figur 11.1 Graveprosjekt Ivaar Aasens gate



1 dags utsettelse koster samfunnet 62 100 kr. Regnestykket er delt i to ledd – driftskostnader og dagmulkt. De er på henholdsvis 21 400 kr og 3 500 kr. Det første leddet er kostnaden for entreprenøren av å drifte prosjektet videre. Det andre leddet kan anses som de indirekte virkningene på brukere av gata. Det vil si trafikanter og beboere som blir negativt rammet av arbeidet.

Langs strekningen som utbedres er det 12 hus. Med vår tolkning av dagmulkten, kan man tenke seg at hver av disse er villige til å betale 292 kr, for å forhindre at prosjektet blir utsatt med ytterligere én dag. Da går vi ut ifra at det først og fremst er beboerne i gata som blir rammet av gravingen. Eventuelt kan man se for seg at beboerne har lavere betalingsvillighet, men at også trafikanter og hus i nærliggende ville vært villige til å betale én sum pr. dag de kan forhindre forsinkelse.

11.2 Kommunale gravearbeid i vei

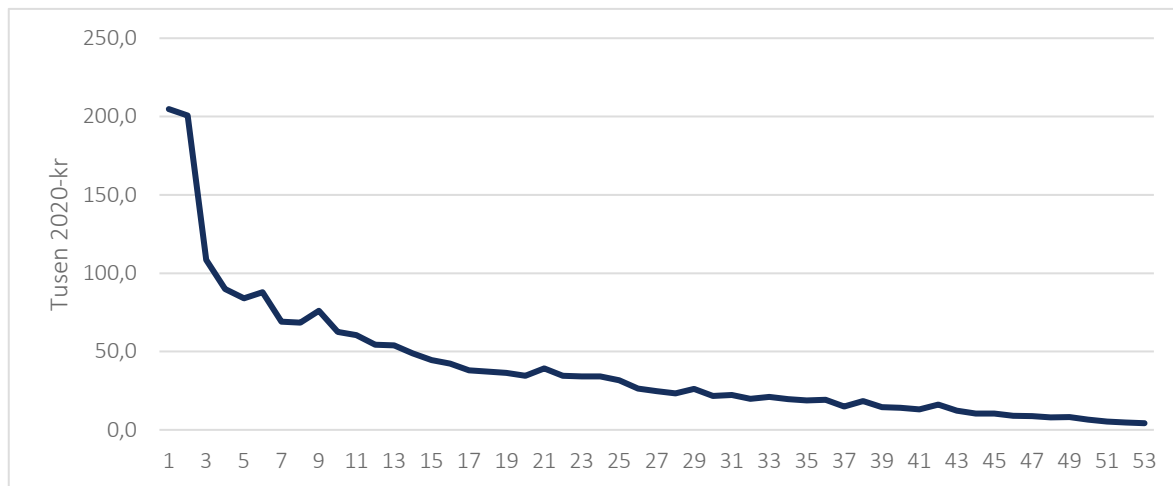
Metoden i avsnitt 11.1 kan brukes hvis vi kjenner verdien og varigheten på anleggsarbeid som forårsaker graveskader. Vi trenger derfor et anslag på verdi og varighet. Vi er interessert i graveskader på kabler og rør, som ofte ligger under veier i bebygde strøk. Derfor benytter vi oss av kontrakter for kommunale anleggsarbeid i veien. Som kilde bruker vi Stavanger kommunes arbeidsprogram for kommunaltekniske investeringsprosjekter 2020 (Stavanger kommune, 2020).

Programmet består av prosjekter fra ulike kommunale etater, men også prosjekter hvor Stavanger kommune har inngått avtaler med andre aktører. Disse er Helse Stavanger, Lyse, Statens Vegvesen, og Rogaland fylkeskommune. Arbeidsprogrammet gir derfor et bredt utvalg av gravearbeid i veier med mye nedgravd infrastruktur. Samtidig finnes det mange private prosjekter som ikke er med i vårt utvalg.

Investeringene er på totalt 318 millioner kr, fordelt på 53 prosjekter, som er under utbygging i 2020. For kontrakter som går over flere år, bruker vi kun kontraktens verdi i 2020 til å beregne rammen pr. dag.

Vi bruker derimot hele kontraktens verdi til å beregne dagmulkten. Metoden er nærmere forklart i avsnitt 11.1.

Figur 11.2 Gravearbeid med Stavanger kommune som byggherre, 2020, minste samfunnsøkonomiske kostnad pr. dag, 2020-kr



Kilde: Ramme og arbeidsdager i kontrakt: Stavanger kommune (2020), n=52.

I Figur 11.2 ser vi fordelingen av prosjekter etter samfunnsøkonomisk kostnad pr. dag. Den samfunnsøkonomiske kostnaden består av rammen pr. arbeidsdag og dagmulkten (se Tekstramme 11.2). Kostnaden blir høyere jo større ramme prosjektet har, og jo færre dager prosjektet er planlagt å foregå.

Av figuren ser vi at det er stor variasjon i den samfunnsøkonomiske kostnaden av forsinkelse pr. dag. Det dyreste prosjektet koster 217 000 kr pr dag, og det billigste koster 5 000 kr pr. dag. Gjennomsnittskostnaden er 42 000 kr, og medianen er 27 000 kr. Fire av fem prosjekter har en kostnad på under 63 000 kr pr. dag.

Datamaterialet fra Stavanger kan være representativt for landsgjennomsnittet, men gjennomsnittet er følsomt for urealistisk høye anslag. Vårt beste anslag er medianverdien. Den samfunnsøkonomiske kostnaden av en dags forsinkelse i et typisk graveprosjekt (medianprosjektet) er **27 000 kroner**, men det er stor usikkerhet rundt tallet.

Tekstramme 11.2 Forlenget gravearbeid i Bogstadveien i Oslo

Den populære handlegata har vært utsatt for flere graveprosjekter de siste årene, og blir for øyeblikket gravd opp i øvre del. I denne omgang omtaler vi oppgraderingen av søndre del av Bogstadveien og Hegdehaugsveien, med byggestart i april 2012 (Nrk.no, 2014c; E24.no, 2013). Arbeidet skulle vare til november 2013, men pågikk frem til august 2014.

I mellomtiden ble gaten delvis avsperrert for biler og kollektivtransport, og fotgjengere har blitt loset gjennom et nettverk av gjerder. Det skal ha gått hardt utover butikkene i området. Flere butikker skal ha mistet omsetning på mellom 20 og 40 prosent, og næringsforeningen anslo tapet til 750 millioner kr. Selv om det er dramatisk for de næringsdrivende, er det ikke nødvendigvis snakk om et samfunnsøkonomisk tap. Det er fordi nedgangen trolig fører til at kundene handler andre steder. I så fall skjer det overføring fra noen butikker til andre, uten at samfunnet som helhet taper. Unntaket er om redusert omsetning i Bogstadveien fører til ledighet, som gjerne koster mer for samfunnet å kompensere enn ekstrainntekten som har tilfalt butikker andre steder. Samfunnet kan også tape dersom spesialforretninger som kjennetegner Bogstadveien blir borte, fordi det kan redusere kvaliteten på bymiljøet.

Interessant nok har en av årsakene til forsinkelsene vært gammel og dårlig dokumentasjon av kablene under bakken (Nrk.no, 2014c). Kablene lå stedvis nærmere overflaten enn de 80 cm som er påkrevd og måtte dermed legges på nytt (Veier24.no, 2012).

Vi benytter metoden fra kapittel 11.1 til å beregne den samfunnsøkonomiske kostnaden av utsettelse.

Ramme (Veier24.no, 2012)	200 millioner kr
Antatte materialkostnader	43 prosent
Planlagte kalenderdager for prosjekt	579 dager (april 2012–november 2013)
Planlagte arbeidsdager for prosjekt	398 dager (april 2012–november 2013)
Dagmulktandel	0,1 prosent

Det gir regnestykket:

$$\frac{200\,000\,000\text{ kr} * (1 - 0,425)}{398\text{ dager}} + \frac{200\,000\,000\text{ kr}}{1\,000} = 489\,000\text{ kr}$$

Det er kostnaden av én dags utsettelse av prosjektet. Som man ser av regnestykket over kan kostnaden deles i to: (1) driftskostnad; og (2) dagmulkt. Den antatte dagmulkten er i dette tilfellet 200 000 kr pr. dag, og kan tolkes som den indirekte effekten på brukere. De øvrige 289 000 kr pr. dag er driftskostnader for entreprenøren.

Videre ble prosjektet utsatt 273 dager (november 2013–august 2014). Vi antar at de som arbeidet med prosjektet ikke ble overført til annet arbeid under utsettelsen, men fortsatte å jobbe med prosjektet. Da blir den samfunnsøkonomiske kostnaden av utsettelsen **133,5 millioner kr**²¹.

²¹ 489 000 000 kr · 273

Referanser

- Aftenposten. (2014, Februar 12). *aftenposten.no*. Hentet fra <https://www.aftenposten.no/osloby/i/Qle0W/titusener-av-oslo-leiligheter-fortsatt-uten-varme-og-varmtvann>
- Aftenposten. (2020a). Hentet fra <https://www.aftenposten.no/osloby/i/y3M7WE/hovedvannledning-sprakk-i-oslo-vann-flommet-ned-mot-ring-2>
- Aftenposten. (2020b, Februar 3). *ap.no*. Hentet fra <https://www.aftenposten.no/osloby/i/9vVaWq/hovedvannroer-sprakk-under-gravearbeider-kan-ha-rent-ut-1000-liter-i>
- Boligfiks.no. (2020). *Hva koster hva koster utbedring av vannskader? | Pris i 2020*. Hentet fra <https://boligfiks.no/pris/vannskader-1536155168437x666228403337299800>
- CGA. (2019). *DIRT Annual Report for 2018*. Washington: Common Ground Alliance (CGA).
- Christen Ræstad mfl. (2008). *I veien for hverandre. Samordning av rør og kabler i veigrunnen*. Oslo.
- Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap . (2015). *Risikoanalyse av «Cyberangrep mot ekom-infrastruktur»* .
- Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap. (2016). *Samfunnets kritiske funksjoner. Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?* .
- E24.no. (2013). *Butikkene i Bogstadveien savner kunder*. Hentet fra <https://e24.no/naeringsliv/i/dOG40B/butikkene-i-bogstadveien-savner-kunder>
- Enterpriseadvokater.no. (2018). *Dagmulkt*. Hentet fra <https://www.entrepriserettsadvokater.no/entreprisekontrakter/dagmulkt/>
- Finansdepartementet. (2014). *R-109/14. Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv*.
- Glåmdalen. (2015, Juli 14). *glomdalen.no*. Hentet fra Rør for fjernvarme ble skadet: <https://www.glomdalen.no/sor-odal/nyheter/fjernvarme/ror-for-fjernvarme-ble-skadet/s/5-19-81317>
- Halden Arbeiderblad. (2019). *Stengt av lekkasje. 16. januar*.
- Huseiernes landsforbund. (2014). *Vannmåler sparer deg for tusener*. Hentet fra <https://www.huseierne.no/hus-bolig/tema/okonomi/vannmaler-sparer-deg-for-tusener/>
- Jærbladet. (2018, Juli 13). *Gravde hull på vannledning*.
- Klepp kommune. (2020). Hentet fra Vassleidningsbrot Orstad/Øksnevad: <https://www2.klepp.kommune.no/siste-nytt/vassleidningsbrot/>
- LSBUD. (2019). *Digging up Britain: How vulnerable is our utility infrastructure?* Nuneaton: LinesearchbeforeUdig.

- Makana mfl. (2016). *What do utility strikes really cost?* Birmingham: University of Birmingham.
- Makana mfl. (2018). Cost estimation of utility strikes: towards proactive management of street works. *Infrastructure Asset Management - Paper 1700033*, s. 13.
- McMahon mfl. (2005). *The real cost of street works to the utility industry and society*. UKWIR.
- Metje mfl. (2015). *Causes impacts and costs of strikes on buried utility assets*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer. 168 (3). Side 165–174.
- Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. (2019). *Ekonommarkedet 2019*. Hentet fra <https://ekomstatistikken.nkom.no/#/article/ekom2019>
- Nettavisen. (2014). Hentet fra <https://www.nettavisen.no/nyheter/brannvesenet-er-lei-torrrok-utrykninger/3752723.html>
- Nettavisen. (2020, Februar 18). *Stor vannlekkasje i Oslo etter at vannledning ble gravd over*. Hentet fra <https://www.nettavisen.no/nyheter/stor-vannlekkasje-i-oslo-etter-at-vannledning-ble-gravd-over/3423925294.html>
- Nordlys. (2019). *Gravde over vannledning i Tromsø sentrum – flere kvartal var uten vann*. Hentet fra <https://www.nordlys.no/vann-og-avlop/tromso-sentrum/uhell/gravde-over-vannledning-i-tromso-sentrum-flere-kvartal-var-uten-vann/s/5-34-1182127>
- Norsk Fjernvarme. (2020). www.fjernvarme.no. Hentet fra <https://www.fjernvarme.no/fakta/fjernvarme>.
- Norsk vann. (2011). *Informasjon om vann*. Hentet fra <https://www.norskvann.no/index.php/vann/om-vann>
- Norsk Vann. (2018). *Beregning av bærekraftig lekkasjenivå*. Norsk Vann.
- NRK. (2011, mai 23). *Mobilnettet fungerer igjen*. Hentet fra <https://www.nrk.no/mr/store-telefonproblemer-1.7644712>
- Nrk. (2014a, Februar 14). *nrk.no*. Hentet fra Store deler av Oslo uten varmtvann: <https://www.nrk.no/osloogviken/store-deler-av-oslo-uten-varmtvann-1.11539320>
- Nrk. (2014b, Februar 13). *nrk.no*. Hentet fra <https://www.nrk.no/osloogviken/30-000-uten-varmtvann-og-varme-1.11541537>
- NRK. (2020a, Mars 4.). *Stor vannlekkasje i Oslo: –Det rant 2500 liter i sekundet*. Hentet fra <https://www.nrk.no/osloogviken/stor-vannlekkasje-pa-voldslokka-i-oslo-1.14928497>
- NRK. (2020b). *Stor vannlekkasje i Oslo*. Hentet fra <https://www.nrk.no/osloogviken/stor-lekkasje-etter-brudd-pa-vannledning-pa-manglerud-i-oslo-1.14908539>
- NRK. (2020c, Februar 4). *Ny vannlekkasje i Oslo*. Hentet fra <https://www.nrk.no/osloogviken/ny-vannlekkasje-i-oslo-1.14889934>
- NRK. (2020d, januar 6). *Gravefeil isolerte heile bygda – ledningen fikset*. Hentet fra <https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/siljan-utan-dekning-1.14848456>

- Nrk.no. (2014c). *Kan ha tapt 750 millioner i Bogstadveien*. Hentet fra <https://www.nrk.no/osloogviken/kan-ha-tapt-750-millioner-1.11626485>
- Olje- og energidepartementet. (2020). *Energifakta Norge*. Hentet fra <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftnett/>
- Oppland Arbeiderblad. (2019). *Kokepåbud gjennom helga*.
- Oslo Economics. (2015). *Samfunnsøkonomisk analyse av nye krav til registrering og utveksling av informasjon om ledninger i grunnen*. Oslo: Oslo Economics.
- Oslo Kommune. (2020). www.oslo.kommune.no. Hentet fra Vann- og avløpsgebyrer: <https://www.oslo.kommune.no/vann-og-avlop/priser-beregninger-og-vannmaler/vann-og-avlopsgebyrer/#toc-1>
- Rana Blad. (2019, juli 23). *Feilen er rettet og alle skal ha fått igjen dekningen*. Hentet fra <https://www.ranablad.no/nyheter/telenor/mobil/feilen-er-rettet-og-alle-skal-ha-fatt-igjen-dekningen/s/5-42-558937>
- Rana kommune. (2019, juli). *Store områder uten mobildekning*. Hentet fra <https://www.rana.kommune.no/nyheter/Sider/Store-omr%C3%A5der-uten-mobildekning.aspx>
- Retriever. (2020). *Mediearkiv*. Hentet fra <https://www.retriever.no/product/mediearkiv/>
- Roger, B., Gran, B., Kostøl, F. B., & Walbækken, M. M. (2016). *Samfunnsøkonomisk analyse av nye krav til registrering og utveksling av ledningsdata*. Samfunnsøkonomisk Analyse.
- Ruter. (2019). *Årsrapport 2019, nøkkeltall*. Ruter.
- Rørentreprenørene Norge. (2020). ror norge.no. Hentet fra <https://ror norge.no/nyheter/ny-timesats-for-rorlegger-article2561-321.html>
- Samfunnsøkonomisk Analyse . (2019). *Notat om brukerbetaling for ledningsdata*. Oslo: Samfunnsøkonomisk Analyse .
- Samfunnsøkonomisk Analyse. (2015). *Samfunnsøkonomisk analyse av informasjonsutveksling om ledninger i grunnen*. Oslo: Samfunnsøkonomisk Analyse.
- Samfunnsøkonomisk Analyse. (2018). *Betalingsmodeller for utveksling av ledningsdata*. Oslo: Samfunnsøkonomisk Analyse.
- Skatteetaten. (2020). *Skattekalkulator*. Hentet fra Skattekalkulator.app.skatteetaten.no
- SLG. (2015). *Rapport fra arbeidsgruppe graveskader*. Oslo: Samarbeidsforum for ledninger i grunnen (SLG).
- SSB. (2019a). Hentet fra <https://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikker/lonnansatt/aar>
- SSB. (2019b). *Kommunal vannforsyning (tabell 11792) og kommunalt avløp (tabell 11794)*.
- SSB. (2019c). *Familier og husholdninger*. Hentet fra <https://www.ssb.no/familie/>

- SSB. (2019d). *Tabell 11418: Yrkesfordelt månedslønn, etter statistikk mål, yrke, sektor, kjønn, avtalt/vanlig arbeidstid per uke, statistikkvariabel og år.*
- SSB. (2019e). *Tekniske og økonomiske hovedtall for fjernvarme. Tabell 04729.* SSB.
- Statens Vegvesen. (2018). *Konsekvensanalyser Håndbok V712.* Oslo: Statens Vegvesen.
- Statens Vegvesen. (2019). *Nøkkelrapport Reisevaneundersøkelsen 2018 - november 2019.* Oslo: Statens Vegvesen.
- Statens vegvesen. (2020). *Trafikkdata.* Hentet fra <https://tinyurl.com/y7s2acx5>
- Statnett. (2019). *Årsstatistikk 2018 - Driftsforstyrrelser, feil og planlagte utkoplinger i 1-22 kV-nettet.*
- Statnett. (2019). *Årsstatistikk 2018 - Driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV-nettet.*
- Stavanger kommune. (2020). *Arbeidsprogram 2020 - Kommunaltekniske investeringer.*
- Telemarksavisa. (2020, januar 06). *Siljan og deler av Skien er uten mobildekning – vil ta lang tid.* Hentet fra <https://www.ta.no/nyheter/siljan/dekning/siljan-og-deler-av-skien-er-uten-mobildekning-vil-ta-lang-tid/s/5-50-870229>
- Telenor. (2019, oktober 21). *Utvikling av graveskader.* Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/08a3212d9a114b9db434a057db7f760c/20191021-telenor-innspill-innspill-til-forskrift-ygezen.pdf>
- The USAG Data & Reporting Working Group. (2016). *2014 Utility Strike Damages Report.* London: Utility Strike Avoidance Group.
- The USAG Data & Reporting Working Group. (2019). *2017 & 18 Utility Strike Damages Group.* London: Utility Strike Avoidance Group.
- TV2. (2011, mai 23). *Tusenvis av mobilkunder uten dekning.* Hentet fra <https://www.tv2.no/a/3500809>
- Veier24.no. (2012). *Norges mest fasjonable anleggsplass.* Hentet fra <https://www.veier24.no/artikler/norges-mest-fasjonable-anleggsplass/195347>
- Veier24.no. (2020). *På jakt etter rør og kabler: Kan hindre tusenvis av graveskader: Georadar viser hva som ligger under veien.* Hentet fra <https://www.veier24.no/artikler/kan-hindre-tusenvis-av-graveskader-georadar-viser-hva-som-ligger-under-veien/485961>
- VG. (2020). *Oslo rammet av stor vannlekkasje.* Hentet fra <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/b5BIBB/oslo-rammet-av-stor-vannlekkasje>
- Vista Analyse. (2017). *Nye KILE-funksjoner for husholdninger. Rapportnr. 32.*

Vedlegg

A Mandat for oppdraget

Oppdragsgiver behov og krav til sluttresultat

Det er i en tidligere samfunnsøkonomisk analyse (forenklet) utarbeidet for Oppdragsgiver antatt at det skjer cirka 8000 graveskader på ledninger i grunnen hvert år. En arbeidsgruppe under Samarbeidsforum for ledninger i grunnen har anslått at direktekostnadene for reparasjon av skadede ledninger beløper seg til 210 mill. kroner pr. år. Reparasjonskostnadene ved et komplisert ledningsbrudd i en gate kan beløpe seg til mer enn 100.000 kroner per tilfelle. Disse utgiftene må vanligvis dekkes av den som er skyld i skadene eller ledningseier selv.

Oppdragsgiver har erfart at kunnskapen om de samfunnsøkonomiske konsekvensene av graveskader er begrensede. En årsak til dette kan være at slik kostnader sjelden eller aldri medregnes eller faktureres. Kostnadene for hver enkelt som berøres kan være små, men antall berørte kan være mange, og ulemperne kan være langvarige. Det gjelder f.eks. følgene av forsyningssvikt for abonnenter, omsetningssvikt for næringsdrivende, kostnader som følge av forsinkelser i trafikken mv.

1. Oppdragstaker skal utarbeide en samfunnsøkonomisk analyse som anslår de samlede årlige kostnadene som graveskader påfører samfunnet. Analysen skal bygge på et tilstrekkelig antall case innenfor flere ulike typer infrastrukturanlegg og skadetilfeller.
2. Oppdragsgiver siktemål med analysen er å få et bedre faktagrunnlag for å innføre tiltak som kan forebygge graveskader på ledninger i grunnen, og redusere de negative følgene av graveskader for den enkelte og samfunnet. Analysen bør derfor spesifisere de samfunnsøkonomiske konsekvensene fordelt på ulike brukergrupper eller berørte så langt det er mulig og anses hensiktsmessig. Det gjelder KONSEKVENSENE for abonnenter, næringslivet, trafikanter, vegeier og publikum. Konsekvensene kan så langt det finnes hensiktsmessig inndeles i kategorier etter brukergruppe, skadeomfang, by/land, type infrastruktur (ledninger beregnet for transport av petroleum, varme, elektrisitet, elektronisk kommunikasjon, drikkevann, avløpsvann, overvann eller avfall).
3. I den grad det kan utledes av informasjonsgrunnlaget som innhentes for følgene av graveskader, ønsker Oppdragsgiver at analysen også anslår størrelsen på de samfunnsmessige kostnadene ved forsinkelser i graveprosjekter som gjelder etablering av nye, eller vedlikehold av eksisterende, ledningsanlegg.

Inndelingen, spesifiseringen og fremstillingsform bør diskuteres med Oppdragsgiver etter at oppdragstaker har innhentet grunnlagsmaterialet til analysen.

Oppdragsgiver vil kunne være behjelpelig med å sette Oppdragstaker i kontakt med aktører som er involvert i planlegging og utførelse av ledningsarbeider, og som har informasjon om graveskader. Oppdragsgiver vil også kunne være behjelpelig med å fremskaffe relevante rapporter som berører temaet.



VISTA
ANALYSE

Vista Analyse AS
Meltzersgate 4
0257 Oslo

post@vista-analyse.no
www.vista-analyse.no