



Samfundsøkonomisk analyse af graveskader

Rapport

Klimadatastyrelsen

Dato: 6. januar 2025

Indhold

1.	Resumé og konklusioner	3
2.	Indledning.....	10
3.	Metode	10
3.1	Definitioner og afgrænsninger i analysen	11
3.2	Dataindsamling	11
3.3	Direkte omkostninger.....	13
3.4	Antal afbrudte og varighed af afbrud	14
3.5	Indirekte omkostninger.....	14
4.	Indberetninger til LER.....	18
4.1	Antallet af graveskader	18
4.2	Udbedringsomkostninger	18
5.	Tele og data - fibernet.....	22
6.	El - elnet	27
6.1	Eltransmission	28
6.2	Eldistribution	28
7.	Vand - drikkevandsledninger	32
7.1	Råvandsnettet	32
7.2	Distributionsnettet	33
8.	Termisk - fjernvarmeledninger	37
9.	Afløb - spildevandsledninger	41
10.	Gas – gasledninger	44
10.1	Gastransmission	44
10.2	Gasdistribution	45

1. Resumé og konklusioner

Den danske forsyningssektor er generelt meget robust, og der gøres meget for at sikre forbrugerne imod afbrydelser, ligesom det tilstræbes hurtigt at genetablere forsyningen, når uheldet er ude. Derudover sker der på daglig basis en prioritering af forsyningens opgaver, og de kunder, som er mest påvirkede af afbrud, kommer "først i køen", når forsyningen skal genetableres. Derfor er afbrud af forsyningen generelt sjældne, rammer ofte få forbrugere og er i mange tilfælde tilmed af kort varighed.

I denne analyse er der lavet estimater for de samfundsøkonomiske konsekvenser af graveskader. De samfundsøkonomiske omkostninger udgøres af direkte omkostninger hos ledningsejere og skadevolder, indirekte omkostninger for de kunder, hvis forsyning bliver afbrudt, samt afledte omkostninger for det øvrige samfund.

Overordnede konklusioner

Nedenstående Tabel 1.1 giver et overblik over analysens resultater. Det skal bemærkes, at der er en stor variation omkring tallene vist i tabellen, da graveskader kan ramme forskellige steder i nettet og dermed flere eller færre kunder. Samtidig kan det også variere fra kunde til kunde, hvilken konsekvens et afbrud af forsyningen har.

Tabel 1.1 Estimerede samfundsøkonomiske omkostninger, 2024-priser

Forsyningsart	Antal graveskader	Direkte omkostninger hos ledningsejer og skadevolder til udbedring	Indirekte omkostninger hos husholdninger og virksomheder samt afledte omkostninger for samfundet	Samfundsøkonomiske omkostninger i alt	Antal graveskader gange de samfundsøkonomiske omkostninger per graveskade
Enhed	Antal	Kr. per graveskade	Kr. per graveskade	Kr. per graveskade	Mio. kr.
Tele og data (fibernet)	19.608	46.000	1.000	47.000	922
El (elnet)	1.496	56.000	39.000	95.000	142
Vand (drikkevandsledninger)	591	60.000	103.000	163.000	96
Termisk (fjernvarmeledninger)	328	50.000	2.000	52.000	17
Afløb (spildevandsledninger)	28	450.000	0	450.000	13
Gas (gasledninger)	908	31.000	24.000	55.000	50
I alt					1.240

Noter: Antennekabler (COAX) er ikke med i opgørelsen. Kun graveskader på ledninger ejet af forsyningselskaber er omfattet.
Kilde: NIRAS.

Tabellens første kolonne viser de forsyningsarter, som indgår i analysen. Det har ikke været muligt at inddrage antennekabler (COAX) i analysen.

For hver forsyningsart er antallet af graveskader angivet i kolonne to. Kun graveskader på ledninger ejet af forsyningselskaber er omfattet, dvs. graveskader på stikledninger ejet af forbrugerne er ikke medtaget. Klimadatastyrelsen formoder, at antallet af graveskader er undervurderet, bl.a. fordi ikke alle ledningsejere indberetter til statistikken, dvs. at der kan være et mørketal. De manglende indberetninger kan skyldes, at der ikke sker graveskader på de pågældende ledningsejeres ledninger, men det kan f.eks. også skyldes, at graveskaderne ikke kommer til forsyningsens kendskab, fordi skadevolder selv udbedrer skaderne uden at involvere forsyningen.

Ledningsejernes og skadevoldernes estimerede omkostninger til udbedring af graveskaderne er vist i tredje kolonne. De gennemsnitlige udbedringsomkostninger for en graveskade estimeres til mellem ca. 30.000 – 60.000 kr. på tværs af forsyningsarterne, dog med undtagelse af spildevandsledninger, hvor udbedringsomkostningerne er ca. 10 gange højere. at gravearbejdet udgør den største andel af udbedringsomkostningerne uanset forsyningsart, og jo dybere ledningerne ligger, desto dyrere er det som hovedregel at udbedre skaderne. En del af skadevolders omkostninger vil være usynlige for ledningsejer, nemlig i de situationer, hvor skadevolder selv deltager i udbedringen – typisk gravearbejdet. Overslag over disse omkostninger er også medtaget i opgørelsen, hvorfor den ikke er direkte sammenlignelig med de data, som ledningsejerne i nogle tilfælde indberetter frivilligt til LER.

Af fjerde kolonne fremgår de indirekte omkostninger forårsaget af graveskader for husholdninger og virksomheder samt de afledte omkostninger for samfundet bredt set, f.eks. fra trafikforsinkelser e.l. Disse omkostninger varierer mellem ca. 0 og 100.000 kr. per graveskade mellem forsyningsarterne, hvor graveskader på vandforsyningen er det mest omkostningsfyldte. De indirekte omkostninger for husholdninger og virksomheder afhænger i høj grad af, om de har sikret sig imod konsekvenserne af afbrud af forsyningen. Dette gør virksomhederne f.eks. ved at etablere redundante forsyninger eller andre løsninger, der reducerer sandsynligheden eller konsekvenserne af afbruddene. Store gasforbrugende virksomheder opfordres direkte af myndighederne til at sikre sig imod afbrud af forsyningen, f.eks. afbrud forårsaget af en forsyningskrise eller andre udefrakommende hændelser. Tilsvarende vil virksomheder og offentlige institutioner såsom hospitaler, forsvaret, datacentre og store dataforbrugende virksomheder som f.eks. banker, lager- og logistikvirksomheder sikre sig med redundant el- og fiberforsyning. Nogle virksomheder er også pålagt krav om redundant vandforsyning af sikkerhedsårsager, f.eks. i forbindelse med risiko for større brandulykker. Derudover vil virksomheder, der oplever et stort produktionsstab som følge af et afbrud, og som ikke kan indhente tabet på et senere tidspunkt, sikre sig med redundante forsyninger e.l.

De totale samfundsøkonomiske omkostninger ved en graveskade vist i kolonne fem. Man skal i den forbindelse bemærke, at omkostningerne afspejler hvor meget det koster i gennemsnit, hvis der var én graveskade mere eller mindre inden for hver forsyningsart. De samfundsøkonomiske omkostninger pr. graveskade indikerer, hvor meget tiltag, der reducerer antallet af graveskader med én, kan koste: Hvis det koster samfundet mere at reducere én graveskade end selve graveskaden, skal tiltaget ikke gennemføres, da det ikke samfundsøkonomisk set er hensigtsmæssigt.

De totale samfundsøkonomiske omkostninger varierer mellem ca. 50.000 og 450.000 kr. hvor omkostningerne til graveskader på fibernettet er lavest, mens omkostningerne til graveskader på spildevandsnettet er højest. Til gengæld er der klart flest graveskader på fibernettet og færrest graveskader på spildevandsledninger.

Produktet af antallet af graveskader og de samfundsøkonomiske omkostninger pr. graveskade er vist i sjette kolonne i tabellen. Tallet er dog ikke udtryk for, hvad samfundet ville spare, hvis graveskader slet ikke skete. At hindre alle graveskader ville formentlig kræve meget store beløb til mange forskellige tiltag til reduktion af graveskader – og det er i praksis ikke realiserbart – helt at undgå risikoen for graveskader.

De samfundsøkonomiske omkostninger målt som produktet af antal graveskader og den samfundsøkonomiske omkostning ved den enkelte graveskade er højest for fibernet, selvom omkostningen til den enkelte graveskade er lavest. Det skyldes, at der er flest graveskader på fibernet. Tilsvarende er antallet af graveskader på spildevandsnettet lavt, så selvom de samfundsøkonomiske omkostninger ved den enkelte graveskade er høj, så giver det ikke så meget alt i alt.

Konklusioner vedr. de enkelte forsyningsarter

Tele og data (fibernet)

De samfundsøkonomiske omkostninger til graveskader på fibernet (tele og dataforsyning) består primært af de direkte omkostninger hos ledningsejer og skadevolder. Derudover er der en samfundsøkonomisk omkostning hos de forbrugere, der bliver afbrudt. Denne omkostning er relativt beskedent, da de fleste husstande har mulighed for at anvende mobilnettet under et afbrud af deres fiberforbindelse. De virksomheder, som potentielt vil opleve meget store tab som følge af afbrud af deres fiberforbindelse, har typisk investeret i redundant forsyning. Endelig er meromkostningen for virksomheder, der betaler for et fiberabonnement med kortere udbedringstider, relativt beskedent.

Opgørelsen af omkostningerne for fiber er relativt usikker, da der ikke findes officielle afbrudsstatistikker og nøgletal for kundernes samfundsøkonomiske tab i forbindelse med afbrud af fiberforbindelsen.

El (elnet)

De samfundsøkonomiske omkostninger pr. graveskade på elnettet er noget højere end for fibernet. Det skyldes for det første, at det er dyrere at udbedre graveskaderne. Derudover er det mere indgribende for husholdninger og virksomheder at opleve strømafbrydelser, så de samfundsøkonomiske omkostninger hos forbrugerne er relativt høje ift. afbrydelsen af de andre forsyningsarter.

Opgørelsen af omkostningerne for elforsyning er relativt sikker. Der findes både officielle afbrudsstatistikker og et officielt nøgletal for omkostningerne hos forbrugerne. Opgørelsen af udbedringsomkostningerne er mere usikker. Prisforskellen ift. fiber forekommer dog rimelig, da fibernet er mere tilgængeligt, når skaden skal udbedres.

Vand (drikkevandsledninger)

De samfundsøkonomiske omkostninger til graveskader på drikkevandsnettet er noget højere end på elnettet, både de direkte udbedringsomkostninger og de indirekte omkostninger for forbrugerne.

Opgørelsen af omkostningerne for vandforsyning er relativt sikker, da der ligesom for elforsyning findes officielle afbrudsstatistikker og officielle nøgletal for omkostningerne hos forbrugerne. Opgørelsen af udbedringsomkostningerne er mere usikker. Prisforskellen ift. elforsyning forekommer dog rimelig, da graveomkostningerne er den væsentligste komponent i udbedringsomkostningerne, og vandledningerne typisk ligger relativt dybt i jorden.

Termisk (fjernvarmeledninger)

De samfundsøkonomiske omkostninger til graveskader på fjernvarmenettet er relativt lave sammenlignet med de øvrige forsyningsarter. Det gælder både udbedringsomkostningerne samt især de indirekte omkostninger hos forbrugerne. Selvom man kunne forvente lavere samfundsøkonomiske omkostninger, fordi fjernvarme ikke er nær så essentiel forsyning som el- og vandforsyning, hverken for husholdninger eller virksomheder, er de muligvis noget undervurderede sammenlignet med de øvrige forsyningsarter.

Opgørelsen af omkostningerne for graveskader på fjernvarmeforsyning er relativt usikker. Der findes hverken officielle afbrudsdata eller officielle nøgletal for omkostningerne hos forbrugerne. Opgørelsen af udbedringsomkostningerne er også relativt usikker.

Afløb (spildevandsledninger)

De samfundsøkonomiske omkostninger til graveskader på spildevandsnettet er relativt høje, sammenlignet med de øvrige forsyningsarter, og består udelukkende af udbedringsomkostninger hos ledningsejer og skadevolder. At der ikke er nogle indirekte omkostninger hos forbrugerne skyldes, at graveskader kun meget sjældent vil kunne mærkes af forbrugerne. De høje omkostninger til udbedring skyldes, at spildevandsledninger ligger dybt og er store, så det er meget dyrt at grave ud til udbedring af skaderne.

Opgørelsen af omkostningerne for spildevandsforsyning er relativt usikker. Der findes hverken officielle afbrudsdata eller officielle nøgletal for omkostningerne hos forbrugerne. Opgørelsen af udbedringsomkostningerne er også relativt usikker, da der kun forekommer få graveskader, og der er stor forskel på konsekvenserne af den enkelte skade. Den gennemsnitlige omkostning kan derfor ikke fastsættes særligt præcist.

Gas (gasledninger)

De samfundsøkonomiske omkostninger til graveskader på gasnettet er næsten ligeligt fordelt mellem de direkte omkostninger til udbedringen af skaden afholdt af ledningsejer eller skadevolder og de indirekte omkostninger hos især husholdningerne, når gasforsyningen afbrydes ved en graveskade.

Opgørelsen af omkostningerne for gasforsyning er relativt usikker, hvad angår omkostningerne for forbrugerne, da der ikke findes officielle nøgletal for omkostningerne hos forbrugerne, og der samtidig ikke har været adgang til detaljerede afbrudsdata. Estimatet for de gennemsnitlige direkte omkostninger til udbedring af skaderne er anslået af Evida, der er det eneste gasdistributionsselskab i Danmark. Det er uklart, hvor præcist Evida har været i stand til at skønne deres udbedringsomkostninger. Der er herudover tillagt en værdi af den gas, som slipper ud i forbindelse med en graveskade.

Triangulering af estimerede omkostninger pr. graveskade

De estimerede direkte omkostninger til udbedring af skaderne hos ledningsejer og skadevolder fra Tabel 1.1 er i tabellen herunder sammenstillet med de gennemsnitlige udbedringsomkostninger indberettet til LER samt resultaterne fra en lignende analyse fra 2020 bestilt af den norske regering. Der er i omregningen af omkostningerne fra den norske undersøgelse taget højde for såvel kronkursen som prisudviklingen fra 2020/2021 til 2024. Der er for 'Gas' ikke indberettet omkostninger til LER og "Gas" indgår ikke i den norske undersøgelse.

Tabel 1.2 Sammenligning af estimerede direkte omkostninger pr. graveskade, 2024-priser

Forsyningsart	Direkte omkostninger til udbedring hos ledningsejer og skadevolder	Udbedringsomk. indberettet til LER	Norsk undersøgelse fra 2020/2021 – Direkte omk., Større graveskader
Enhed	Kr. per graveskade	Kr. per graveskade	Kr. per graveskade
Tele og data (fibernet)	46.000	6.974	17.000
El (elnet)	56.000	12.338	30.000
Vand (drikkevandsledninger)	60.000	54.317	20.000
Termisk (fjernvarmeledninger)	50.000	7.938	40.000
Afløb (spildevandsledninger)	450.000	61.934	20.000
Gas (gasledninger)	31.000	-	-

Note: Vand og spildevand er i den norske undersøgelse slået sammen til én samlet kategori.

Kilde: NIRAS, LER samt Vista Analyse¹.

Som det ses af tabellen, er de estimerede direkte omkostninger pr. graveskade for de fleste forsyningsarter højere end de indberettede gennemsnit til LER men tættere på niveauet for de større skader i den norske analyse.

Mulige forklaringer på forskellen mellem de estimerede omkostninger og gennemsnittene fra indberetningerne til LER kan være, at de data, som ledningsejerne har baseret indberetningerne på, er ufuldstændige, eller at det især er de mindre komplicerede og omkostningsfyldte graveskader, der frivilligt er indberettet til LER. Det er dog ikke muligt på det foreliggende grundlag at afgøre, om der er andre mulige forklaringer på forskellen, som umiddelbart virker for stor og systematisk til at være tilfældig.

De direkte omkostninger til større graveskader estimeret i den norske undersøgelse er alle lavere end omkostningerne estimeret i denne analyse. Det skal her bemærkes at 'Vand' og 'Afløb' i den norske analyse er slået sammen til én kategori, hvilket kan gøre det vanskeligt at sammenligne resultaterne én til én, men på trods af det er de væsentligt lavere. Det er i øvrigt valgt ikke at sammenligne de estimerede omkostninger med de gennemsnitlige omkostninger fra den norske undersøgelse, da man i den har flere kategorier af skader, og de små og mindre graveskader derved får relativt større vægt i den samlede gennemsnitlige omkostning pr. graveskade for hver forsyningsart. Altså får graveskader på stikledninger og andre mindre graveskader stor betydning for gennemsnittet i den norske undersøgelse, hvilket er en type graveskader, der ikke er inkluderet i denne analyse.

Som for de direkte omkostninger kan de gennemsnitlige samfundsøkonomiske omkostninger pr. graveskade i henholdsvis denne analyse og den norske undersøgelse sammenlignes, hvilket fremgår af nedenstående tabel. Der er i omregningen af omkostningerne fra den norske undersøgelse taget højde for såvel kronkursen som prisudviklingen fra 2020/2021 til 2024. 'Gas' indgår ikke i den norske undersøgelse.

¹ [Vista Analyse, Samfunnsøkonomisk analyse av konsekvensene av graveskader på infrastrukturlegg i grunnen, 2020-2021](#)

Tabel 1.3 Sammenligning af estimerede samfundsøkonomiske omkostninger pr. graveskade, 2024-priser

Forsyningsart	Samfundsøkonomiske omkostninger i alt	Estimeret forhold mellem direkte omkostninger og omkostninger i alt	Norsk undersøgelse fra 2020/2021 – Omk. i alt, Større graveskader	Norsk undersøgelse fra 2020/2021 – Forhold mellem direkte omkostninger og omkostninger i alt
Enhed	Kr. per graveskade	Forholdstal	Kr. per graveskade	Forholdstal
Tele og data (fibernet)	47.000	1,02	65.000	3,80
El (elnet)	95.000	1,70	48.000	1,60
Vand (drikkevandsledninger)	163.000	2,72	200.000	10,00
Termisk (fjernvarmeledninger)	52.000	1,04	64.000	1,60
Afløb (spildevandsledninger)	450.000	1,00	200.000	10,00
Gas (gasledninger)	55.000	1,77	-	-

Note: Vand og spildevand er i den norske undersøgelse slået sammen til én samlet kategori.

Kilde: NIRAS samt Vista Analyse².

Som det fremgår af tabellen er de i denne analyse estimerede samfundsøkonomiske omkostninger pr. graveskade på niveau med resultaterne fra den norske undersøgelse. Der er naturligvis forskelle imellem enhedsomkostningerne for de enkelte forsyningsarter og dermed ledningstyper, hvilket umiddelbart skyldes, at man i den norske undersøgelse generelt set opererer med højere antagne forhold mellem de direkte og de samlede omkostninger. Hvor forholdet mellem de direkte og de samlede omkostninger i den norske undersøgelse er antaget før beregningen af de samlede omkostninger, er det i denne analyse beregnet efter estimering af de samlede omkostninger. Tilbage står dog, som tidligere nævnt, at omkostningerne pr. graveskade estimeret i denne analyse er på niveau med - og ikke væsentligt forskellige fra - resultaterne præsenteret i den norske undersøgelse.

Perspektivering og anbefalinger

Der er en ikke ubetydelig usikkerhed knyttet til de enkelte estimater i analysen, da det ikke har været muligt inden for rammerne af projektet at lave en omfattende dataindsamling. Estimaterne er derfor baseret på offentlig tilgængelige informationer og statistikker samt interviews med centrale aktører inden for forsyningsbranchen.

Det anbefales derfor, at man ved en evt. opdatering af estimaterne gennemfører egentlige værdisætningsstudier (f.eks. valghandlingsstudier) af husholdningernes betalingsvilje for at undgå afbrud for de forsyningsarter, hvor disse ikke findes i dag. Det vil sige for forsyningsarterne fjernvarme, gas, tele og data samt spildevand.

Herudover anbefales det ved en eventuel opdatering af estimaterne, at der bredt blandt danske virksomheder gennemføres en spørgeskemaundersøgelse, hvor der spørges ind til i hvilken grad virksomhederne oplever produktionsstop ved en afbrydelse af de forskellige forsyningsarter samt deres mulighed for at indhente det tabte

² [Vista Analyse, Samfunnsøkonomisk analyse av konsekvensene av graveskader på infrastrukturlegg i grunnen, 2020-2021](#)

igen. Informationerne kan ved hjælp af produktionsfunktionsmetoden bruges til at lave mere præcise estimater for virksomhedernes eventuelle produktionstab.

Ud over ovenstående anbefalinger til en eventuel opdatering af estimaterne, giver analysen anledning til anbefalinger til LERs løbende dataindsamling.

Således anbefales det at forpligtede ledningsejerne til også at indberette, hvis de ingen graveskader har haft, hvorved et ukendt mørketal for graveskader i LERs graveskaderapporter kan nedbringes og et mere fuldstændigt datagrundlag sikres. Med et mere fuldstændigt datagrundlag for antallet af graveskader kan indsatser til at nedbringe antallet af graveskader målrettes de områder og aktører, hvor de har størst effekt.

Samtidig kan det, såfremt LER ønsker at øge anvendeligheden af de indsamlede udbedringsomkostninger hos ledningsejerne, overvejes at tilføje spørgsmål, som gør det muligt at inkludere skadevolders omkostninger og beregne de indirekte omkostninger. Dette kan f.eks. være ved at spørge ledningsejerne om, hvor ofte og hvor meget skadevolder selv bidrager til ubedringen efter en graveskade. Derudover kunne dataindsamlingen inkludere oplysninger om antallet af afbrudte kunder ved hver graveskade og varigheden af de enkelte afbrud.

Alternativt til selv at samle data ind kan LER søge at opbygge samarbejder med andre aktører om indsamling af de relevante data. I den forbindelse skal det bemærkes, at mange forsyningsselskaber allerede indberetter afbrud til flere forskellige myndigheder, herunder Forsyningstilsynet, Miljøministeriet og Center for Cybersikkerhed. Der findes således allerede afbrudsstatistikker for el-, vand- og spildevandsforsyning. Data indsamles dog ikke på en måde, så graveskader umiddelbart kan skelnes fra andre årsager til afbrud, undtagen for el. Interviews med centrale aktører indikerer, at gas-, fjernvarme- og fiberselskaberne formentlig også har informationer, som gør det muligt at lave en officiel afbrudsstatistik, evt. på myndighedernes opfordring eller i samarbejde med de relevante brancheorganisationer.

2. Indledning

Klimadatastyrelsen (KDS) indsamler årligt oplysninger om antallet af graveskader og deres årsager. KDS har desuden gennemført en omfattende spørgeskemaundersøgelse af årsager til graveskader og ønsker nu en vurdering af, hvad graveskaderne koster samfundet. Vurderingen skal ikke alene omfatte omkostningerne for ledningsejerne og dem, der skader ledningerne, men også de husholdninger, virksomheder og andre aktører, der påvirkes af graveskaderne eller arbejdet med at udbedre disse.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved graveskader er relevante at opgøre, fordi de sætter et pejlemærke for værdien af at reducere skaderne, f.eks. via bedre ledningsdata eller bedre udnyttelse af de eksisterende ledningsdata via endnu mere effektive digitale løsninger.

Omkostningerne for samfundet ved graveskader afhænger bl.a. af, hvilken forsyningsart, der er tale om, hvor stor skaden er, hvor i nettet skaden er sket og hvordan nettet er designet. Bliver kunderne overhovedet påvirket af en graveskade på den pågældende forsyningsart? Er graveskaden sket på en ledning, der forsyner et større område eller på en ledning, der blot forsyner en enkelt kunde? Og er det muligt at omkoble forsyningen på det pågældende sted, sådan at forsyningen hurtigt kan genoprettes inden graveskaden er udbedret?

Som ovenstående spørgsmål illustrerer, er der således stor forskel på omkostningerne ved en konkret graveskade, alt afhængigt af de nævnte forhold. Ved opgørelsen af de samfundsøkonomiske omkostninger, er der taget udgangspunkt i "den gennemsnitlige graveskade" for den pågældende forsyningsart, hvilket betyder, at der vil være graveskader som er både mere og mindre omkostningsfyldte end de opgjorte gennemsnit.

3. Metode

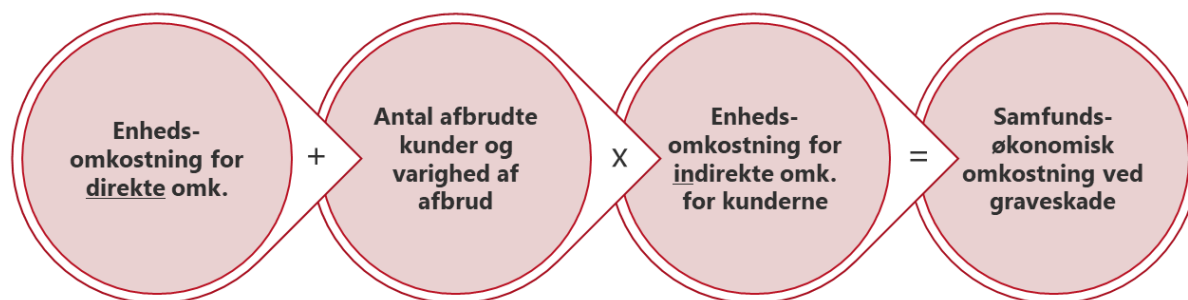
Opgørelsen af de samfundsøkonomiske omkostninger er så vidt muligt baseret på de data og metoder, som også anvendes af de myndigheder, som regulerer forsyningsselskaberne. Disse data og metoder er suppleret med data fra desk-studier og interviews.

Når myndighederne regulerer forsyningsselskaberne, er det også med fokus på forsyningssikkerhed og dermed bl.a. omfanget af graveskader. Inden for både elforsyning og vandforsyning måles forsyningssikkerheden således som en del af den økonomiske regulering, og for elnetvirksomhederne er der en økonomisk straf ved for lav forsyningssikkerhed. En tilsvarende mekanisme er under overvejelse for vandselskaberne. Formålet med reguleringen er at sikre, at forsyningsselskaberne optimerer deres investeringer og drift via økonomiske incitamenter.

Det økonomiske incitament til bedre forsyningssikkerhed bør ideelt set baseres på forbrugernes velfærdstab ved en (lille) reduktion i forsyningssikkerheden, dvs. deres marginale betalingsvilje for bedre forsyningssikkerhed. I forhold til graveskader er den marginale ændring "én graveskade mere/mindre end i dag". Enheden for opgørelsen er derfor "omkostninger pr. graveskade". Omkostninger, som ikke ændrer sig ved en graveskade, f.eks. omkostninger til forebyggelse af graveskader, indgår ikke i den marginale omkostning eller betalingsvilje for én graveskade mere eller mindre.

For at kunne estimere de gennemsnitlige samfundsøkonomiske omkostninger ved graveskader skal en række forhold afklares for hver forsyningsart. Disse forhold er illustreret i Figur 3.1:

Figur 3.1: Tilgang til at estimere den gennemsnitlige samfundsøkonomiske omkostning ved en graveskade



Kilde: NIRAS

Forholdene, der skal afklares, er følgende:

- Enhedsomkostninger for direkte omkostninger ved en graveskade: De direkte omkostninger ved en graveskade udgøres af ledningsejer og skadevolders omkostninger til at reparere den beskadigede ledning.
- Antal afbrud og varighed af afbrud ved en graveskade: Ved en graveskade kan forsyningen blive afbrudt, men i andre tilfælde afbrydes forsyningen slet ikke eller blot i mindre omfang.
- Enhedsomkostninger for indirekte omkostninger ved graveskade: Udgøres af kundernes (husholdninger, virksomheder og offentlige institutioner) omkostninger (velfærdstab) pga. afbrud af forsyningen. Herudover kan der være yderligere afledte omkostninger f.eks. i form af trafikanters forsinkelse under reparationen af graveskaden, evt. miljøomkostninger pga. forurening, omkostninger i forbindelse med personskade samt politi og brandvæsens omkostninger til evakueringer, trafikreguleringer osv.

3.1 Definitioner og afgrænsninger i analysen

Graveskader kan opstå både som følge af, at skadevolder graver i ledningen ovenfra eller ved at en styret underboring eller en jordrakket rammer ledningen fra siden eller nedefra. Nogle typer ledninger ligger dybere end andre og skades derfor oftere af underboringer eller jordrakter. Graveskader, hvor ledningen skades ovenfra, nedefra eller fra siden, er alle en del af analysen.

Analysen omfatter graveskader på alle gængse kollektive ledningsførte forsyningsarter, herunder tele- og datakabler (kobber/fiber/coax), vand-, spildevand-, el-, gas- og fjernvarmeledninger. Øvrige ledninger, f.eks. til fjernkøling, olie, styrekabler og procesvand, er ikke omfattet af analysen, da denne type ledninger typisk ikke er en del af de større kollektive forsyningsnet repræsenteret i store dele af Danmark.

De kollektive forsyningsnet er typisk bygget op omkring nogle centrale (transmissions)ledninger, der forsyner de lokale distributionsnet. Forbrugerne er tilsluttet distributionsnettet, typisk ude i offentlige vejareal, via en stikledning frem til måleren (forbrugsstedet). Stikledningen ejes oftest af forbrugeren og er dennes ansvar. Analysen omfatter alene graveskader på ledninger ejet af forsyningsselskaberne og ikke graveskader på privatejede stikledninger, som i øvrigt oftest ikke er angivet i LER.

3.2 Dataindsamling

Med henblik på at afklare de nævnte forhold er der som en del af analysen gennemført en række semi-strukturerede interviews med ledningsejere inden for hver forsyningsart. I hver af interviewene er følgende spørgsmål gennemgået:

- Hvordan opstår graveskader – hvilke omstændigheder fører til en graveskade?
- Hvad gør forsyningen (ledningsejer) typisk ved en graveskade?
- Hvor mange forbrugere – eller kunder – er typisk afbrudt ved en graveskade?
- Hvor længe varer et typisk afbrud af forsyningen til forbrugerne?
- Hvad er omkostningerne typisk til udbedring af skaderne efter en graveskade?

Følgende ledningsejere er interviewet:

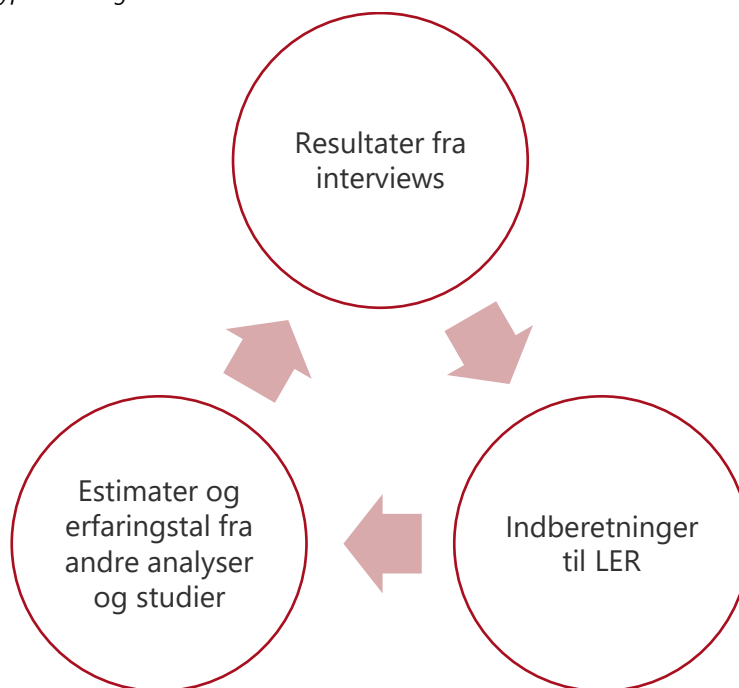
- 1) HOFOR (fjernvarme, vand og spildevand)
- 2) Energinet (gastransmission)
- 3) Evida (gasdistribution)
- 4) Norlysog Fibia (fibernet)
- 5) Cerius-Radius (eldistribution)

Da der i interviewene er spurgt ind til generelle forhold, og hvordan de kan variere inden for hvert forsyningsområde og ledningstype, er det en fordel at tale med de største ledningsejere, som dækker bredt ift. design af forsyningsnettene. Det er antaget, at mindre forsyninger og ledningsejere ikke vil kunne bidrage i væsentligt omfang med nye indsigter, som ikke er nævnt af de største ledningsejere. Det er dog en potentiel kilde til usikkerhed på opgørelsen af udbedringsomkostningerne, at alene de største forsyninger med de meste komplekse net og byforhold er interviewet. Dette kan have ført til overvurdering af omkostningsestimaterne.

Som supplement til og forberedelse af interviewene er der gennemført et omfattende desk-studie med henblik på at afdække, hvilke informationer, kvantitative og kvalitative data samt tidligere analyser, der kan være relevante at inddrage. For elforsyning og vandforsyning findes officiel afbrudsstatistik, dog ikke specificeret på årsagen "graveskade". For elforsyning og vandforsyning findes herudover officielle nøgletal for indirekte omkostninger ved afbrud af forsyningen.

Endelig er obligatoriske og frivillige data fra indberetningerne til LER gennemgået og analyseret, dels med henblik på at afdække antallet af graveskader og dels for at vurdere om de frivilligt indrapporterede udbedringsomkostninger er på niveau med omkostningerne estimeret på baggrund af interviews og desk-studiet. Der er således foretaget en triangulering af data med henblik på bedst muligt at estimere de gennemsnitlige samfundsøkonomiske omkostninger ved graveskader på de forskellige typer ledninger.

Figur 3.2: Triangulering af data i estimeringen af de gennemsnitlige samfundsøkonomiske omkostninger ved graveskader på de forskellige typer ledninger



Kilde: NIRAS

3.3 Direkte omkostninger

Udbedringsomkostningerne ved graveskader består af graveomkostninger til at grave ledningen fri og omkostninger til reparation af skaderne, herunder mandetimer og materialer, hvor gravearbejdet udgør hovedparten af de samlede udbedringsomkostninger.

Uanset hvilken forsyningsledning, der er tale om, skal der graves ud på en måde, så reparationsarbejdet kan foregå sikkert, og der er plads til arbejdet. Omkostningerne til at grave ud til en reparation afhænger af en række konkrete forhold i hver situation, herunder hvor langt og hvor dybt der skal graves.

De direkte omkostninger til udbedring af graveskader er som oftest fordelt mellem ledningsejer og skadevolder, hvis denne kan identificeres. Skadevolder er typisk en graveentreprenør, men kan også være en privat bolig- eller lodsejer eller anden aktør. Ved mange graveskader har ledningsejer ikke det fulde overblik over de totale udbedringsomkostninger, da skadevolder i nogle tilfælde selv er med til at udbedre skaden, typisk ved at grave fri omkring den beskadigede ledning, sådan at ledningsejer har plads til at udføre reparationsarbejdet.

Når skadevolder vælger – eller får lov til – selv at bidrage til at udbedre skaden, skyldes det, at det typisk er billigere, f.eks. fordi skadevolder allerede har nødvendigt udstyr til rådighed på skadesstedet til at grave den beskadigede ledning fri eller reparere f.eks. en spildevandsledning. Alternativt vil forsyningen udføre gravearbejdet og reparationen på skadevolders regning. Det er forskelligt fra forsyningsart til forsyningsart, i hvor høj grad skadevolder deltager i arbejdet med at udbedre graveskader.

Omkostningerne til at udføre gravearbejdet består ikke kun af de arbejds- og maskintimer, der bruges ude på stedet, men også af transporttid samt rådighedsbetaling. For at kunne agere hurtigt på akutte skader, skal der være udstyr og mandskab stående på stand-by, enten hos forsyningen eller en entreprenør, som forsyningen

har kontrakt med. Det er ofte ikke praktisk muligt at passe beredskabsopgaver ind i hverdagen for de teams, som ellers kører ud på planlagt arbejde, og samtidig overholde de korte responstider ved akutte skader.

Data vedrørende udbedningsomkostninger er indsamlet via interviews med forsyningerne. Da ikke alle forsyningerne har overblik over skadevolders omkostninger, er der skønsmæssigt lagt et beløb til herfor, hvor det er relevant.

3.4 Antal afbrudte og varighed af afbrud

Det gennemsnitlige antal afbrudte forbrugere og den gennemsnitlige varighed af afbruddene er baseret på officielle afbrudsstatistikker, hvor de findes. Afbrudsdata er for de øvrige forsyningsarter er indsamlet via de kvalitative interviews.

Det er dog ikke alle graveskader, som fører til et produktionstab for virksomhederne eller et velfærdstab for forbrugerne. For at der kan være en indirekte omkostning ved en graveskade, skal graveskaden i de fleste tilfælde føre til et afbrud af forsyningen. Graveskader, som alene fører til skade på anlægget, men som ikke fører til afbrud af forsyningen til kunderne, har således i hovedreglen kun direkte omkostninger for ledningsejer og/eller skadevolder.

Dertil skal afbruddet føre til en reel gene eller et reelt tab af produktion. Typisk vil de kunder, som har de største omkostninger eller gener ved et afbrud af en forsyningsart – og dermed den største betalingsvilje for at undgå afbrud – have sikret sig back-up forsyning, f.eks. i form af en nødgenerator til elforsyning, egen vandforsyning, redundant fiberforsyning eller adgang til mobilnet som alternativ dataforsyning. Hvis afbruddet af forsyningen sker på et tidspunkt, hvor kunderne ikke har brug for den pågældende forsyning (f.eks. om natten), eller hvis forbrugeren har sikret sig imod konsekvenserne af et afbrud, vil der ikke være en ekstra samfundsøkonomisk omkostning ved den konkrete graveskade. Derimod vil der være en fast omkostning til investeringen i den redundante forsyning, men denne indgår ikke i de marginale omkostninger, da de ikke ændrer sig, hvis der er et afbrud mere eller mindre. I princippet bør man dog medtage omkostninger til drift af de redundante løsninger, når de er i brug pga. et afbrud. Disse omkostninger er dog ikke medtaget, da de er relativt beskedne og må forventes at ligge inden for usikkerheden på de øvrige elementer i estimaterne.

3.5 Indirekte omkostninger

De samfundsøkonomiske omkostninger for virksomheder og husholdninger ved et afbrud af forsyningen består dels af de økonomiske tab og dels af generne ved at opleve et afbrud. Samlet set definerer det virksomhederne og forbrugernes produktions- og velfærdstab ved – eller betalingsvilje for at undgå – et afbrud som følge af en graveskade.

De indirekte samfundsøkonomiske omkostninger ved afbrydelsen af en forsyningsart opgøres metodemæssigt mest korrekt ved at gennemføre et værdisætningsstudie, f.eks. et "discrete choice experiment" (valghandlings-eksperiment), hvor en lang række respondenter via spørgeskemaer værdisætter forskellige "pakker" bestående af forskelligt niveau af forsyningsikkerhed med forskelligt niveau af økonomisk compensation herfor. Denne metode kræver et særligt type spørgeskema og en særlig statistisk analyse af besvarelserne og er primært egnet til at undersøge privatpersoner og ikke virksomheders præferencer og betalingsvilje.

Der kan erfaringsmæssigt hverken opnås en tilfredsstillende svarprocent eller indsamles valide data via spørgeskemaer til virksomheder vedr. denne type omkostninger. Præferencer og betalingsvilje for virksomheder og offentlige institutioner kan derfor alternativt estimeres ved hjælp af "produktionsfunktionsmetoden", som er en anerkendt metode, når det gælder virksomheder. Ved denne metode ser man på værdien af den tabte produktion som følge af afbrydelsen.

En tredje metode til at værdisætte afbrud er at se på de afslørede præferencer. Dette kan dog kun lade sig gøre, hvis der på markedet findes konkurrerende produkter, hvor man kan tilkøbe mere forsyningssikkerhed ved at betale en merpris.

Husholdningernes omkostninger ved afbrud

Da NIRAS i 2022 estimerede værdien af strømafbrydelser (VoLL) for Forsyningstilsynet til brug for deres regulering af netvirksomhederne, blev VoLL for husholdninger estimeret ved brug af metoden "discrete choice experiment". VoLL-analysen for husholdninger blev gennemført af professor Jacob Ladenburg fra DTU. Husholdningernes betalingsvilje for at undgå uvarslede afbrud blev estimeret til 176 kr./kWh (2022-markedspriser).³

Det er desværre ikke muligt inden for rammerne af denne analyse at lave et omfattende "diskret valg eksperiment" for alle forsyningsarter, og en del af analysen af husholdningernes omkostninger for de øvrige forsyningsarter er derfor baseret på nøgletallene fra VoLL-analysen.

Typisk vil en strømafbrydelse føre til simultan afbrydelse af andre forsyningsarter (f.eks. fiber-forbindelsen eller en varme- eller cirkulationspumpe i huset). En strømafbrydelse vil ofte også medføre mere omfattende gener i hverdagen end afbrydelse af f.eks. internet, varme eller vand alene. Omkostningen ved strømafbrydelser anses derfor som et overkantsskøn for afbrydelser af andre forsyningsarter.

Omkostningerne ved afbrydelser af de andre forsyningsarter er derfor estimeret ved at skønne, hvor stor en andel af genen ved en strømafbrydelse, som også opleves ved en afbrydelse af andre forsyningsarter. Da der ikke findes data for dette, er der tale om helt overordnede antagelser. Disse er beskrevet under de enkelte forsyningsarter.

Forsyningssekretariatet, som regulerer vandsektoren, har i 2021 estimeret omkostningerne for husholdningerne ved afbrydelse af vandforsyningen ved hjælp af et "discrete choice experiment" (valghandlingseksperiment). Husholdningernes betalingsvilje for at undgå uvarslede afbrud blev estimeret til 5,5 kr. pr. afbrydelsesminut (2020-markedspriser).⁴

Virksomheder og offentlige institutioners omkostninger ved afbrud

Virksomheder og offentlige institutioners samfundsøkonomiske omkostninger ved afbrud af forsyning er beregnet ved hjælp af "produktionsfunktionsmetoden" for de fleste forsyningsarter med undtagelse af tele og data (fibernet). Med produktionsfunktionsmetoden opgøres produktionstab for virksomheder ved afbrud af den pågældende forsyningsart i f.eks. 1 time. Der skelnes i metoden ikke mellem varslede og uvarslede afbrud.

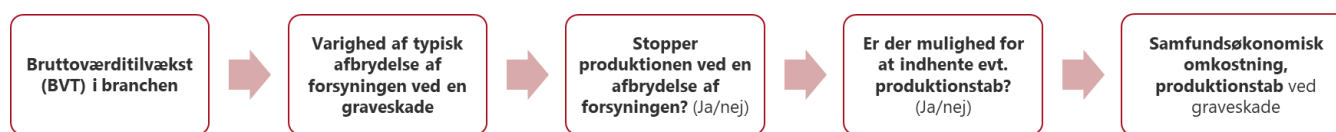
Udgangspunktet for at benytte produktionsfunktionsmetoden er Danmarks Statistiks opgørelser af 'Bruttoværditilvækst' (BVT) for alle brancher. Bruttoværditilvæksten er af Danmarks Statistik defineret som (værdien af) produktionen minus forbrug i produktionen, altså afspejler den netop den merværdi som produktionen i den pågældende branche tegner sig for i et givet år.⁵ Bruttoværditilvæksten er dermed en god proxy for den merværdi, som tabes under et produktionsstop i en virksomhed som følge af et afbrud af forsyningen af en vital produktionsfaktor. Produktionsstoppet fører dog kun til et samfundsøkonomisk tab, hvis produktionen ikke indhentes igen, enten ved at den tabte produktion leveres på et senere tidspunkt af den samme virksomhed eller leveres af en anden virksomhed, som ikke er afbrudt. Tilgangen til beregningen af produktionstab er illustreret i Figur 3.3.

³ Rapporten er ikke offentliggjort.

⁴ <https://kfst.dk/media/pfiailpe/20210607-forsyningssikkerhed-og-regulering-af-vandsektoren.pdf> og Rapport

⁵ [Branchefordelt nationalregnskab, Danmarks Statistik](#).

Figur 3.3: Produktionsfunktionsmetoden



Kilde: NIRAS

For at lave beregningen er der, som skitseret i figuren, behov for at gøre sig antagelser om, hvorvidt produktionen i en branche vil stoppe som følge af en afbrydelse af den pågældende forsyningsart. Dernæst skal man gøre sig antagelser om, hvorvidt der er kapacitet i branchen til at indhente produktionstab. Disse antagelser blev ved beregningen af VoLL baseret på ingeniørmæssige vurderinger af en række data fra Danmarks Statistik og andre kilder/undersøgelser, hvilket ikke er nærmere beskrevet i denne rapport. Ved beregningen af omkostningerne ved produktionsfunktionsmetoden for de øvrige forsyningsarter er det beskrevet i de enkelte afsnit, hvilke data og vurderinger, der ligger til grund for beregningerne.

Afledte omkostninger for samfundet

Ud over de indirekte omkostninger for forbrugerne i form af husholdninger, virksomheder og offentlige institutioner, når forsyningen afbrydes ved en graveskade, kan der også være yderligere afledte omkostninger for andre aktører, altså samfundet bredt set.

Som eksempel på disse omkostninger kan nævnes forsinkelse af trafikanter, der enten ikke kan passere stedet, hvor graveskaden er sket, og derfor må køre en længere og mere tidskrævende omvej eller forsinkes af graveskaden. I begge tilfælde oplever trafikanten et tidstab. Som udgangspunkt må det dog forventes, at trafikanters tidstab er begrænsede ved udbedringen af en graveskade, da de fleste graveskader forekommer steder, hvor der allerede graves. På den baggrund antages de samfundsøkonomiske omkostninger i form af trafikforsinkelser at være negligerbare og medtages derfor ikke i opgørelsen.

Herudover kan der være miljø- eller klimaomkostninger ved en graveskade, f.eks. ved overgravning af en gasledning, hvor gas, der bidrager til global opvarmning, frigives til atmosfæren. Denne konsekvens er medtaget i analysen. Det kunne også være spildevand, der på grund af en graveskade strømmer ud i vandmiljøet med iltsvind og fiskedød til følge. Det er dog yderst sjældent, at graveskader fører til udledning af en større spildevandsmængde, som når en særligt sårbar recipient, hvor det har nogen reel effekt. Afledte effekter på miljø medtages derfor ikke i opgørelsen.

Endelig vil der ved graveskader, som fører til personskaade, være afledte omkostninger for samfundet, da de skadede personer skal behandles og evt. er uarbejdsdygtige i en kortere eller længere periode. Politi og beredskab kan også have omkostninger til at sikre skadestedet. Der er dog tale om yderst sjældne hændelser, som derfor ikke vægter signifikant ind i en opgørelse af de gennemsnitlige omkostninger ved graveskader. Derudover er politi og beredskabsomkostninger ikke afhængige af, om de skal rykke ud i forbindelse med en enkelt graveskade. Disse afledte omkostninger er derfor heller ikke medtaget i opgørelsen.

Opsamling

Tabel 3.1 giver et overblik over, hvilke metoder, der er anvendt til at afdække de indirekte omkostninger for husholdninger, virksomheder og offentlige institutioner ved et afbrud af de forskellige forsyningsarter. Det er ikke i alle tilfælde, at metoden er anvendt til en konkret beregning, nogle steder er metoden alene anvendt som baggrund for begrundelsen for vurderingen af omkostningerne.

Tabel 3.1 Metode og kilder til afdækning af indirekte omkostninger for husholdninger, virksomheder og offentlige institutioner

Forsyningsart	Husholdninger	Virksomheder og offentlige institutioner
Tele og data (fibernet)	VoLL – uvarslet (valghandlingseksperiment)	VoLL (produktionsfunktionsmetoden)
El (elnet)	Andel af VoLL for strømafbrydelser	Produktionsfunktionsmetoden
Vand (drikkevandsledninger)	Andel af VoLL for strømafbrydelser	Produktionsfunktionsmetoden
Termisk (fjernvarmeledninger)	Andel af VoLL for strømafbrydelser	Afslørede præferencer
Afløb (spildevandsledninger)	Betalingsvillighed for ikke-planlagte afbrydelser (valghandlingseksperiment)	Produktionsfunktionsmetoden
Gas (gasledninger)	Graveskader fører generelt ikke til afløbsstop/gener for forbrugerne	Graveskader fører generelt ikke til afløbsstop/gener for forbrugerne

Kilde: NIRAS

4. Indberetninger til LER

4.1 Antallet af graveskader

Siden 1. januar 2020 har det været lovpligtigt at indberette graveskader til LER. Analyser af data viser dog, at datakvaliteten ikke er særligt høj, og LER sekretariatet arbejder derfor på at øge kvaliteten. Antallet af graveskader kan derfor reelt være højere end indberetningerne viser.

Tabel 4.1 Antal graveskader indberettet til LER, 2023

Forsyningsart	Medførte forsyningsnedbrud	Medførte ikke forsyningsnedbrud	Konsekvens af graveskade ikke anført	I alt
Tele og data (fibernet)	644	14	18.950	19.608
El (elnet)	359	114	1.023	1.496
Vand (drikkevandsledninger)	238	57	296	591
Antenne (coax kabler)	286	28	145	459
Termisk (fjernvarmeledninger)	33	190	105	328
Afløb (spildevandsledninger)	4	8	16	28
Gas (gasledninger)	-	-	19	19
I alt	1.564	411	20.554	22.529

Note: Data vedr. gas i LER er ikke opdateret for 2023.

Kilde: NIRAS på baggrund af LER.

Som det fremgår af tabellen, udgjorde hovedparten af de indberettede graveskader 'Tele og data': Hele 87 % af graveskaderne var for denne forsyningsart. Herpå fulgte 'El' med 7 %, 'Vand' med 3 % og 'Antenne' med 2 %, og resten (knap 2 %) blev udgjort af 'Termisk' (typisk fjernvarme) samt 'Afløb' og 'Gas'.

Det er i statistikken muligt at indberette, om graveskaden medførte forsyningsnedbrud. For godt 91 % af graveskaderne er der dog ikke anført en konsekvens – herunder forsyningsnedbrud.

4.2 Udbedringsomkostninger

For en del af de indberettede graveskader til LER er der endvidere angivet en udbedringsomkostning og for mange af disse også en administrationsomkostning. Det er frivilligt at indberette disse omkostninger og data er relativt usikre, bl.a. fordi der gerne må indberettes et estimat.

For at vurdere datakvaliteten er der lavet en række analyser af de indberettede data. Tabel 4.2 viser svarprocenten for hhv. udbedringsomkostninger og administrationsomkostninger. Bemærk, at observationer, hvor der er indberettet 0 kr. eller 1 kr. i udbedringsomkostninger, ikke indgår i statistikken, da disse vurderes reelt at være "blanke". Svarprocenten er højest for vand og termisk (fjernvarme). Der er ingen, der har svaret på omkostninger relateret til graveskader på gasledninger.

Tabel 4.2 Svarprocent, udbedrings- og administrationsomkostninger, 2023

Forsyningsart	Antal indberetninger af graveskader	Svarprocent, udbedringsomkostning	Svarprocent, administrationsomkostning
Tele og data (fibernet)	19.608	3 %	3 %
El (elnet)	1.496	16 %	12 %
Vand (drikkevandsledninger)	591	35 %	23 %
Antenne (coax kabler)	459	1 %	0 %
Termisk (fjernvarmeledninger)	328	25 %	9 %
Afløb (spildevandsledninger)	28	14 %	11 %
Gas (gasledninger)	19	0 %	0 %

Note: Observationer, hvor der er indberettet 0 kr. eller 1 kr. i udbedringsomkostninger, indgår ikke i statistikken. Disse vurderes reelt at være "blanke".

Kilde: NIRAS på baggrund af LER.

Tabel 4.3 viser omkostningerne til udbedring og administration fordelt på konsekvensen af graveskaderne. Tabellen viser, at omkostningerne generelt er lidt højere, hvis graveskaden medførte forsyningsnedbrud, hvorimod billedet er lidt mere uklart, hvis konsekvensen ikke er anført. På grund af det lave antal observationer, skelnes i de videre analyser ikke mellem, om graveskaden medførte forsyningsnedbrud eller ej.

Tabel 4.3 Udbedringsomkostninger ved graveskader indberettet til LER, 2023

Forsyningsart	Medførte forsyningsnedbrud		Medførte ikke forsyningsnedbrud		Konsekvens af graveskade ikke anført		I alt	
	Antal, som har angivet udbedringsomkostning	Gennemsnitlig udbedrings og administrationsomkostning, kr.	Antal, som har angivet udbedringsomkostning	Gennemsnitlig udbedrings og administrationsomkostning, kr.	Antal, som har angivet udbedringsomkostning	Gennemsnitlig udbedrings og administrationsomkostning, kr.	Antal, som har angivet udbedringsomkostning	Gennemsnitlig udbedrings og administrationsomkostning, kr.
Tele og data (fibre-net)	626	6.900	10	3.843	30	9.589	666	6.974
El (elnet)	181	12.736	41	8.112	24	16.957	246	12.338
Vand (drikkevandsledninger)	147	63.314	25	30.111	32	37.471	204	54.317
Antenne (coax kabler)	3	3.348	0	0	1	3.600	4	3.361
Termisk (fjernvarmeledninger)	13	10.411	70	7.383	0	0	83	7.938
Afløb (spildevandsledninger)	1	65.000	2	11.500	1	155.071	4	61.934
Gas (gasledninger)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Note: Observationer, hvor der er indberettet 0 kr. eller 1 kr. i udbedringsomkostninger, indgår ikke i statistikken. Disse vurderes reelt at være "blanke".

Kilde: NIRAS på baggrund af LER.

Omkostningerne til graveskader er klart mest velbelyst for tele og data, el, vand og fjernvarme (termisk), hvorimod der er meget få observationer for antenne og afløb og slet ingen for gas. Det vurderes, at antallet af observationer for antenne, afløb og gas er for utilstrækkeligt til, at analysen kan baseres på disse indberetninger.

En del små og mellemstore forsyninger har indberettet til statistikken. De forsyningselskaber, som har bidraget med flest observationer til statistikken, er dog relativt større forsyninger inden for deres forsyningsart. Der udestår dog indberetninger fra nogle af de største forsyningselskaber, hvilket kan påvirke statistikken.

Det forventes, at større forsyninger har flere ressourcer til at kvalitetssikre deres indberetning, og deres indberetninger er derfor sammenlignet med gennemsnittet. Disse analyser viser, at for tele og data, el og termisk (fjernvarme), ligger den største forsynings gennemsnitlige indberetning lidt under, men tæt på, det overordnede gennemsnit vist i Tabel 4.3. For vand ligger den største indberetter dog væsentligt under gennemsnittet.

Tabel 4.4 viser de gennemsnitlige omkostninger samt min og max for disse for de forsyningsarter, hvor der er et tilstrækkeligt antal indberetninger til, at analysen er meningsfuld. Tabellen viser, at der er stor variation i indberetningerne. Det er især tydeligt, at omkostningerne på enkelte sager kan blive meget højere end den gennemsnitlige omkostning. Dette kan dels skyldes, at der er forskel på alvorligheden af graveskaden og de nærmere omstændigheder omkring denne. Derudover kan det skyldes, at der er forskel på om graveomkostningerne er medtaget.

Tabel 4.4 Min og max for udbedringsomkostninger ved graveskader indberettet til LER, 2023

Forsyningsart	Antal indberetninger af udbedringsomkostninger	Gennemsnitlig udbedringsomkostning	Gennemsnitlig administrationsomkostning	I alt	Min i alt	Max i alt
Tele og data (fibernet)	666	6.468	506	6.974	1.000	210.000
El (elnet)	246	11.439	899	12.338	650	150.235
Vand (drikkevandsledninger)	204	48.114	6.203	54.317	483	4.010.965
Termisk (fjernvarmeledninger)	83	7.321	617	7.938	23	52.500

Note: Observationer, hvor der er indberettet 0 kr. eller 1 kr. i udbedringsomkostninger, indgår ikke i statistikken. Disse vurderes reelt at være "blanke".

Opgørelsen omfatter alene ledningsejers omkostninger, herunder omkostninger som viderefaktureres til skadevolder. Som udgangspunkt inkluderes arbejdstimer og materiale afholdt af ledningsejer i udbedringsomkostningerne. Administrationsomkostningerne udgøres af administrative arbejdstimer knyttet til ledningsejers dialog om betaling af omkostningen ved graveskaden mellem skadevolder og ledningsejer samt evt. advokatsalær.

Gravearbejdet udgør typisk den største andel af udbedringsomkostningerne. Den store forskel på ledningsejernes omkostninger skyldes formentlig primært, at det er forskelligt for hver forsyningsart, hvor stor en andel af skadevolderne, som vælger at lade ledningsejer forestå gravearbejdet for skadevolders regning.

Når skadevolder selv vælger at forestå gravearbejdet, kommer det ikke med i opgørelsen, da ledningsejerne ikke ser denne omkostning. Skadevolders omkostninger skal, som beskrevet i afsnit 3.3, imidlertid inkluderes i en opgørelse af de samfundsøkonomiske omkostninger.

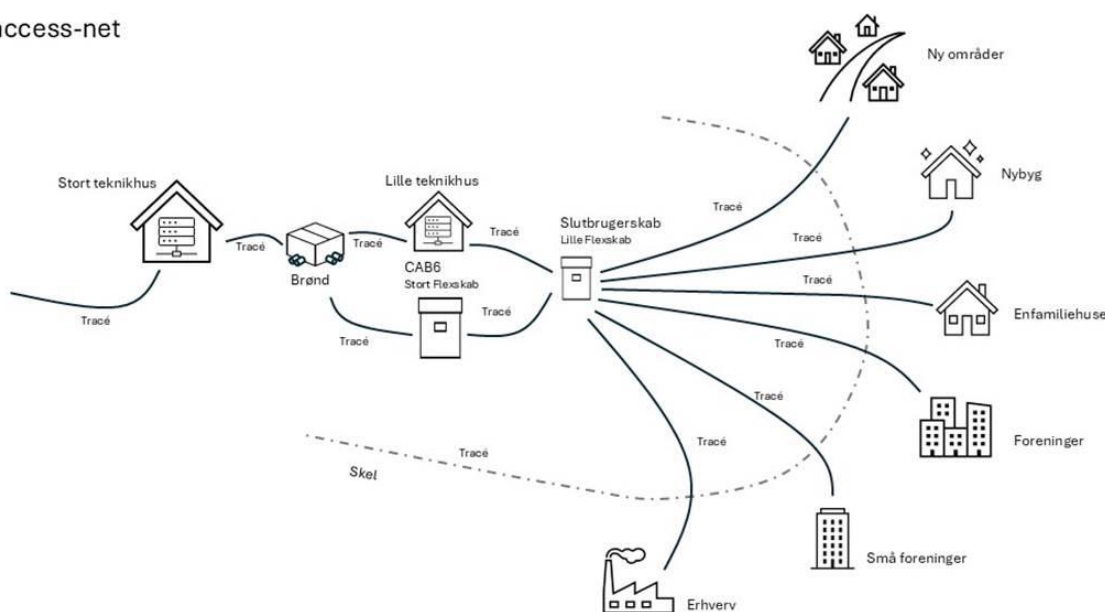
5. Tele og data - fibernet

Baggrund

Graveskader på fibernet skyldes ofte underboringer til andre ledninger eller entreprenørarbejde i haver, etablering af fjernvarme, spildevandsseparering m.v. Fiberalliancen, der er en del af Green Power Denmark, henviser i en analyse af graveskader fra marts måned 2024 til stor "graveaktivitet overalt i landet" pga. udbygning af fjernvarme, afkobling af naturgasledninger, forstærkning af elnettet mv. som årsag til graveskader på fibernet.⁶ Det påpeges endvidere i analysen, at fibernet, kabel-tv (COAX) og net/kobbernet "ofte er den første forsyningsart, som graveaktøren støder på, når der graves i fortov og vejrabat.", bl.a. da branchestandarden for liggedybde er 45 cm i fortov og vejrabat.

Fibernet består af optiske kabler, som med lysets hastighed kan transportere data over store afstande. Af historiske årsager er fibernet bygget meget forskelligt op hos de forskellige udbydere. Nogle steder ligger endvidere parallelle fibernet, da fiberbranchen først sent er blevet en reguleret infrastruktur. Generelt er fibernet meget robust opbygget, da data og teleforsyning er kritisk infrastruktur. Selv meget store uheld har derfor sjældent store konsekvenser, som senest i forbindelse med graveskaderne på Global Connects forbindelse mellem Sverige og Finland, som ramte cirka 6.000 husstande i Finland og 100 erhvervskunder.⁷ Nedenstående figur viser opbygningen af Fibias net.

Backbone/access-net



Kilde: Fibia

Tracéerne består typisk af ubrudte rør, der løber fra komponent til komponent og slutteligt helt frem til slutbrugeren. I disse rør er der spulet eller blæst fiberkabler, som også ligger ubrudte imellem komponenterne. Graveskader opstår på tracéerne imellem komponenterne.

Fiberkablerne fremføres i rørene ved at der anvendes maskiner, som opbygger en fremadgående strøm og det nødvendige tryk i form af luft eller vand. Derfor kan selv en mindre skade på røret medføre, at der skal udføres

⁶ [Analyse af graveskader på den danske ledningsinfrastruktur, Fiberalliancen, 2024](#)

⁷ [Kæmpe forvirring om kabelbrud – Ekstra Bladet](#)

en udbedring af anlægget, før det kan anvendes, da det ikke er muligt at opnå det nødvendige tryk, og at vandet blot forsvinder ud i den omliggende jord og ikke driver kablet frem.

Er der sket en skade på fiberkablet, reducerer det kablets evne til at transmittere data, også efter en udbedring af kablet (såfremt der er tale om, at fiberen "kun" er bøjet.). Det er heller ikke altid muligt at foretage en reparation af kablet, og i de tilfælde vil løsningen være at skifte hele kablet. Der kan være tale om udskiftninger af kabler over meget store afstande. Enhver skade og den nødvendige udbedring medfører et værditab, da både levetiden og transmissionsevnen forringes.

Hvilken del af fibernettet, der berøres af graveskaden, har stor betydning for, hvor mange kunder, der mister deres internetforbindelse. Når stikledninger/kundenet skades, afbrydes som regel kun én kunde svarende til én husstand eller én virksomhed. De graveskader, som har størst konsekvenser for kunderne, sker ud for de såkaldte POP-stationer eller teknikhuse, hvor fibernettet fordeles punkt-til-punkt ud til de enkelte kunder via gadeskabe. Her kan der være mange forsyningskabler og kundekabler i samme tracé. Det vil ofte være underboringer, som forårsager denne type skader. Ved graveskader efter gadeskabene rammes typisk 96 eller måske 600 kunder, afhængig af hvor mange fibre, der ligger i de samme rør, imens der ved graveskader før gadeskabene kan være endnu flere kunder, der bliver afbrudt.

Når der er graveskader på dele af backbone-nettet, bliver flere kunder potentielt afbrudt, men der er ofte redundans i den del af nettet, hvorfor konsekvenserne for kunderne ikke altid er så store. Ved de helt store graveskader er det ofte en kombination af nettyper, som rammes, dvs. både accessnet (som forsyner gadeskabene), kundenet og i nogle tilfælde backboneforbindelser.

Genetableringstiden afhænger af, hvor skaden er sket i nettet, og hvilke typer kunder, der er afbrudt. Ved prioriteringen af opgaverne i forbindelse med genetableringen skelnes der hos Fibia mellem afbrydelse af privatkunder, erhvervskunder og antallet af afbrudte kunder. Som oftest genetableres forsyningen til alle kunder nogenlunde samtidig, men når flere kunder afbrydes samtidig genetableres fiberforsyningen til erhvervskunder i nogle tilfælde før husstandene.

Etableringstiden for erhvervskunder vil i nogle tilfælde kunne lade sig gøre på 5-6 timer ved en simpel graveskade i kundenettet, men oftest tager det meget længere tid. Ved afbrydelse af én erhvervskunde eller mere end 9 samtidigt afbrudte privatkunder vil reparation og genetablering af signal blive iværksat i løbet af få timer, ofte ved brug af vagter og natarbejde. Ved en samtidig afbrydelse af færre end 9 privatkunder, vil en udbedring typisk ske i dagtid i løbet af 1-5 hverdage. Når reparationer af kundenet/stikledninger ud til den enkelte kunde kan tage lang tid er det typisk fordi det kræver adgang inde hos til de enkelte forbrugere, dvs. der skal træffes aftaler med dem, og de skal være hjemme. Nogle ledningsejere har dog valgt løsninger, hvor kunden er forbundet til fibernettet i en boks uden for huset.

Selve reparationen efter en graveskade tager typisk 2-6 timer på stikledninger, men når et kabel ud til POP-station skades eller overgraves, bliver mange flere kunder berørt, da det kan tage op imod 10-12 timer at reparere og 10-50 timer (eller mere) på større ledninger. På de "normale" graveskader vil genetableringstiden ligge på 24-48 timer.

Estimerede samfundsøkonomiske omkostninger

Direkte omkostninger for ledningsejer og skadevolder

Det er forskelligt fra ledningsejer til ledningsejer, hvor meget skadevolder får lov til at bidrage med gravearbejde i forbindelse med udbedring af graveskader på fibernettet. Hos Norlys bidrager skadevolder med frigravning i hovedparten af tilfældene. Hos Fibia får de ikke lov til det, fordi almindelige entreprenører ikke har

kompetencerne til at udbedre graveskader på fibernet. De har aftaler med entreprenører, som kan stå for hele reparationen, dvs. at de både graver og blæser nye fibre.

Interviews med Norlys og Fibia indikerer, at omkostningerne til udbedring af graveskaderne beløber sig til 5.000-10.000 kr./graveskade på stikledninger (tæt på eller inde på folks egen matrikel), og til 50.000-500.000 kr./graveskade for større ledninger. Norlys indikerer, at hovedparten af graveskaderne, ca. 80 %, er små graveskader som kun berører én enkelt kunde eller et enkelt kundestik, mens resten primært er skader ved gadeskaderne. Antages det, at de gennemsnitlige omkostninger ved småskaderne er 7.500 kr., og at de er 200.000 kr. ved de større skader, fås en gennemsnitlig omkostning ved graveskader på $7.500 \text{ kr.} \cdot 80 \% + 200.000 \text{ kr.} \cdot 20 \% = 46.000 \text{ kr.}$ pr. graveskade.

Herudover kan der være indirekte omkostninger for ledningsejer i forbindelse med administration af skadesagerne, herunder i forbindelse med administration af sagen og dokumentation af reparationen. Endelig er der langsigtet tab af værdi på fibernet, da reparationen af graveskader reducerer såvel kapacitet som levetid af fiberforbindelsen. Når der ved reparation af fiberkabel monteres muffer for samling af fiberkabel, vil dette betyde, at lyssignet dæmpes med dertilhørende kortere rækkevidde. Rør og fiberkabler har en meget lang levetid, men ved reparation med montering af muffer, forringes levetiden på fibertracé betragteligt. Indirekte omkostninger og langsigtet tab medregnes dog ikke i overslaget, da det forventeligt ligger inden for usikkerheden.

Indirekte omkostninger for husholdninger

I denne analyse antages det, at de indirekte omkostninger for husholdninger er negligerbare. De fleste husholdninger har mulighed for via deres smartphones hotspot-funktion at anvende 4G- eller 5G-netværket midlertidigt under et afbrud af fastnetforbindelsen. At omkostningerne er negligerbare understreges også af, at mange husholdninger efter afbrud ved en graveskade ikke afser tid til at få besøg af teknikeren, der kan genoprette fastnetforbindelsen, før der er gået op til en uge.

Indirekte omkostninger for virksomheder

Adgang til internettet er kritisk for mange virksomheder. Fordi det er kritisk, og der jævnligt sker afbrud af fiberforbindelsen pga. enten en graveskade eller af andre årsager, gør virksomhederne meget for at mitigere risikoen, så konsekvenserne minimeres.

Ikke alle virksomheder har på samme måde som husholdningerne, mulighed for at skifte til de mobile netværk ved en afbrydelse af fastnetforbindelsen, da de mobile netværk ikke altid lever op til deres krav om sikkerhed og hastighed. Virksomheder har dog flere muligheder for at mitigere konsekvenserne ved graveskader.

De større datastyrede og datatunge virksomheder har oftest en redundant forbindelse, hvis de altid skal have dataforbindelse ifm. deres produktion. Redundans betyder i praksis en ekstra fastnetforbindelse som oftest er fra samme udbyder, men bygningen forsynes fra to forskellige POPs og i forskellige gravetracéer, så de to fastnetforbindelser ikke ligger i nærheden af hinanden. Er virksomheden meget afhængig af altid at have en stabil fiberforbindelse, er der også endnu sikrere og dyrere løsninger, hvor den redundante fiber suppleres af specielle routere og offentlige IP-adresser.⁸ Disse virksomheder vil derfor ikke have omkostninger forbundet med den enkelte graveskade, da de i vid udstrækning ved afbrydelse af den ene forbindelse automatisk skifter over på den anden forbindelse. De har dog omkostninger til at have redundant forsyning, men disse skal ikke medregnes ved en opgørelse af omkostningerne ved en graveskade mere eller mindre.

⁸ [Internet som kritisk infrastruktur, blogindlæg på Ingeniøren, 2020](#)

Mindre erhvervsvirksomheder har mulighed for at tilkøbe forskellige niveauer af forsyningssikkerhed. Prisen for tilkøb af øget forsyningssikkerhed er hos både Norlys og Fibia i niveauer 100-200 kr. Ved tilkøbet får de både hurtigere reaktionstid og kortere samlet udbedringstid og evt. også en 5G-forbindelse som redundant backup-forbindelse. Typisk er reaktionstiden ved afbrud 4-5 timer hurtigere end uden tilkøbet. Det er forskelligt, hvor stor en andel af kunderne, der vælger tilkøb af ekstra forsyningssikkerhed. Antager vi, at ca. 30 % af kunderne er villige til at betale ca. 150 kr. mere pr. måned for at tilkøbe 4,5 timers kortere afbrud, fås en betalingsvillighed for øget forsyningssikkerhed hos den gennemsnitlige virksomhed på 120 kr. pr. time ($30\% * 150 \text{ kr. pr. måned} * 12 \text{ måneder} / 4,5 \text{ timer}$).

Ganges den gennemsnitlige betalingsvillighed for reduktion af afbrud med antallet af afbrudstimer, som skyldes en graveskade, fås den samlede samfundsøkonomiske omkostning ved graveskader målt i kr. pr. år.

Antallet af afbrudte kunder varierer meget, alt efter hvor i nettet graveskaden sker. Antages det, at en graveskade i gennemsnit betyder, at ca. 100 kunder bliver afbrudt, og at ca. 6,5 % af disse kunder er virksomheder, går en graveskade potentielt i gennemsnit ud over ca. 7 virksomheder. De 6,5 % virksomheder er fastsat på baggrund af Klimadatastyrelsens seneste Telestatistik for 2. halvår 2023, hvoraf det fremgår, at 168.981 ud af 2.619.232 bredbåndsabonnementer er solgt til og brugt af erhverv og resten er brugt af private⁹.

Det er imidlertid ikke alle de i gennemsnit 7 virksomheder, der potentielt afbrydes af en graveskade, som reelt afbrydes: De mindre virksomheder med få ansatte vil typisk kunne skifte over på 5G-forbindelser eller andet mobilt hotspot eller wifi, og de største og forventeligt mest datatunge virksomheder har redundante forbindelser som de automatisk skifter over på. Ifølge Danmarks Statistik havde 86 % af de danske virksomheder med ansatte i 2022 mindre end 10 ansatte, der var altså tale om mindre virksomheder¹⁰. Tilsvarende havde 3 % af virksomhederne 50 eller flere ansatte og kunne dermed betegnes som større virksomheder. Tilbage er 11 % af virksomhederne med 10-49 ansatte, altså den gruppe af virksomheder, der potentielt var mest sårbar overfor afbrydelser forårsaget af graveskader på deres fastnetforbindelse.

Antages samtidig en gennemsnitlig genetableringstid for virksomheder på 8 timer (en arbejdsdag), fører en graveskade altså til ca. 6 kundeafbrudstimer ($100 \text{ kunder} * 6,5\% \text{ virksomheder/kunde} * 11\% \text{ mellemstore virksomheder/virksomhed} * 8 \text{ kundeafbrudstimer/mellemstor virksomhed}$).

Med en betalingsvillighed på 120 kr. pr. afbrudstimer, bliver den samlede omkostning for virksomhederne ved en graveskade ca. 720 kr. ($120 \text{ kr. pr. time} * 6 \text{ timer} = 720 \text{ kr.}$). Afrundes der til nærmeste hele tusinde bliver det altså 1.000 kr./graveskade i indirekte omkostninger for virksomhederne.

Opsamling

I alt estimeres en samfundsøkonomisk omkostning ved graveskader på fibernettet på 47.000 kr. pr. graveskade jf. Tabel 5.1.

⁹ [Klimadatastyrelsen, Tal på teleområdet, Internet dataark, 2. halvår 2023](#)

¹⁰ [Statistikbanken, Tabel GF14, Generel firmastatistik efter region, enhed og firmastørrelse \(fuldtidsansatte\)](#)

Tabel 5.1 Samfundsøkonomiske omkostninger, kr. pr. graveskade

Omkostningstyper	Omkostninger pr. graveskade
Direkte omkostninger, ledningsejer og skadevolder	46.000 kr.
Indirekte omkostninger, husholdninger	0 kr.
Indirekte omkostninger, virksomheder	1.000 kr.
Afledte omkostninger	0 kr.
I alt	47.000 kr.

Kilde: NIRAS

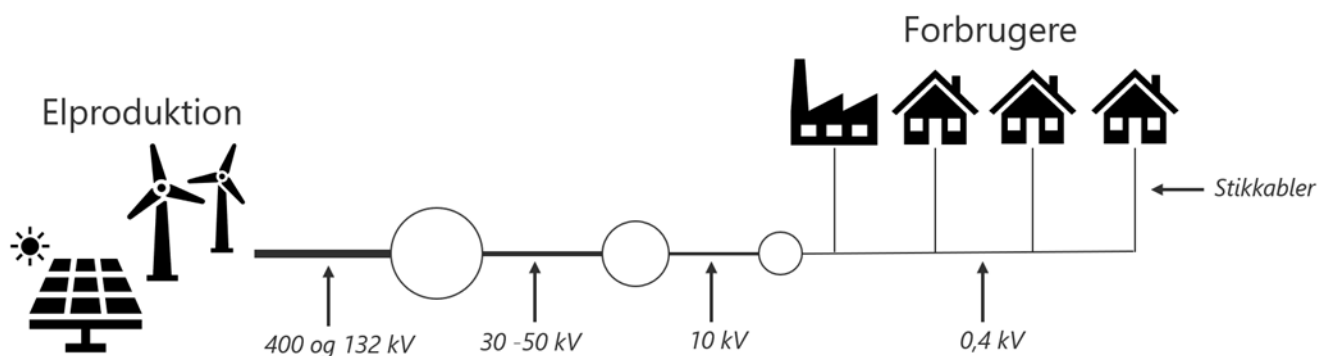
6. El - elnet

Elnettet består af adskilte net, som drives ved forskellige spændingsniveauer.

Transmissionsnettet og til dels distributionsnettene forbinder produktionsenheder (f.eks. vindmøller og kraftvarmeværker), mens de enkelte forbrugere (husholdninger og virksomheder) er forbundet til transmissionsnettet via distributionsnettene. Enkelte meget store forbrugere er dog tilsluttet transmissionsnettet direkte.

- Transmissionsnet (ejet af Energinet) drives ved 132-400 kV
- Distributionsnet (ejet af netvirksomhederne) består af:
 - Hovedfordelingsnet, som drives ved 30 til 60 kV (højspænding)
 - Fordelingsnet, som oftest drives ved 10 til 20 kV (mellemspænding)
 - Distributionsnet, som drives ved 0,4 kV (lavspænding)

Figur 6.1: Skematisk illustration af elnettets opbygning

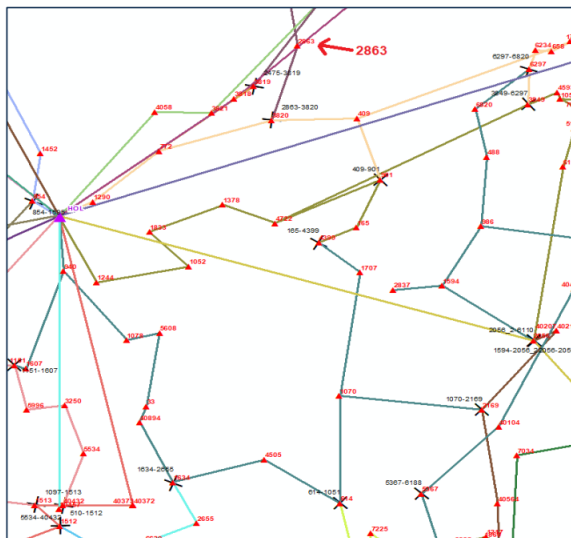


Kilde: NIRAS.

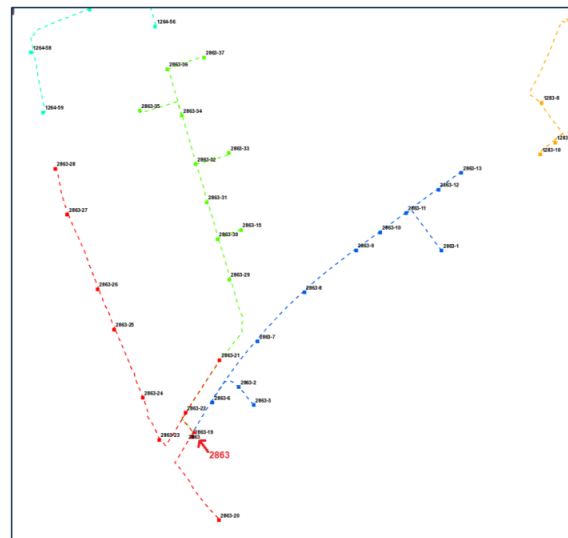
Nettene er geografisk sammenhængende på tværs af distributionsområderne, men adskilt spændingsmæssigt ved transformere og sektioneret ved brydere, således at enkelte forsyningsområder kan adskilles ved for eksempel fejl på nettet. Derudover er elnettet på højere spændingsniveauer opbygget, så forsyningen kan omlægges, som illustreret på Figur 6.2.

Figur 6.2: Eksempler på elnettets faktiske opbygning

10 kV netopbygning



0,4 kV netopbygning



Kilde: [Cerius-Radius, Elnettets opbygning og tilstand](#)

Forsyningsikkerheden for elforsyning og de samfundsøkonomiske konsekvenser heraf er meget velbeskrevet, da forsyningsikkerhed er en central del af Forsyningstilsynets økonomiske regulering af elsektoren.

6.1 Eltransmission

Graveskader sker yderst sjældent på transmissionsnettet. Energinet har kun oplevet to graveskader siden 2000. Det skyldes for det første, at der er få kilometer transmissionsnet og for det andet, at det er forbundet med betydelig fare for personskade, hvis man kommer til at grave i et elkabel på dette spændingsniveau, hvorfor graveentreprenørerne i høj grad respekterer de markeringer af ledningerne, som findes i jorden.

Konsekvenserne ved en graveskade på dette spændingsniveau vil som hovedregel ikke opleves af forbrugerne, da der er redundans i opbygningen af transmissionsnettet. Forsyningen vil derfor automatisk og øjeblikkeligt blive omlagt til forsyning via andre ledninger, så forbrugerne kun oplever et meget kort udfald (blink i lyset).

Graveskader på eltransmissionsnettet er således meget sjældne og oftest uden konsekvenser for forbrugerne, hvorfor de ikke er undersøgt yderligere for at indgå i opgørelsen af de gennemsnitlige graveskader.

6.2 Eldistribution

Baggrund

Graveskader på distributionsnettet varierer meget. I nogle tilfælde bliver kappen på kablet bare skrabet, og i andre tilfælde bliver kablet revet helt over. Det er ikke altid, at graveskader opdages med det samme, og nogle graveskader kan udvikle sig over tid. Det er derfor vanskeligt præcist at opgøre antallet af graveskader i et givent år. Ifølge GPD er der gennemsnitligt 0,5 graveskader pr. 100 km. kabler, uanset spændingsniveauet. Da der er flere km. 0,4 kV kabler end 10-20 kV kabler, er der flere graveskader på 0,4 kV kablet.

Konsekvenserne af en graveskade er potentielt større, når den sker på et højspændingskabel (30-60 kV) eller et mellemspændingskabel (10-20 kV) end på et lavspændingskabel (0,4 kV). Til gengæld sikrer netvirksomhederne, at strømforsyningen genetableres hurtigere på de højere spændingsniveauer.

De fleste netvirksomheder har på strategiske steder i nettet investeret i automatiske koblingsstationer, der øjeblikkeligt kan omkoble forsyningen, hvis der opstår fejl på højspændings- eller mellemspændingsniveau. I nogle områder er lavspændingsnettet designet som maskenet, hvor der også er mulighed for at omlægge forsyningen. Ca. 100.000 kunder i Danmark er forsynet via maskenet.

Ved elforsyning via ø-net og radialt net vil kunderne blive afbrudt ved en graveskade, da det ikke er muligt at omlægge forsyningen. I den situation kan netvirksomheden vælge at genoprette forsyningen, mens skaden udbedres, ved at installere midlertidig nødforsyning ved hjælp af et mobilt elværk i form af en generator eller lignende.

Sker graveskaden helt ude ved en forbruger, afhænger konsekvenserne af, hvordan forbrugerne er forbundet med det nærmest kabelskab. Hvis kunderne er forbundet direkte med kabelskabet (hvilket er hovedreglen), bliver kun den kunde, hvis forsyningsledning er beskadiget, afbrudt. Hvis kunderne derimod er forbundet via kabelsystemer med såkaldte T-muffer, hvor flere kunder er forbundet til det samme kabel ind til kabelskabet, vil alle de kunder, som er forbundet via det pågældende kabel, blive afbrudt. Skader på ledninger forbundet via T-muffer er også særligt vanskelige at udbedre. Selvom T-muffer er en billigere måde at opbygge nettet på, giver de således større driftsmæssige udfordringer og er derfor under udfasning.

Det tager typisk 1½-3 timer at udbedre skader på lavspændingsnettet, fordelt på 30-45 minutter til kørsel og 45-150 minutter til udførelse af reparationen. Hvis skaden ligger langt væk, eller det er en gammel skade, hvor fejlen først skal findes, kan det tage længere tid. Typisk op til 1 times kørsel og 1-2 timer til fejlfinding. Sker skaden på et sted med T-muffer, tager det også længere tid, fordi der etableres kabelskabe i stedet. Typisk tager det 2-3 timer til nødforsyningen er installeret og op til 24 timer inden skaden er udbedret.

I 30-40 % af tilfældene er skadevolder til stede og får selv lov til at bidrage til gravearbejdet, hvis det vurderes, at den pågældende graveentreprenør kan løse opgaven. Det afhænger bl.a. af entreprenørens ry og rygte, og af om det er en vanskelig opgave, f.eks. på grund af at andre forsyningsarters ledninger er i samme tracé.

Estimerede samfundsøkonomiske omkostninger

Direkte omkostninger for ledningsejer og skadevolder

Interview med Cerius-Radius har bidraget med overslag over antallet af graveskader samt omkostningerne til udbedring af skaderne. Overslagene inkluderer skadevolders graveomkostninger, når skadevolder bidrager til udbedringen. Disse overslag er vist i Tabel 6.1 og er noget højere end indberettet af andre elforsyninger til LER. Forskellene kan bl.a. skyldes geografiske forhold, da Cerius-Radius dækker Nordsjælland og hovedstadsområdet, samt forskelle i hvor meget ledningsejer lader skadevolder selv deltage i gravearbejdet.

Tabel 6.1 Antal graveskader og estimat for udbedringsomkostninger

Spændingsniveau	Antal graveskader/år	Minimumsomkostning, kr.	Gennemsnitlig omkostning, kr.	Maksimumsomkostning, kr.
0,4 kV	Ca. 500	5.000	30.000	50.000
10-20 kV	Ca. 200	20.000	120.000	200.000
30-60 kV	Ca. 5	500.000	N/A	2.500.000

Kilde: Interview med Cerius-Radius

Minimumsomkostningen afspejler en situation, hvor der kun er mindre skade f.eks. på kappen af kablet, og at skadevolder forestår gravearbejdet. Ved maksimumsomkostningen kan skaden være sket på en T-muffe eller

fundet sted i det indre København, hvor der skal genetableres en dyr belægning. Hovedparten af omkostningerne til udbedringen af skaden er dog i begge tilfælde gravearbejdet. Forskellen mellem omkostningerne på de forskellige spændingsniveauer skyldes primært, at komponenterne bliver dyrere. Den vægtede gennemsnitsomkostning kan på baggrund af ovenstående estimeres til 55.700 kr.

De fleste netvirksomheder bruger ELFAS (netvirksomhedernes fælles fejl- og afbrudsstatistik) til at indberette afbrudsstatistik til Forsyningssynet. Green Power Denmark (GPD) står for ELFAS, som dækker ca. 98-99 % af el-distributionsnettene. GPD har lavet en særskilt opgørelse af antallet af kunder, som bliver afbrudt ved en graveskade, og det gennemsnitlige antal minutter de er afbrudt. Disse er vist i Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Antal afbrud og afbruddets varighed som følge af graveskader, gennemsnit for 2021-2023

Spændingsniveau	Gennemsnitligt antal kunder, som er berørt ved en graveskade	Gennemsnitligt antal minutter hver af de berørte kunder er afbrudt
0,4 kV	21	139
10-20 kV	760	38
30-60 kV	N/A	N/A
Kabelsystemer	197	45

Note: Der er for få afbrud til, at der kan laves en statistik for 30-60 kV kabler. Kabelsystemer er systemer, hvor kunderne er forbundet via T-muffer.

Kilde: GPD.

Data for, hvordan graveskaderne fordeler sig på de forskellige spændingsniveauer er desværre ikke tilgængeligt. Ses bort fra kabelsystemer, som er under udfasning, og antages det, at graveskaderne fordeler sig ca. som hos Cerius-Radius, fås et gennemsnitligt antal berørte kunder på ca. 230 (781 kunder i årene 2021-23, 780/3 ~ 230 kunder/år). Disse er så afbrudt i gennemsnit ca. 110 minutter hver ($500/700 \times 139$ minutter + $200/700 \times 38$ ~ 110 minutters afbrydelse/kunde).

Indirekte omkostninger for husholdninger og virksomheder

Netvirksomhederne reguleres af Forsyningstilsynet på parameteren ILE (Ikke Leveret Energi), dvs. hvor mange kWh, som kunderne ikke har fået leveret, fordi der har været afbrud. Denne ganges med VoLL (Value of lost load) som et estimat for det samlede samfundsøkonomiske tab blandt husholdninger og virksomheder ved strømafbrydelser målt i kr./kWh. Samme fremgangsmåde ved beregningen af det samfundsøkonomiske tab benyttes i denne analyse.

Der blev i Danmark brugt i alt 35.000 GWh el i 2023 jf. Energistyrelsens energistatistik.¹¹ Der er ca. 3,5 mio. elforbrugere (husholdninger og virksomheder), dvs. hver elforbruger bruger gennemsnitligt ca. 10.000 kWh om året, svarende til 0,02 kWh pr. minut.

Under antagelse af, at graveskader rammer tilfældigt blandt husholdninger og virksomheder, kan det gennemsnitlige tab af energi (ILE – Ikke Leveret Energi) pr. forbruger ved en graveskade beregnes til ca. 2,2 kWh for hver berørt forbruger (110 minutter * 0,02 kWh pr. minut). Ganges dette med antallet af berørte forbrugere ved en graveskade, fås et samlet tab af energi (ILE) på ca. 500 kWh pr. graveskade (230 forbrugere * 2,2 kWh).

¹¹ [el-maanedsstistik_2408.xls](#)

Forsyningstilsynet opgør værdien af denne ikke-leverede energi (VoLL) som en omkostning pr. kWh. Strømafbrudelser som følge af graveskader vil være uvarslede. Der tages derfor udgangspunkt i Forsyningstilsynets VoLL for uvarslede afbrud. Værdien af en tabt kWh som følge af en uvarslet strømafbrudelse er af Forsyningstilsynet fastsat til 75 kr./kWh (2022 prisniveau) på tværs af husholdninger og virksomheder. Inflateres til 2024 med nettoprisindekset¹² bliver det til 78 kr./kWh.

Ganges den tabte energi (ILE) for alle de berørte forbrugere med værdien af denne (VoLL) fås en gennemsnitlig indirekte omkostning for forbrugerne ved en graveskade på ca. 39.000 kr. (500 kWh gange 78 kr./kWh).

De samlede samfundsøkonomiske omkostninger pr. graveskade på elnettet kan ses i Tabel 6.3. Som beskrevet bygger estimatet på en lang række forudsætninger, så der er en ikke ubetydelig usikkerhed på estimatet.

Afledte omkostninger

Der er ikke estimeret yderligere afledte omkostninger i form af trafikforsinkelser, forurening af miljøet eller personskader, da disse må forventes at være små og i øvrigt ligge inden for usikkerheden på estimatet for de opgjorte direkte og indirekte omkostninger.

Opsamling

I alt estimeres en samfundsøkonomisk omkostning ved graveskader på gasnettet på 95.000 kr. pr. graveskade jf. Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Samfundsøkonomiske omkostninger, kr. pr. graveskade

Omkostningstyper	Omkostninger pr. graveskade
Direkte omkostninger, ledningsejer og skadevolder	56.000 kr.
Indirekte omkostninger, husholdninger og erhverv	39.000 kr.
Afledte omkostninger	0 kr.
I alt	95.000 kr.

Kilde: NIRAS

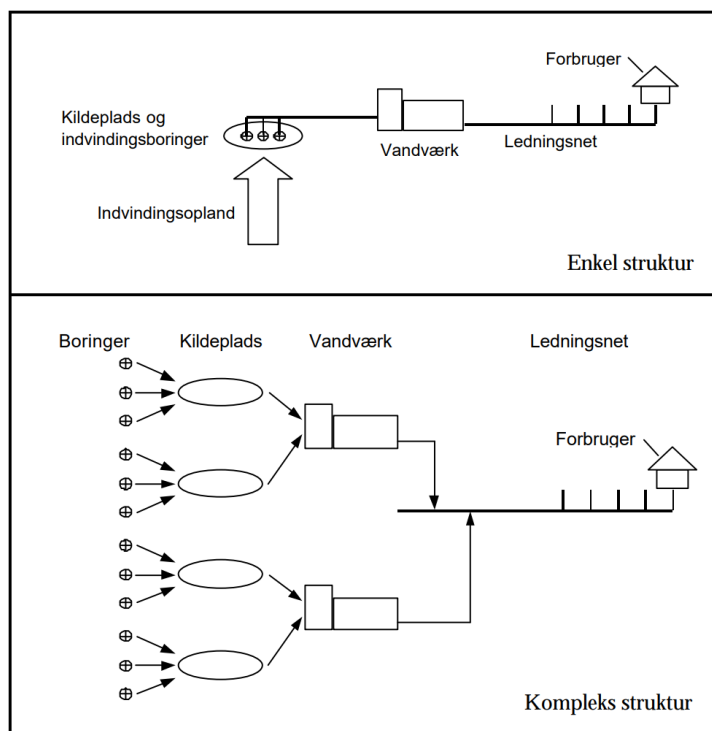
¹² [Nettoprisindekset steg fra 113,6 til 118,8 fra juni 2022 til juni 2024.](#)

7. Vand - drikkevandsledninger

Vandforsyningen består af to net: Et råvandsnet, der transporterer råvand fra kildepladserne ind til vandværkerne, og et distributionsnet, der transporterer drikkevand fra vandværkerne og ud til forbrugerne. Når grundvand pumpes op af jorden kaldes det "råvand", da det indeholder det en række stoffer såsom svovlbrinte, jern og mangan, som helt eller delvist fjernes i vandbehandlingen på vandværket.

Herunder er vist et eksempel på hvordan vandforsyningens struktur kan være:

Figur 7.1: Vandforsyningens struktur – et eksempel



Kilde: [Miljøstyrelsen, Vejledning om indberetning af drikkevandsdata, 2001](#)

7.1 Råvandsnettet

Graveskader på råvandsnettet (nettet før vandværket) er meget sjældne og fører ikke til afbrud af kunder, da der fortsat er vand til rådighed på vandværket.

Udbedring af skader i råvandsnettet koster ifølge HOFOR 10-15 % mere end udbedring af skader på distributionsnettet. Det skyldes primært, at råvandsledninger ligger i meget fugtig jord, og at der kan være behov for specialudstyr ved reparationen. Typisk oplever HOFOR 3-4 lækager på råvandsnettet om året, hvoraf 1-2 skyldes graveskader.

Da der er meget få graveskader om året på råvandsnettet – de koster omtrent det samme som skader på distributionsnettet og påvirker i øvrigt ikke kunderne – indgår graveskader på råvandsnettet ikke i opgørelsen.

7.2 Distributionsnettet

Baggrund

Vandledninger ligger relativt dybt, og graveskader opstår derfor som regel ved at andre forsyningsarter (som oftest fjernvarmen) kommer til at lave en graveskade. En sjælden gang i mellem sker der en graveskade på en stor hovedledning.

Konsekvenserne af en graveskade afhænger af, hvor i nettet skaden er sket, og hvordan nettet er opbygget. I København har mange ejendomme en stophane i skel, så graveskader på stikledninger påvirker kun den kunde, hvis stikledning er gravet over. I andre dele af byen er man nødt til at lukke for vandet i en hel gade eller et helt kvarter, afhængig af, hvor ventilerne, som kan afbryde forsyningen mens lækagen repareres, er placeret i nettet.

Lækager på vandledninger håndteres akut hele døgnet og hele året. Typisk tager det ca. 1 time, inden teamet er ude ved skaden. I alt tager det typisk 6-8 timer fra skaden er sket til vandforsyningen er genoprettet.

Estimerede samfundsøkonomiske omkostninger

Direkte omkostninger for ledningsejer og skadevolder

Omkostningerne til udbedring af graveskader varierer meget. Interview med HOFOR har bidraget med overslag over omkostningerne til udbedring af skaderne, jf. Tabel 7.1. Der er ikke målbare omkostninger hos forsyningerne ved graveskader i form af kortere levetid på vandledningerne.

Tabel 7.1 Udbedringsomkostninger

Situation	Min	Max
Skadevolder graver	12.000	20.000
Ledningsejer graver	50.000	70.000

Kilde: HOFOR

I ca. 40 % af tilfældene graver entreprenøren selv ud til reparation af graveskaden, så der er alene behov for at sende en smed, der kan reparere ledningen. Dette koster typisk HOFOR 12.000-20.000 kr. I ca. 60 % af tilfældene er der behov for også at sende en entreprenør ud, som kan grave ud til reparationen. Det koster typisk 50.000-70.000 kr. at udbedre graveskader i denne situation. Det antages på den baggrund, at den gennemsnitlige graveskade koster 60.000 kr., uanset om det er ledningsejer eller skadevolder, der afholder graveomkostningerne.

Indirekte omkostninger for husholdninger

Miljøstyrelsen gennemfører hvert år en performancebenchmarking af vand- og spildevandsselskaberne. Kommunalt ejede vandforsynings- og spildevandforsyningsselskaber samt private vandværker, der sælger eller behandler mere end 200.000 kubikmeter vand om året, er forpligtet til at indberette data til performancebenchmarkingen.¹³

Til denne benchmarking opgøres bl.a. antallet af ledningsbrud og varigheden af vandafbrud. Kun ikke-planlagte vandafbrydelser indgår i statistikken. Ikke-planlagte vandafbrydelser, som f.eks. kan skyldes et brud, defineres

¹³ Se [oversigten-med-gennemsnitsvaerdier-for-noegletal-2022.xlsx](#) og [indberettede-data-og-beregnete-noegletal-for-drikkevand-2023.xlsx](#)

som de situationer, hvor der lukkes for vandet til en forbruger, hvor der ikke senest 48 timer før har været varslet en lukning af vandet. Manglende vand på grund af strømafbrydelse og tørke indgår ikke i opgørelsen.¹⁴

Data fra performancebenchmarkingen beskriver således ikke helt præcis konsekvenserne af graveskader, dels fordi ikke-planlagte vandafbrydelser kan skyldes andre forhold end ledningsbrud, og dels fordi der kan opstå ledningsbrud af andre grunde end graveskader. Imidlertid oplyser HOFOR, at de typisk har 450-480 akutte læskader med vand på terræn om året, hvoraf 10-14 % er graveskader. På den baggrund antages det, at 12 % af ledningsbrud skyldes graveskader.

Ifølge performancebenchmarkingen var der i 2023 i alt 60,75 mio. forbrugerafbrydelsesminutter fordelt på 3.220 ledningsbrud. Antager man, at varigheden af ledningsbrud er omtrent den samme, uanset om det skyldes graveskader eller andre forhold, når man frem til at den gennemsnitlige graveskade fører til knap 19.000 forbruger-afbrydelsesminutter i alt, fordelt på de afbrudte forbrugere.

Opgørelsen skelner ikke mellem, om det er husholdninger eller virksomheder, der er afbrudt. Ifølge Danmarks Statistik er der i Danmark 2.827.496 beboede boliger og 315.577 arbejdssteder.¹⁵ Beboede boliger udgør således ca. 90 % af det samlede antal beboede boliger og arbejdssteder. Antager man, at graveskaderne er fordelt tilfældigt mellem beboede boliger og arbejdssteder, får man at ca. 17.000 af afbrydelsesminutterne vedrører husholdninger (19.000 minutter * 90 %).

Som beskrevet i afsnit 3.5 har Forsyningssekretariatet, som regulerer vandsektoren, i 2021 estimeret omkostningerne for husholdningerne ved afbrydelse af vandforsyningen ved hjælp af et "discrete choice experiment" (valghandlingsekperiment). Husholdningernes betalingsvilje for at undgå uvarslede afbrud blev estimeret til 5,5 kr. pr. afbrydelsesminut (2020-markedspriser).¹⁶

Ganges de samlede forbrugerafbrydelsesminutter pr. graveskade med den samfundsøkonomiske omkostning får man en gennemsnitlig omkostning for husholdninger på 94.000 kr. (17.000 minutter * 5,5 kr./minut).

Indirekte omkostninger virksomheder

De resterende ca. 2.000 forbrugerafbrydelsesminutter pr. graveskade vedrører erhverv og offentlige institutioner. Tager man udgangspunkt i en gennemsnitlig varighed af afbrydelser på 7 timer, jf. HOFORs angivelse af en typisk udbedringstid på 6-8 timer, får man, at i gennemsnit 4,75 virksomheder er afbrudt (2.000 minutter/420 minutters).

Ved beregningen af de samfundsøkonomiske omkostninger for virksomheder er der taget udgangspunkt i metode og data fra beregningen af VoLL for elforsyning for Forsyningstilsynet, men suppleret med yderligere data og nye beregninger for at tilpasse til vandforsyning.

Overordnet er beregningerne lavet på 69 branchekoder fra Danmarks Statistik, da dette er det højeste antal branchekoder, hvor alle datakilder kan hentes med 2022 data. Antallet af branchekoder, og dermed nummerring og navngivning, er forskellig på tværs af brancher, og derfor er flere branchekoder omskrevet for at kunne matche datasættene på branchekoder. Følgende datasæt fra Danmarks Statistiks Statistikbank samt et datasæt fra Arbejdstilsynet er anvendt:

- VANDRG2: Brancheopdelt vandforbrug opdelt på købt og eget indvundet vand

¹⁴ [Vejledning om indberetning til performance-benchmarking](#)

¹⁵ [Statistikbanken](#) og [Arbejdssteder og job efter område, branche \(DB07 10-grp\) og enhed - Statistikbanken - data og tal](#)

¹⁶ [Forsyningsikkerhed og regulering af vandsektoren og Consumer willingness to pay for improvements in the water sector](#)

- NABP69: Brancheopdelt BVT (bruttoværditilvækst)
- REGN10: Brancheopdelte lønomkostninger
- GF11: Antal virksomheder fordelt på brancher
- Arbejdstilsynet: Oversigt over arbejdstider fordelt på brancher

Graveskader vil kun afbryde den del af vandforbruget, der kommer fra det kollektive net. I nogle brancher bruger virksomhederne stort set udelukkende egen indvundet vand, mens virksomhederne i andre brancher kun køber kollektivt indvundet vand. Dette er der taget højde for ved at skalere tabet i hver branche efter andelen af købt vand.

Ligesom ved beregningen af VoLL, er data for arbejdstid fordelt på brancher brugt til at estimere det årlige antal driftstimer pr. branche. Virksomhederne er defineret enten af have 8.000, 5.000 eller 2.000 driftstimer, hvor 8.000 timer afspejler situationen, hvor der køres i treholdsskift hele året undtagen under planlagt vedligehold o.lign. 2.000 driftstimer svarer til alm. kontortid.

Konsekvenserne af et afbud afhænger af, om produktionsstoppet kan indhentes igen, dvs. om der er fuld kapacitetsudnyttelse. For brancher med 8.000 driftstimer er BVT anvendt som mål for skadesomkostningen, da den tabte omkostning ikke vil kunne indhentes på senere tidspunkt, mens for brancher med under 8.000 årlige driftstimer er lønomkostninger anvendt som mål for skadesomkostningen, da det forventes, at den tabte omsætning vil kunne indhentes, men det kræver til gengæld, at der udbetales overarbejdstimer, hvis overarbejdsbetaling er kutyme i branchen.

En graveskade medfører gennemsnitligt 7 timers afbrud af vandforsyningen. Da de 7 timer kan falde både inden for og uden for normale åbnings- eller produktionstider, er der taget højde for dette via de estimerede driftstimer. Det er estimeret, at virksomheder med 8.000 årlige driftstimer vil have produktionsstop på alle 7 timer, da de jo kører i treholdsskifte. Virksomheder med 5.000 årlige driftstimer vil gennemsnitligt have produktionsstop på 4,4 timer og virksomheder med 2.000 årlige driftstimer vil have produktionsstop på 1,8 timer.

For hver branche er der herefter lavet en beregning af virksomhedernes gennemsnitlige tab under en afbrydelse af vandforsyningen, baseret på om tabet udgøres af tabt BVT eller øget overtidsbetaling og skaleret med hvor stor en andel af vandet, som kommer fra vandforsyningen, dvs. ikke er egenproduceret. På basis heraf er der herefter beregnet som et vægtet gennemsnit over alle brancher. Endelig er de samlede gennemsnitlige omkostninger ved en graveskade beregnet ved at gange med antallet af afbrudte virksomheder, dvs. de 4,75. Man når herved frem til, at en gennemsnitlig graveskade koster 9.250 kr.

Afledte omkostninger

Der indregnes ikke yderligere afledte samfundsøkonomiske omkostninger ved graveskader på vandledninger. Da der typisk allerede vil være afspærring af trafikken, vil en graveskade ikke medføre yderligere trafikale gener. Udledning af drikkevand forventes ikke at have afledte omkostninger for miljøet eller medføre personskaade.

Opsamling

I alt estimeres en samfundsøkonomisk omkostning ved graveskader på vandledninger på ca. 163.000 kr. pr. graveskade jf. Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Samfundsøkonomiske omkostninger, kr. pr. graveskade

Omkostningstyper	Omkostninger pr. graveskade
Direkte omkostninger, ledningsejer og skadevolder	60.000 kr.
Indirekte omkostninger, husholdninger	94.000 kr.
Indirekte omkostninger, virksomheder	9.000 kr.
Afledte omkostninger	0 kr.
I alt	163.000 kr.

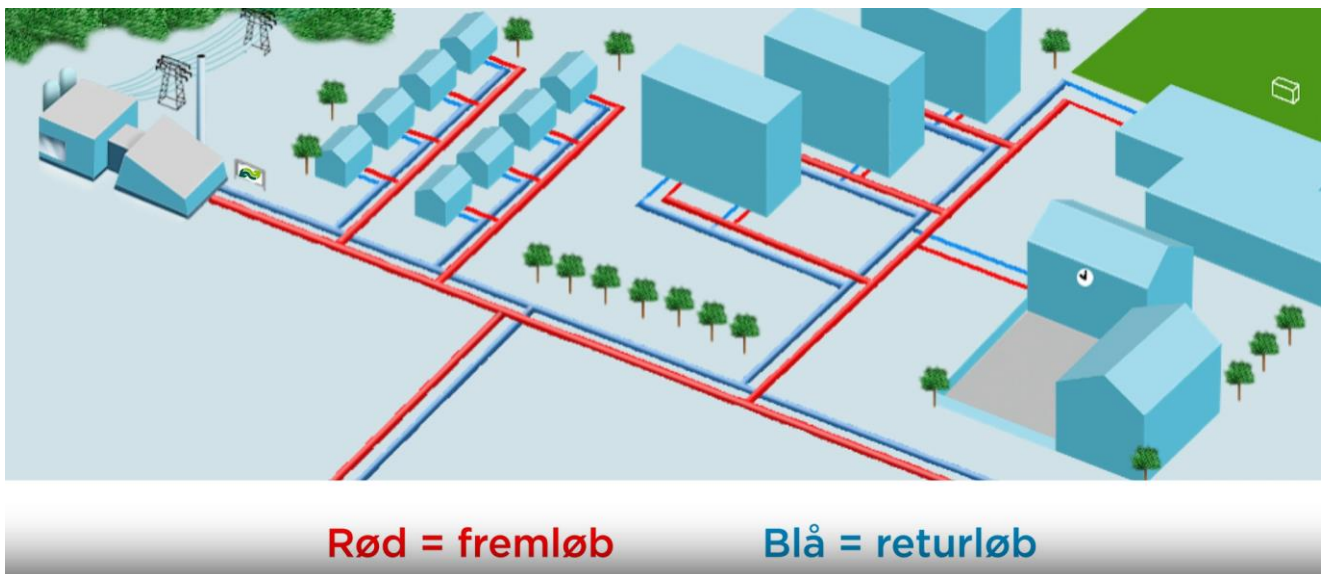
Kilde: NIRAS

8. Termisk - fjernvarmeledninger

Baggrund

Fjernvarmeselskaberne producerer og distribuerer varme til 1.933.141 danske husstande, som er tilsluttet fjernvarme per 1. januar 2024. Samlet er der ca. 75.000 km. fjernvarmenet i Danmark. Det rummer ca. 1,25 mio. m³ varmt vand. Et eksempel på, hvordan fjernvarmenettet er opbygget er vist i Figur 8.1

Figur 8.1: Fjernvarmenettets struktur – et eksempel



Kilde: [Fakta om fjernvarme | Dansk fjernvarme](#)

Fjernvarmerør kan tage skade som følge af graveskader på to måder: Enten bliver kun rørkappen (isoleringen) beskadiget, eller også opstår der et brud på selve fjernvarmeledningen.

Ved skader på rørkappen vil der trænge fugt ind i isoleringen, som mindsker den isolerende effekt. Hvis isoleringen er af mineraluld, kollapser den helt. Denne type skader kan være vanskelige at opdage, og jo længere tid der går, desto mere fugt trænger ind, og jo længere strækninger af røret bliver beskadiget. Typisk op til 12 meter, eller hen til den næste end-cap.

Ved skader på selve fjernvarmeledningen vil der trænge fjernvarmevand ud. Fjernvarmevand tilsættes grøn farve, så man lettere kan opdage skaden. Der kan løbe 25-50 m² fjernvarmevand ud i døgnet ved et større brud.

Hvis ikke skadevolder selv henvender sig og oplyser, at de har lavet en graveskade, kan forsyningen detektere brud på fjernvarmeledninger på flere måder. For eksempel holder man øje med, om der opstår brud, ved at måle på, hvor meget spædevand, der skal tilsættes i døgnet til fjernvarmesystemet. Man bruger også drone-overflyvninger med termiske kameraer til at detektere fejl i isoleringen. Endelig modtager man også opkald fra offentligheden, når de ser der strømmer grønt vand ud et sted.

Overordnet set sker graveskader på fjernvarmerør i tre situationer:

- 1) En sjælden gang sker der en graveskade på en stor hovedledning i forbindelse med gravearbejde i større hovedveje. Skaden sker typisk ved at jordraketter skydes igennem ledningen. For eksempel har HOFOR oplevet 2-3 tilfælde i 2024 og i alt 5-7 stykker over de seneste 10 år.

- 2) Ca. 1/3 af graveskaderne skyldes andre forsyningers arbejde. I 2021-2022, hvor der blev rullet meget fiber ud, opstod graveskaderne typisk ved, at fiberkabler blev skudt igennem fjernvarmeledningerne. I de senere år er graveskaderne typisk sket i forbindelse med renovering af vandledninger og etablering af regnvandsbede. Disse skader rammer typisk de mindre hovedledninger.
- 3) Ca. 2/3 af graveskader på fjernvarmerør sker i forbindelse med gravearbejde på privat grund, hvor en stikledning ind til en enkelt ejendom eller en fordelingsledning, der forsyner naboerne i kvarteret, bliver beskadiget eller gravet over. Årsagen til graveskaderne på privat grund er typisk, når en ny ejer af en ejendom ønsker at rive huset ned, etablere omfangsdræn, bygge skure eller sætte hegn op. Den nye ejer af ejendommen ved enten ikke, at de har en fjernvarmeledning liggende eller er blevet lovet, at fjernvarmen er afkoblet før nedrivningen.

Ved graveskader på store hovedledninger kan mange tusinde kunder blive afbrudt. Ved graveskader på mindre hovedledninger er det typisk nogle hundrede forbrugere. Ved graveskader på stikledninger og fordelingsledninger rammes typisk enten 3-4 ejendomme eller 20-30 ejendomme. I sjældne tilfælde flere.

Grunden til, at det kan ramme flere ejendomme, når der sker en graveskade på en stikledning er, at alle ejendomme på samme ledning bliver påvirkede. Alle kunder på ledningen mister varmforsyningen, når bruddet opstår og under reparationen er det nødvendigt at lukke for forsyningen til hele ledningen, for at man kan komme til at udbedre skaden.

Der findes ikke nogen officielle afbrudsstatistikker for fjernvarmen. Antallet af berørte kunder er derfor beregnet ud fra ovenstående nøgletal. Det antages derfor i beregningerne, at i gennemsnit $1/3 \cdot 200 + 2/3 \cdot 14 = 76$ ejendomme bliver berørt, når der er en graveskade, heraf vil ca. 1 være en erhvervs ejendom.

Typisk tager det 2-3 timer at udbedre en graveskade, men det kan tage op til 10 timer, hvis det er en større og mere kompliceret sag. Forsyningen med fjernvarme er altid genetableret efter senest 24 timer. Når det tager lang tid at udbedre skaden, skyldes det typisk, at graveskaden er opstået ved en underboring/jordraket, spuns eller nedramning af pæle i jorden, så ledningsejer først skal have en entreprenør ud med en gravemaskine for at grave ledningen fri. Ved de simple sager, hvor skaden er opstået pga. gravning, beder man folk om selv at grave fri rundt om ledningen. I sjældne tilfælde kan det tage længere tid, hvis skadevolder ikke har mulighed for at grave fjernvarmeledningen fri på en måde så sikkerheds- og afstandskrav overholdes.

Estimerede samfundsøkonomiske omkostninger

Direkte omkostninger for ledningsejer og skadevolder

Omkostningerne til udbedring af graveskader varierer meget. I de helt simple situationer, hvor der allerede er gravet ud, og der alene skal skiftes 1 meter ledning, kan det gøres for ca. 2.000 kr. til en smed plus materialer. I de situationer, hvor der også skal tilkaldes en entreprenør til gravearbejdet, koster det typisk mellem 20.000 og 100.000 kr., som oftest ca. 50.000 kr., at udbedre denne type graveskader. I meget særlige tilfælde, kan det koste et par mio. kr. Da det må antages, at gravearbejdet koster det samme rent samfundsøkonomisk, uanset om det er skadevolder eller ledningsejer, der udfører arbejdet, antages de samlede udbedringsomkostninger at være lig ledningsejers omkostninger, når de udfører hele arbejdet, dvs. 50.000 kr. pr. graveskade

Indirekte omkostninger for husholdninger

Interview med HOFOR viser, at de typisk oplever 40-50 graveskader om året, hvoraf hovedparten finder sted om sommeren uden for fyringssæsonen, hvor graveaktiviteten er størst. Ved kortere afbrud uden for fyringssæsonen vil kunderne som regel slet ikke mærke til afbrydelsen, fordi der ikke er behov for rumvarme og samtidigt rigeligt med opvarmet brugsvand i varmtvandsbeholderen. Ved afbrud af længere varighed vil man – især i den

ældre bygningsmasse i det centrale København – mærke en afbrydelse af fjernvarmen om vinteren. Det antages i beregningerne, at 25 % af afbruddene vil føre til gener for forbrugerne.

Der findes ikke noget officielt estimat for værdien af husholdningernes gener ved afbrud af fjernvarmen, men den må forventes at være lavere end genen ved strømafbrydelser, som er mere indgribende i husholdningernes liv og gøremål. VoLL-analysen viste, at husholdningernes betalingsvillighed for at undgå 1 times strømafbrydelse er 92 kr. Det antages i beregningerne, at genen ved at mangle fjernvarme er 50 % af genen ved en strøm-afbrydelse, hvilket svarer til 46 kr.

Med de ovenstående antagelser, kan værdien af afbrud af fjernvarmen for husholdninger pr. graveskade estimeres som følger: 75 afbrudte private forbrugere pr. afbrud * 2,5 afbrudstimer pr. afbrud * 25 % der oplever gener * 46 kr./time ~ 2.000 kr./afbrud

Indirekte omkostninger for virksomheder

For virksomheder vurderes det, at ingen energitunge virksomheder formentligt bruger fjernvarme som energikilde i deres produktionsprocesser. Det skyldes, at fjernvarmen ikke er varm nok til procesformål. For de få produktionsprocesser, hvor temperaturen på fjernvarme er tilstrækkelig, vil virksomhederne som regel vælge andre varmekilder pga. indretningen af afgiftssystemet. Afbrud af fjernvarmen må derfor ikke i nævneværdig grad forventes at medføre tab af produktion hos energitunge virksomheder.

Virksomheder i serviceerhvervene, som alene bruger fjernvarme til varmt vand og rumopvarmning, må forventes at kunne håndtere situationen, f.eks. ved at skifte til en anden varmekilde, arbejde hjemmefra eller fra andre lokationer mv. Det vil sige, at heller ikke produktionstab blandt serviceerhvervene forventes. Hvis der er enkelte virksomheder inden for serviceerhvervene, som reelt oplever tab af produktionen, når fjernvarmen afbrydes pga. en graveskade, forventes det, at de er så få, at det ikke er målbart ved en gennemsnitlig graveskade.

De gennemsnitlige indirekte omkostninger for alle typer virksomheder estimeres på ovenstående baggrund til 0 kr.

Afledte omkostninger

Der er ikke målbare afledte omkostninger hos forsyningerne ved graveskader i form af omkostninger til tab af fjernvarmevand og kortere levetid på fjernvarmeledningerne. Ved graveskader på fjernvarmeledninger vil der typisk allerede være afspærring af trafikken, så en graveskade vil ikke medføre yderligere trafikale gener. Udledning af fjernvarmevand i forbindelse med et afbrud har umiddelbart ingen miljømæssige konsekvenser. De afledte omkostninger for samfundet bredt set estimeres derfor til 0 kr.

Opsamling

I alt estimeres en samfundsøkonomisk omkostning ved graveskader på fjernvarmenettet på ca. 52.000 kr. pr. graveskade jf. Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Samfundsøkonomiske omkostninger, kr. pr. graveskade

Omkostningstyper	Omkostninger pr. graveskade
Direkte omkostninger, ledningsejer og skadevolder	50.000 kr.
Indirekte omkostninger, husholdninger	2.000 kr.
Indirekte omkostninger, virksomheder	0 kr.
Afledte omkostninger	0 kr.
I alt	52.000 kr.

Kilde: NIRAS

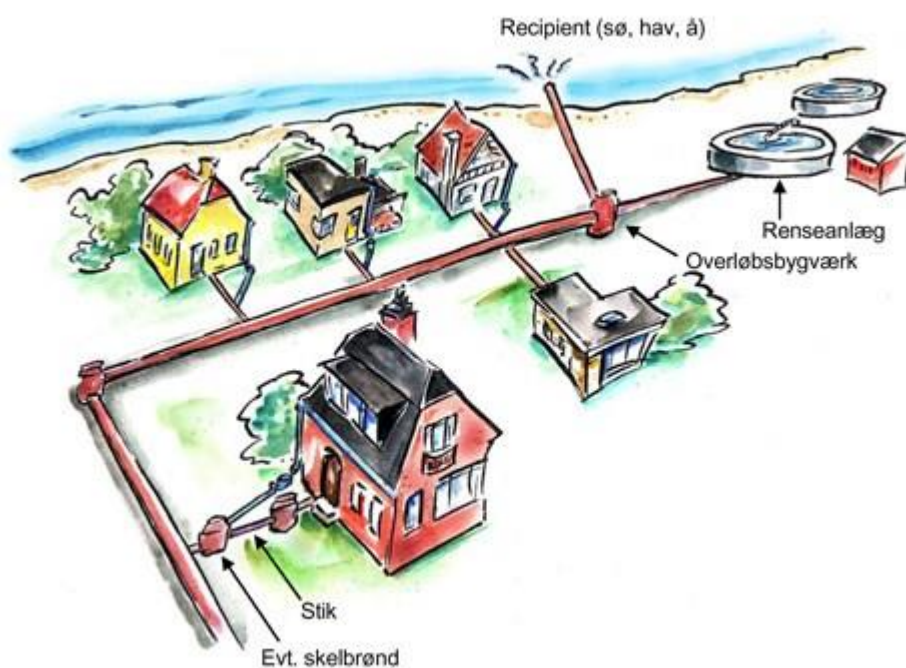
9. Afløb - spildevandsledninger

Baggrund

Graveskader på spildevandsledninger sker oftest på grund af gennemskydninger ved styrede underboringer, jordraketter og lignende, der benyttes i forbindelse med etablering af ledninger til el, vand, tele og data.

Graveskader på spildevandsledninger er forholdsvis sjældne, da de ligger dybt og generelt set sker der få graveskader på spildevandsledninger, hvor der er gravet ned ovenfra med en gravemaskine. Ledninger med dimensioner på 150-250 mm kan godt graves helt over, mens de større ledninger er vanskelige at grave over. De større ledninger har derfor typisk skader på en mindre del af deres samlede diameter. Derudover kan spuns for tæt på ledningerne forskubbe dem med skader til følge. De dybere liggende ledninger rammes primært af spuns og ikke af gennemskydninger.

Figur 9.1: Fællessystem til spildevand



Kilde: [Kloaksystemets opbygning, Billund Vand og Energi. Tegner: Claus Riis](#)

Mange graveskader kommer aldrig til forsyningens kendskab, da skadevolder ofte selv kan reparere dem og vælger ikke at involvere forsyningen. Graveskaderne opdages i nogle tilfælde ved, at forbrugere ikke kan komme af med spildevandet, og det kan være 5-10 år efter graveskaden er sket, hvis skadevolder f.eks. ikke har repareret skaden korrekt. I andre tilfælde opdages gamle graveskader i forbindelse med TV-inspektion af ledningsnettet.

Det er meget sjældent, at forbrugerne i form af borgere og virksomheder oplever afløbsstop som følge af en graveskade på forsyningens net. Ofte skyldes afløbsstop skade på forbrugerens egen stikledning. Opstår der et afløbsstop, og forbrugeren efter at have undersøgt sagen opdager, at det skyldes problemer med forsyningens ledninger, reagerer forsyningen hurtigt. Som regel er afløbsstoppet afhjulpet inden for 1 time, da forsyningen vil bestille slamsugere til at suge spildevand op fra skelbrønde og lignende 'reservoirer', imens

spildevandsledningen er afbrudt eller under reparation. Herved kan borgerne eller virksomhederne fortsætte deres daglige gøremål og produktion – uden at opleve afbrydelser af afledningen af spildevandet.

Udsivning af spildevand ved graveskader er sjældent, da gennemskydningerne ofte er tætte og den omkringliggende jordmatrice vandmættet. Derfor sker der oftere indsvivning af grundvand end udsivning af spildevand ved graveskader.

Estimerede samfundsøkonomiske omkostninger

Direkte omkostninger for ledningsejer og skadevolder

Interview med HOFOR har bidraget med opgørelse af omkostningerne ved graveskader, jf. Tabel 9.1. Hovedparten af HOFORs spildevandsledninger er gravitationsledninger, imens en mindre del er tryksatte.

Tabel 9.1 Antal graveskader og estimat for udbedringsomkostninger

Spændingsniveau	Antal graveskader pr. år	Minimums-omkostning, kr.	Gennemsnitlig omkostning, kr.	Maksimums-omkostning, kr.
Tryksatte ledninger	2-10	500.000	N/A	6.000.000
Gravitationsledninger	20-30	5.000-8.000	120.000-150.000	500.000

Kilde: Interview med HOFOR

Omkostningerne til udbedring af graveskaderne er primært afhængigt af omfanget af gravearbejdet, som især bestemmes af dybden af ledningen. Andre forhold, der kan påvirke omkostningerne til udbedringerne af graveskaden er behovet for natarbejde (uden for almindelig arbejdstid), forekomsten af grundvand (der skal bortpumpes), forurenede jord (der skal håndteres) samt forekomsten af beton omkring skadesstedet.

Ved ca. 50 % af graveskaderne frigraver skadevolder selv omkring skadesstedet og reparerer ledningen, og i den anden halvdel af tilfældene står HOFOR for gravearbejde og reparation. Når skadevolder selv reparerer skaden, fører HOFOR tilsyn, hvilket koster skadevolder 5.000-8.000 kr. pr. graveskade. For at estimere den samfundsøkonomiske omkostning af disse skader, skal skadevolders egne omkostninger til gravearbejde og reparation af skaden lægges til.

Den oplyste gennemsnitsomkostning på 120.000-150.00 kr. pr. graveskade på en gravitationsledning er et anslået beløb, der gælder den situation, hvor HOFOR udfører hele arbejdet. Det var ikke muligt at anslå en gennemsnitsomkostning ved en graveskade på en tryksat ledning, da disse er så sjældne og forskellige. For at beregne en gennemsnitlig omkostning, er der taget udgangspunkt i, at maksimumssituationen er mere usædvanlig end minimumssituationen. Omkostningen er derfor skønsmæssigt fastsat til 2 mio. kr.

Det vægtede gennemsnit af omkostningerne ved en graveskade bliver hermed beregnet som $5 \text{ stk./}30 \text{ stk.} * 2.000.000 \text{ kr. /stk.} + 25 \text{ stk./}30 \text{ stk.} * 135.000 \text{ kr. /stk.} \sim 450.000 \text{ kr. pr. graveskade}$. Da der er foretaget meget overordnede skøn og antagelser til brug for beregningen, er der stor usikkerhed om dette estimat.

Indirekte omkostninger for husholdninger og virksomheder

Som beskrevet ovenfor, er der forventeligt ikke nogen indirekte omkostninger for husholdninger og virksomheder ved en graveskade på spildevandsledninger. De samfundsøkonomiske omkostninger udgøres derfor af forsyningsernes udbedringsomkostninger.

Afledte omkostninger

Der indregnes ikke yderligere afledte samfundsøkonomiske omkostninger ved graveskader på spildevandsledninger. Evt. trafikale gener, når en gammel graveskade skal udbedres, og der derfor ikke allerede er trafikafspærringer i området, vil samfundsøkonomisk ligge langt inden for usikkerheden på estimatet for omkostningerne til udbedring af selve graveskaden.

Opsamling

I alt estimeres en samfundsøkonomisk omkostning ved graveskader på spildevandsledninger på ca. 450.000 kr. pr. graveskade jf. Tabel 9.2

Tabel 9.2 Samfundsøkonomiske omkostninger, kr. pr. graveskade

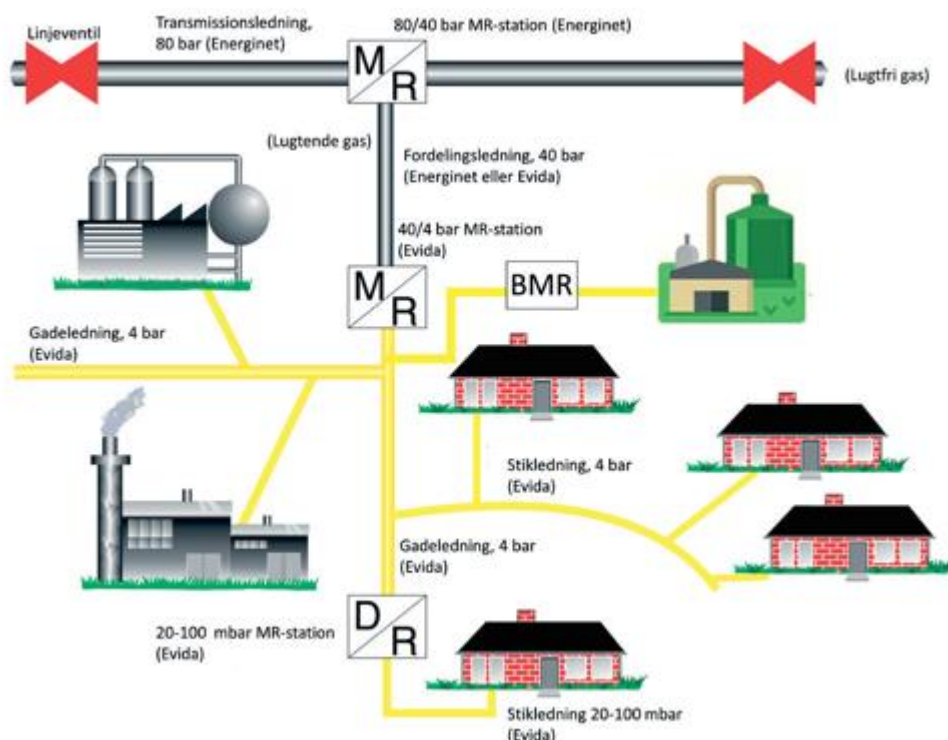
Omkostningstyper	Omkostninger pr. graveskade
Direkte omkostninger, forsyning og skadevolder	450.000 kr.
Indirekte omkostninger, husholdninger og virksomheder	0 kr.
Afledte omkostninger	0 kr.
I alt	450.000 kr.

Kilde: NIRAS

10. Gas – gasledninger

Gasnettet i Danmark er delt mellem transmission, som Energinet er ansvarlige for, og distribution, som Evida er ansvarlige for. Transmissionsledningerne er gasnettets "hovedveje", som forbinder de lokale distributionsnet med gasproducenterne i Nordsøen, gaslagrene i Lille Thorup og Stenlille og med udlandet (Sverige, Tyskland og Polen).

Figur 10.1: Principskitse for gasnettets opbygning



Kilde: [Gassystemet](#)

10.1 Gastransmission

Transmissionsledningerne har en diameter på imellem 250 og 1016 mm, og gassen transporteres under et tryk på 55-163 bar¹⁷. Den store mængde gas, der transporteres, samt det høje tryk betyder, at konsekvenserne ved en lækage på gastransmissionsnettet er alvorlige, da det kan føre til meget store brande. Ved lækage som følge af et rørbrud på gastransmissionsledningen kan antændelse af den udstrømmende gas i værste tilfælde påvirke et stort areal på op til ca. 200 meter fra lækagestedet. Et brud på en transmissionsledning den 30. juli 2004 i Belgien krævede 24 dødsopfre og 132 tilskadekomne samt omfattende materiel skade som følge af brand.¹⁸

Fordi konsekvenserne ved en lækage på en gastransmissionsledning er så alvorlige, bruger Energinet mange ressourcer på beredskab, på at overvåge ledningerne og på at holde tilsyn med aktører, som arbejder tæt ved ledningerne. Ledningerne er omgivet af en servitut, som regulerer jordarbejde inden for en 5 meters afstand fra ledningsmidten. Der har ikke været en ulykke med en gastransmissionsledning i Danmark, som har ført til

¹⁷ [Pas på gasledningerne!, Udgivet af de danske gasselskaber, 2021.](#)

¹⁸ [Ghislenghien Pipeline Explosion 2004 - Process Safety Integrity.](#)

gaslækage, men der har været tilfælde siden gasnettet blev taget i brug i 1982, hvor der har været mindre skader.

Gastransmission foregår i ledninger af stål i en meget kraftig dimension, som det vil kræve en 35 ton gravemaskine eller større at grave hul på. Mindre udstyr kan kun bule ledningen eller gøre skade på coatingen, hvilket ikke fører til lækage. De mindre skader kan dog over tid svække ledningen, da en skadet ledning ikke kan tåle trykforandringer lige så godt som en intakt ledning.

De mindre skader på gastransmissionsledninger er dog også meget sjældne. Den typiske årsag til graveskader har været lodsejere, som ikke var opmærksomme på, at der var tinglyst en servitut om en gastransmissionsledning på deres grund. Private lodsejere har normalt ikke graveudstyr, som kan gøre signifikant skade på ledningerne. Ved en mindre skade på coatingen koster det typisk 100.000-200.000 kr. at udbedre skaden. Denne type skader er dog meget sjældne, efter at der er kommet krav til at søge oplysning i LER, og skader er dermed formentligt mere sjældne end hvert 20. år.

Den til dato mest alvorlige skade på en gastransmissionsledning i Danmark skete ved Sorø, hvor en entreprenør under en geologisk forundersøgelse til byggeri i 2006 fik skrællet coatingen af. Den pågældende ledning går fra Storebælt til Dragør og forsyner hele Københavnsområdet og Sverige. I forbindelse med skaden blev Energinet nødt til at lukke ledningen og omlægge forsyningen, så de pågældende kunder blev forsynet fra Gaslageret i Stenlille i stedet for. Det koster minimum 1,5 mio. kr. at omlægge forsyningen, når der er behov for dette.

Generelt set vil kunderne ikke opleve forsyningssvigt som følge af mindre skader uden rørbrud og lækage på gastransmissionsledningerne. Selve ledningerne er et gaslager i sig selv (kaldet line-pack), og ved skader på en ledning vil Energinet omlægge forsyningen indtil reparationen er gennemført. Ved rørbrud på ledninger, hvor der er et enkeltstregnet system (f.eks. Storebælt – Dragør), er der risiko for, at forsyningen ikke kan genoprettes inden "line-pack" er opbrugt. Dette er dog aldrig forekommet.

Graveskader på gastransmissionsnettet er således meget sjældne og oftest uden konsekvenser for forbrugerne, hvorfor de ikke er undersøgt yderligere for at indgå i opgørelsen af de gennemsnitlige graveskader.

10.2 Gasdistribution

Baggrund

Overgravninger i gasdistributionsnettet sker typisk i forbindelse med entreprenørers gravearbejde til fjernvarmeprojekter, men også ved kloak-, vand- og el-arbejde sker der ifølge Evidas årsrapport skader. De fleste overgravninger sker i bymæssig bebyggelse, hvor arbejdet med at "skyde" fiberoptiske ledninger og rør også kan skade gasledningerne. Private kan også lave skader på gasledninger, men det er meget mere sjældent end entreprenørernes skader.

Overgravninger indrapporteres af skadevolder eller andre til Evidas døgnbemandede kontrolcenter. Kontrolcenteret opgaver i forbindelsen med håndteringen af overgravninger, bestå bl.a. af:

- Instruks til indberetter - særlige forholdsregler ved gasudslip
- Interview af indberetter om skadestedet, samt omstændighederne for skadens opståen
- Muligt behov for beredskaber, f.eks. skal der afspærres, evakueres, slukkes brand, etc.
- Notering af oplysninger om adresse
- Allokering af skadestedet på GIS kort
- Karakter af gasrør og tryk i disse
- Allokering af 2 teknikere, som sendes til skadestedet - sikkerhedskrav til arbejde ved reparation af skader

- Ved behov - uddelegere gravehold
- Modtage løbende informationer om sagens forløb
- Afsendelse af SMS til afbrudte kunder samt SMS ved genoptaget gasforsyning
- Beregning af gasemission

Tidsforbrug varierer afhængig af skadens karakter men kan estimeres til at være minimum 30 minutter pr. skade. På skadesstedet vurderer tekniker, hvilken fremgangsmetode skal anvendes til reparation af gasledning. Reparation udføres efter stoppet gasudslip vha. specialiseret klemmer som monteres i sikkerhedsafstand fra udslippet.

Evida har 2 fastansatte hold á 2 teknikere, der på Sjælland/i hovedstadsområdet kører ud til overgravningerne. I resten af landet, hvor overgravningsantal er mere spredt, er det teknikere, der som udgangspunkt er ansat til andre opgaver, som sammen med eksterne gravehold (entreprenører) sendes ud til overgravningerne.

Evakuering, hvor politi og brandvæsen er involveret, kan forekomme. Det er imidlertid meget afhængigt af de lokale forhold, og der er ikke direkte sammenhæng til størrelsen på ledningen eller overgravningen. Hvis lokale forhold indikerer mulig gasindtrængning ind i en bygning, må den evakueres. F.eks. ved ugunstig vindretning. Metanniveau i bygninger testes inden bygningen tages i brug igen efter evakuering. Der findes ingen data-grundlag for antal af overgravninger, hvor beredskaber involveres.

Reparation af beskadigede gasledninger medfører afbrydelse af gasforsyning til aftager. Efter afbrydelsen kan det vise sig nødvendigt at starte gasfyret. Hovedparten af forbrugere kan dog selv gennemføre opstarten, nogle kontakter Kontrolcenter for instruks, og hvis dette ikke hjælper, kontakter forbruger en autoriseret VVS-installatør. Udgiften faktureres videre til skadevolder.

Ikke alle forbrugere på beskadiget netstrækning bemærker afbrydelsen. Linepack i distributionsnettet kan være tilstrækkelig til at sikre mindre aftag af gas, sammenholdt med at mange net er ringforbundet, dvs. gassen kan flyde til forbruger ad to retninger. Evida oplyser, at mellem 1 og 500-600 kunder typisk bliver afbrudt ved en overgravning.

Evida redegør i deres årsrapporter bl.a. for graveskader (overgravninger). Tabel 10.1 opsummerer oplysningerne om overgravningerne i årsrapporten¹⁹:

Tabel 10.1 Oplysninger vedrørende overgravninger i gasdistributionsnettet

Oplysninger	2023
Antal udkald vedr. overgravninger	908
Heraf med responstid under 1 time, antal	851
Gennemsnitlig reparationstid (inkl. respons), 2023	3 timer og 6 minutter
Oppetid, procent	99,99 %
Metantab på nettet (overgravninger af eksterne)	13.127 ton CO ₂ -e

Kilde: [Evidas årsrapport for 2023](#)

¹⁹ [Evida, Årsrapport 2023](#)

Som det fremgår af tabellen, var Evidas responstid under 1 time ved 94 % af overgravningerne i 2023. Den korte responstid er mulig, da man har et døgnbemandet kontrolcenter, der sikrer hurtig respons, når overgravningerne indmeldes, og som samtidig løbende kontrollerer tryk og flow i gasdistributionsnettet. I 2023 var den gennemsnitlige reparationstid inklusiv responstid 3 timer og 6 minutter.

Når overgravningen repareres, gøres der ikke forskel på husstande og andre mindre forbrugere og virksomheder, der typisk er større forbrugere. Evida kan dog kontakte erhvervskunder (produktionsvirksomheder/processindustri) ved reparationer og trykfald, ligesom der ved større skader evt. laves en bypass-forbindelse imens reparationen pågår. Etablering af bypass sker jf. beredskabsplan, og typisk hvis skaden sker ved regulatorstationer, der forsyner mange kunder.

Når Evida beregner opetiden tages der udgangspunkt i, at de 325.000 privatkunder er forsynet med gas 365 dage om året 24 timer i døgnet: Dette svarer til en opetid på 100 %. I 2023 var opetiden således 99,99 %, hvilket er beregnet på baggrund af rå-data om antal afbrudte kunder, samt hvor længe de var afbrudt. Afbrud som følge af planlagt vedligehold indgår ikke i beregningen af opetid. Opetid i november 2024 var til sammenligning 99,9986 %.

Med en opetid på 99,99 % og 325.000 privatkunder (husholdninger) bliver den samlede antal forbruger-afbrudsminutter i alt ca. 17 mio. minutter ($365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot (1 - 99,99\%) \cdot 325.000$ kunder). Disse kundeafbrudsminutter fordeles på de ca. 900 overgravninger, hvilket giver et gennemsnitligt antal kundeafbrudsminutter pr. graveskade på knap 19.000 minutter (17 mio. minutter/900 overgravninger).

Estimerede samfundsøkonomiske omkostninger

Direkte omkostninger for ledningsejer og skadevolder

Evida har oplyst, at omkostninger til udbedring af graveskader er ca. 20.000 kr. per graveskade. Herudover kommer værdien af den gas, der tabes til atmosfæren i forbindelse med graveskaden, som kan beregnes til godt 11.000 kr. per graveskade. I alt bliver de direkte omkostninger til graveskader således ca. 31.000 kr. per graveskade.

Indirekte omkostninger for husholdninger

Der findes ikke noget officielt estimat for værdien af husholdningernes gener ved afbrud af gasforsyningen, men det forventes, at genen må være på niveau med genen ved et afbrud af fjernvarmen, da den bruges til samme formål (brugsvand og rumopvarmning). Det antages i beregningerne, at genen ved at mangle fjernvarme er 50 % af genen ved en strømafbrydelse, hvilket svarer til 46 kr./time. Det samme antages således for afbrud af gasforsyningen.

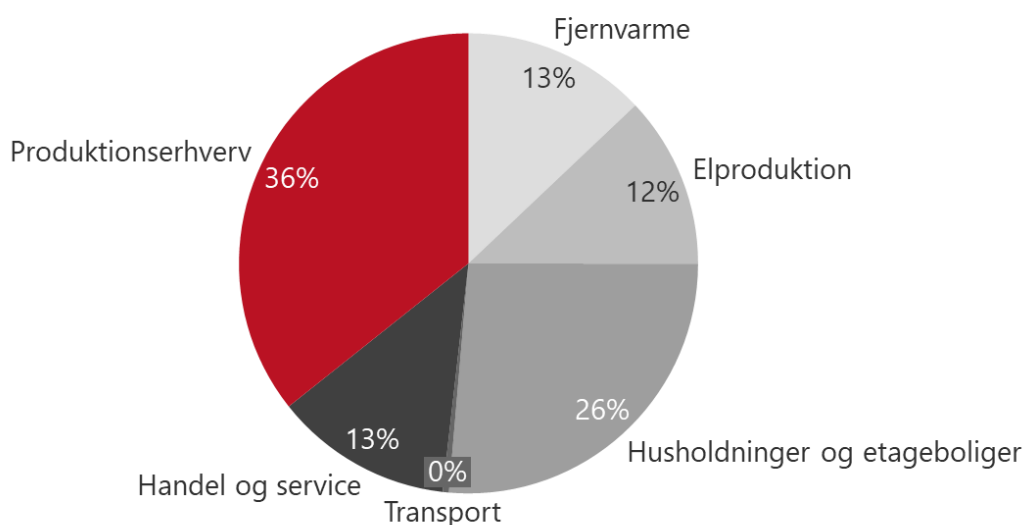
Anvendes det estimerede antal kundeafbrudsminutter pr. graveskade på de ca. 19.000 minutter, vil det betyde en samlet samfundsøkonomisk omkostning for husholdningerne på ca. 14.400 kr. pr. graveskade ($19.000 \text{ minutter} / 60 \text{ minutter pr. time} \cdot 46 \text{ kr. pr. time}$).

Indirekte omkostninger for virksomheder

Det samfundsøkonomiske tab for erhverv beregnes ved hjælp af produktionsfunktionsmetoden. Det vil sige, at udgangspunktet er i hvor høj grad et afbrud af gasforsyningen påvirker virksomhedernes produktion, og om de kan indhente den tabte produktion igen. Dette afhænger i høj grad af, hvilket formål gassen anvendes til.

Dansk Gasteknisk Center, som formidler fakta om gas på vegne af sektoren, har opgjort fordelingen af gasforbruget i Danmark i 2021, jf. Figur 10.2.

Figur 10.2: Fordeling af gasforbruget i Danmark, 2021



Kilde: NIRAS på baggrund af [Gasanvendelse](#).

Ifølge Dansk Gasteknisk Center er i alt ca. 363.000 kunder tilsluttet gasnettet i Danmark, hvoraf de ca. 325.000 er private villakunder, som primært anvender gas til opvarmning, og resten fordeler sig på opvarmning af større bygninger, dvs. dobbelthuse, klyngehuse, boligforeninger, kommunale bygninger (bl.a. etagebyggeri og skoler) og handels- og servicevirksomheder (bl.a. byggemarkeder og storkøkkener). Ligger flere boliger/bygninger tæt, forsynes de ofte med varme fra en blokvarmecentral. Gas til boligopvarmning er under afvikling, og der er en politisk ambition om, at alle gasfyr er afkoblet i 2035. Gas til opvarmning af husholdninger og etageboliger, handel og service står til sammen for ca. 39 % af gasforbruget.

36 % af det samlede gasforbrug anvendes i produktionserhvervene, hvor industrien står for det primære forbrug. Dette dækker bl.a. over fremstilling af fødevarer, plastik, glas og cement. Her anvendes gassen primært som procesvarme til opvarmning af vand, dampproduktion og til højtemperaturprocesser. I forbindelse med vand og damp anvendes gaskedler, hvor der til højtemperaturprocesser ofte anvendes gasbrændere. Den gasforbrugende industri er dertil overordnet set kendetegnet ved at svinge meget i sit forbrug hen over året, hvorved gassens relativt lave pris og de lave investeringsomkostninger i gaskedler og -brændere er fordelagtige.

25 % af det samlede gasforbrug anvendes til el- og fjernvarmeproduktion ved hjælp af kedler, turbiner og motorer. Værkerne er både små, decentrale værker baseret på kedler og gasmotorer og store, centrale kraftværker baseret på kedler til mange typer brændsel samt gasturbiner. Gas i el- og fjernvarmesektoren er dog under (langsom) udfasning til fordel for især store varmepumper.

Gas som transportbrændstof i komprimeret form anvendes pga. afgiftsforholdene i begrænset omfang i Danmark i dag – 0,3 PJ blev anvendt i 2021.

Et korterevarende afbrud af gasforsyningen til fremstilling af fjernvarme må forventes ikke at have nogen målbar samfundsøkonomiske omkostning. De fleste fjernvarmeforsyninger anvender varmeakkumulatortanke til at opbevare nok varme til, at de kan håndtere et produktionsstop af kortere varighed.

Afbrud af gasforsyning til elproduktion vil betyde, at der ikke kan produceres el i den pågældende periode. Nogle forsyninger har dog mulighed for at producere el via et back-up anlæg, f.eks. via en oliekedel. Hvis en elproducent ikke kan leve op til den indmeldte produktion i en given time, er den nødt til at købe den

manglende el i balancemarkedet. Antages det, at et gennemsnitligt anlæg producerer ca. 3 MW el i timen, og at et afbrud varer ca. 3 timer, mistes ca. 9 MWh elproduktion. Antages det, at prisen på den ikke-producerede el i balancemarkedet er ca. 1 kr. pr. kWh, giver det en samlet omkostning pr. afbrud på 9.000 kr., da der går 1.000 kWh på en MWh. Da gas til elproduktion udgør ca. 12 % af gasforbruget, må man ved en tilfældig placering af graveskaderne have en omkostning til tabt elproduktion på $9.000 * 12 \% = \text{ca. } 1.000 \text{ kr.}$ ved en gennemsnitlige graveskade.

Inden for gasforsyningen opererer man endvidere med såkaldt beskyttede og ikke beskyttede gasforbrugere. De ikke-beskyttede gasforbrugere vil blive afbrudt, så de beskyttede kunder kan modtage gas. I 2024/2025 ligger grænsen for at være en beskyttet virksomhed på et forbrug over 0,7 mio. m³ gas. De ikke beskyttede virksomheder findes på Energinets liste, som hovedsageligt består af store industrivirksomheder inden for fødevarerindustri, byggematerialer og medicin.²⁰

Energinet opfordrer de ikke-beskyttede virksomheder til at sikre sig selv imod potentielt forsyningssvigt for gas. Grænsen for at være ikke-beskyttet virksomhed er sænket signifikant i de senere år, og der har siden Ukraine-krigen været en stor aktivitet ift. installation af oliekedler i mellemstore virksomheder. Vi antager derfor i analysen, at disse virksomheder har back-up forsyning, f.eks. i form af en oliekedel, og de vil derfor ikke opleve tabt produktion som følge af et afbrud af gasforsyningen pga. en graveskade.

De resterende virksomheder, f.eks. i serviceerhverv, forventes primært at bruge gas til varmt brugsvand og rumopvarmning, dog med undtagelse af f.eks. storkøkkener. Serviceerhvervene må forventes at kunne håndtere situationen, så den ikke fører til tabt produktion (værditilvækst), da der som udgangspunkt ikke er 100 % kapacitetsudnyttelse, f.eks. via treholdsskift, i hele branchen. Hvis f.eks. et storkøkken ikke kan levere pga. afbrud af gassen, vil de enten flytte produktionen til et senere tidspunkt på dagen, så tabet indhentes igen, eller produktionen flytter hen til en konkurrent, f.eks. en lokal takeaway-virksomhed. Sidstnævnte situation er selvfølgelig et tab for storkøkkenet, men ikke for samfundet som helhed, da produktionen (værditilvæksten) i stedet opnås hos en anden virksomhed. Det antages på den baggrund, at afbrydelse af gasforsyningen til mindre virksomheder og serviceerhverv heller ikke vil føre til et målbart samfundsøkonomisk tab.

Afledte omkostninger

Der kan strømme gas ud ved en graveskade på en gasledning. Evidens opgør metantabet i forbindelse med graveskader til ca. 13.000 tons CO₂-e. Divideres med et årligt antal graveskader på ca. 900 fås en gennemsnitlig udledning på ca. 14,5 tons (13.000 tons/900). Udledning af klimagas svarende til 1 tons CO₂-e har en samfundsøkonomisk omkostning på 482 kr. tons, jf. Finansministeriets samfundsøkonomiske nøgletalskatalog.²¹ Denne pris skal ganges med nettoafgiftsfaktoren, for at udtrykke omkostningen i markedspriser. Nettoafgiftsfaktoren er 1,28. I alt er der således en afledt samfundsøkonomisk omkostning ved en graveskade på $14,5 \text{ tons} * 482 \text{ kr./tons} * 1,28 = \text{ca. } 9.000 \text{ kr.}$

Der indregnes ikke yderligere afledte samfundsøkonomiske omkostninger ved graveskader på gasledninger. Da der typisk allerede vil være afspærring af trafikken, vil en graveskade ikke medføre yderligere trafikale gener. Personskade i forbindelse med en graveskade på en distributionsledning er også yderst sjælden, da der jo tilkaldes politi og redning, når der er behov. Omkostninger til politi og brandvæsens indsats medtages ikke i opgørelsen, da deres omkostninger ikke afhænger af, om de bliver kaldt ud til en graveskade mere eller mindre.

Opsamling

²⁰ [Ingen garanti for forsyningsikkerhed af gas ved en alvorlig forsyningskrise.](#)

²¹ [Nøgletalskatalog - november 2024](#)

I alt estimeres en samfundsøkonomisk omkostning ved graveskader på gasledninger på ca. 55.000 kr. pr. graveskade jf. Tabel 10.2.

Tabel 10.2 Samfundsøkonomiske omkostninger, kr. pr. graveskade

Omkostningstyper	Omkostninger pr. graveskade
Direkte omkostninger, Evida og skadevolder	31.000 kr.
Indirekte omkostninger, husholdninger	14.400 kr.
Indirekte omkostninger, virksomheder	1.000 kr.
Afledte omkostninger, udledning af metan	9.000 kr.
I alt	55.000 kr.

Kilde: NIRAS