

# Ph.d. PIXI



**Linne Marie Lauesen**  
**Januar 2014 for**  
**Scandinavian Society of Trenchless Technology**



# Ph.d. PIXI

Linne Marie Lauesen

Januar 2014 for

Scandinavian Society of Trenchless Technology

## Kolofon

**Forfatter: Linne Marie Lauesen**  
**Udgiver: Scandinavian Society of Trenchless Technology (SSTT)**  
**Copyright: Linne Marie Lauesen og SSTT**  
**Kontakt: lil@vandogaffald.dk**



## Linne Marie Lauesen

Linne Marie Lauesen har fra Januar 2011 til Oktober 2013 skrevet Ph.d. afhandling på Copenhagen Business School (CBS) på Centre for Corporate Social Responsibility, institut for Interkulturel Kommunikation og Ledelse. Afhandlingen er samfinansieret mellem SSTT, Vand og Affald i Svendborg og CBS. Denne publikation er dedikeret SSTT.

# INDHOLDSFORTEGNELSE

Om denne publikation 4

En særlig tak til 5

Forudsætninger for beregning af CO<sub>2</sub> faktoren G/N 6

CO<sub>2</sub> faktoren G/N 10

Case studier 13

Case A 16

Case B 18

Case C 20

Case D 22

Case E 24

Case F 26

Case G 28

Case H 30

---

FIND MERE ONLINE PÅ [SSTT.DK](http://SSTT.DK)

## OM DENNE PUBLIKATION

### Linne Marie Lauesen



Linne Marie Lauesen er Ph.d. kandidat fra Copenhagen Business School i Danmark, hvor hun har skrevet Ph.d. afhandling omkring virksomhedernes sociale ansvar i vandsektoren. Denne afhandling er finansielt støttet af Scandinavian Society of Trenchless Technology (SSTT), Vand og Affald i Svendborg, samt Copenhagen Business School (CBS).

Denne Ph.d. PIXI er særligt tilegnet SSTT og dets medlemmer og udgør et særtryk omkring analysen af de projekter, som SSTT har bidraget med i processen, og som findes i Ph.d. afhandlingen.

### Scandinavian Society of Trenchless Technology

SSTT er en brancheforening som samler interessenter som ledningsejere, rådgivere, entreprenører og leverandører indenfor opgravningsfrie løsninger (No Dig) til sikring af en effektiv udbygning, vedligeholdelse og fornyelse af samfundets tekniske infrastruktur indenfor forsyningsbranchen i Skandinavien. SSTTs mål er at bidrage til en positiv og bæredygtig samfundsudvikling med et minimum af miljøbelastninger, ressourceforbrug og gener for omgivelserne. SSTT er et aktivt medlem af the International Society of Trenchless Technology (ISTT).

## EN SÆRLIGE TAK TIL

**Følgende personer har været særligt hjælpsomme undervejs i Ph.d. projektet, og derfor vil jeg gerne takke:**

Gerda Hald, Ole S. Øgelund, Magnar Sekse, Peter Ellegaard Larsen, Peder Bjerre Jacobsen, Michael Thomsen, Brian Bryder Rasmussen, Kurt Brinkmann Kristensen, Peter Hjortdal, Kristian Lindholdt Hansen, Lisbet Ringgaard Davidsen, Morten Nielsen, Carsten Cronqvist, Helle Mai Nielsen, Stefan Indahl, Katja Von Krogh, Hans Gillsbro, Arve Hansen, Ellen Margrethe Jahren, Martina Svedahl, Peer-Chr. Nordby, Kasper Bandholst Sørensen, Per Henrik Nielsen, Stine Hald, Espen Killingmo og Tina Juul-Madsen.

**Virksomheder, der har bidraget til projektet, og som fortjener en særlig tak herfor er:**

Aarhus Vand A/S

Munck Forsyningsledninger A/S

Norconsult Danmark A/S

Københavns Energi

Aarsleff Rørteknik AB

Vand og Affald

Per Aarsleff A/S

Vandcenter Syd

Arkil A/S

NCC

Oslo Vann & Avløp



## Forudsætninger for beregning af CO<sub>2</sub> faktoren G/N

Følgende valg og fravalg er foretaget i beregningen af CO<sub>2</sub> faktoren G/N:

- **No Dig består af en række forskellige teknologier**
  - I vores cases indgår strømpeforing, lining, styret underboring, bursting/cracking, rørpresning/mikrotunnellering.



- **Ikke alle “No Dig” projekter er fri for punktgravning**
  - Grave delen er således specificeret ud i “No Dig” projekterne således at CO<sub>2</sub> forbruget her kunne dokumenteres for den rene No Dig og den rene gravede del. Således har det været muligt teknisk og beregningsmæssigt at sammenligne No Dig med gravning.



## Forudsætninger for beregning af CO<sub>2</sub> faktoren G/N

- **Repræsentativitet**

- “No Dig” metoderne er valgt så repræsentative som muligt. Strømpeforinger (7 styk) er i de enkelte cases (ud over årscasen) repræsenteret hyppigere end for eksempel styret underboring (2 styk), anden lining (2 styk) cracking/bursting (2 styk), og mikrotunnelering/rørpresning (1 styk).
- Gravning udgør én samlet metode og forstås derfor som repræsentativ i sig selv.

- **Pulje-case**

- I én af casene er medtaget en forsynings samlede årsforbrug af grave- og No Dig løsninger på henholdsvis vand og spildevandsledninger, som omtales som en “pulje” case.
  - “Pulje” casen dækker en række forskellige ledningsdimensioner angivet for eksempel som  $\varnothing 160-1200$  mm. Det har ikke været muligt at separere enkeltprojekter ud af denne puljede case, men den har ikke nogen beregningsmæssig betydning for G/N-faktoren. Den puljede case indgår på lige fod med de andre enkelt-cases og bidrager til repræsentativiteten i G/N faktoren.

- **Gennemsnit**

- Beregningsteknisk er der valgt at udtrykke G/N faktoren som er en som median i stedet for traditionelt aritmetisk gennemsnit.
  - Dette skyldes at kurverne for casene samlet set er venstreskæv, hvilket gør medianen mere pålidelig som et gennemsnit end et traditionelt gennemsnit.



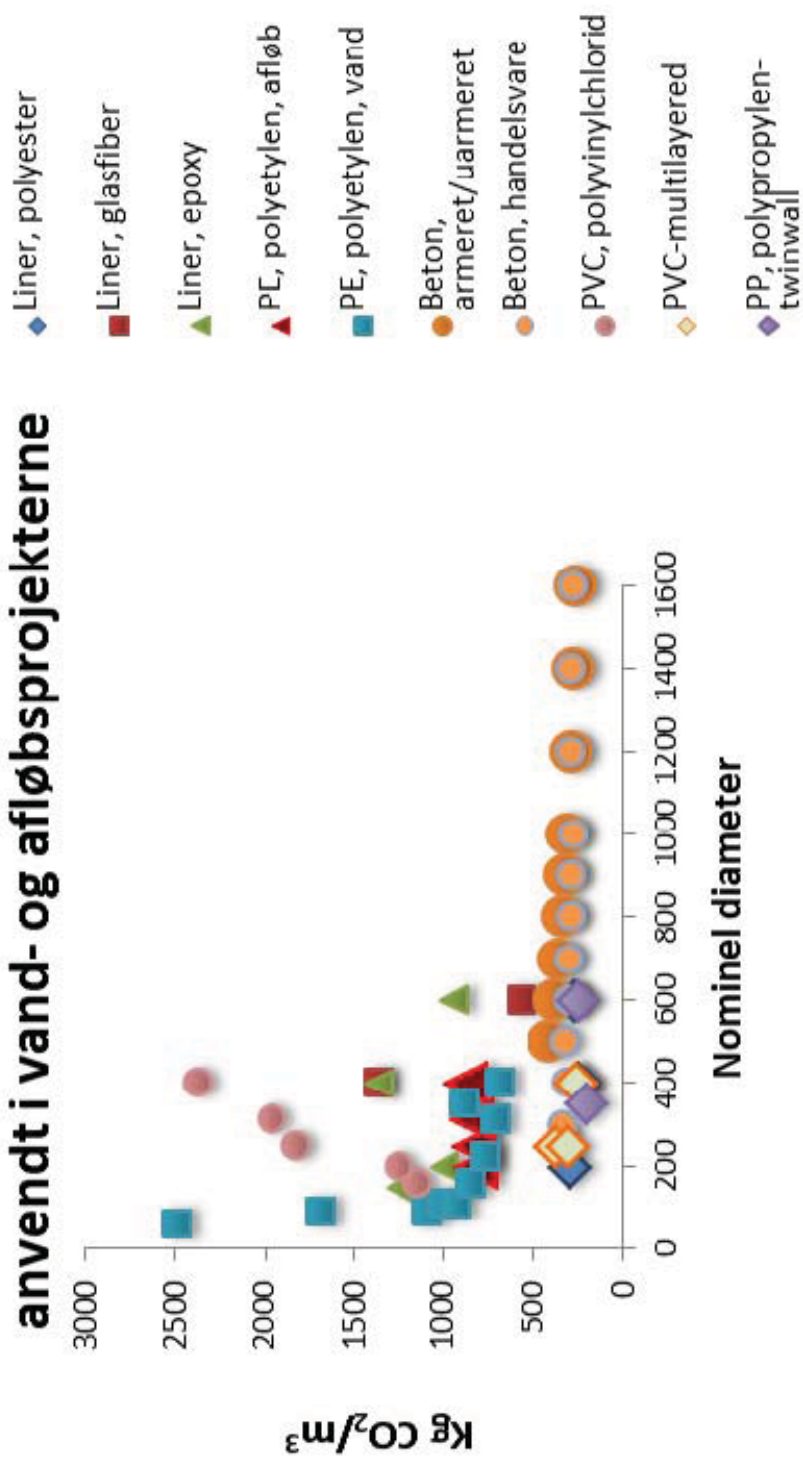
## Forudsætninger for beregning af CO<sub>2</sub> faktoren G/N

Følgende observationer har vist sig forklaringsgivende på delresultaterne:

- **Grafen på højre side viser hvor meget CO<sub>2</sub>-emission der udgøres af rørvalget i de enkelte cases:**
  - PE-rør i vandledninger bidrager væsentligt mere til den samlede CO<sub>2</sub>-emission end andre typer rør.
    - Vandledninger befinder sig typisk i lave dimensioner men har skærpede krav til uigennemtrængelighed, hvormed vægtykkelsen er relativt tykkere end i afløbsledninger.
    - Eftersom såvel materialer, transport og installation er medtaget i G/N faktoren ses derfor en relativt større CO<sub>2</sub>-emission her.
  - PVC, som nogle steder stadig anvendes i afløbsledninger, ses også som en væsentlig bidragsyder til det samlede CO<sub>2</sub>-emission.
    - Eftersom forsyningerne er ved at udfase PVC i afløbsprojekter har dette materiale ikke influeret væsentligt på beregningerne i de medtagne cases.
  - Eftersom G/N-faktoren udtrykker kg CO<sub>2</sub> per indre volumen rør i m<sup>3</sup> for at kunne sammenligne forskellige størrelser rør er det tydeligt at jo større indre volumen, jo mindre betyder materialevalget set i det samlede billede.

## Forudsætninger for beregning af CO<sub>2</sub> faktoren G/N

### CO<sub>2</sub> emission fra de forskellige rørmaterialer anvendt i vand- og afløbsprojekterne



## CO<sub>2</sub> FAKTOREN G/N

Nedenstående er vist de forskellige beregningsresultater og deres visuelle effekter set i forskellige sammenhænge.

I søjlekurven for henholdsvis gravning og No Dig ses forskellen mellem placeringen af gennemsnittet i forhold til den anbefalede median. Medianen er mest troværdig da det er den midterste værdi, som dermed lægger vægt på alle data, og lader ikke vægten af de største udsving fylde så meget som gennemsnittet gør.

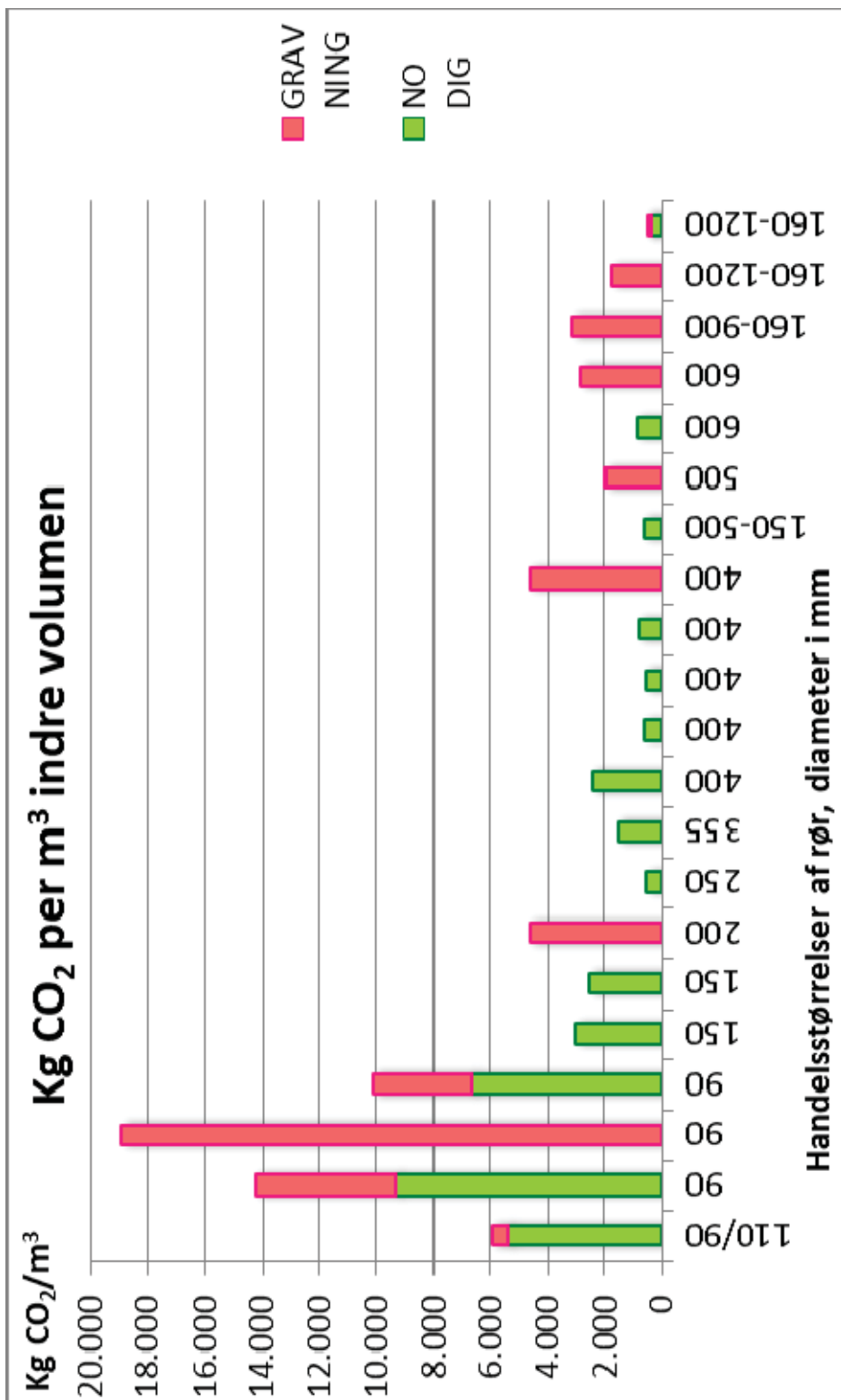
Resultatet nederst skal ses som en tommelfingerregel, det vil sige en anbefalet guideline for CO<sub>2</sub>-faktoren G/N.

ENHED  
for G/N:  
faktoren

**CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>3</sup>) Gravning**  
**CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>3</sup>) No Dig**

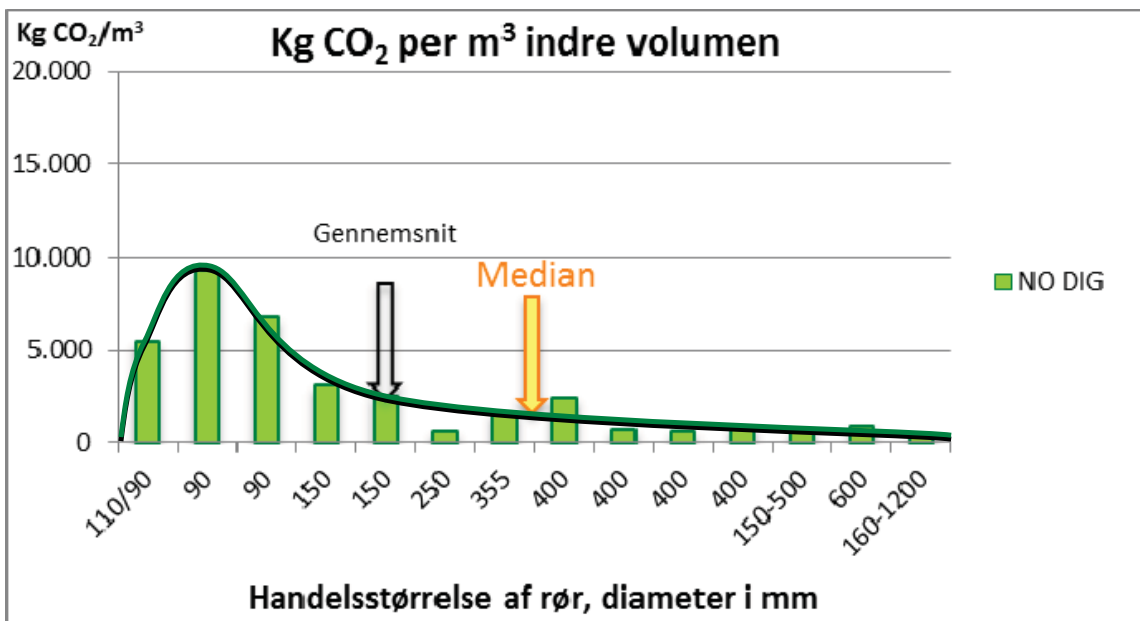
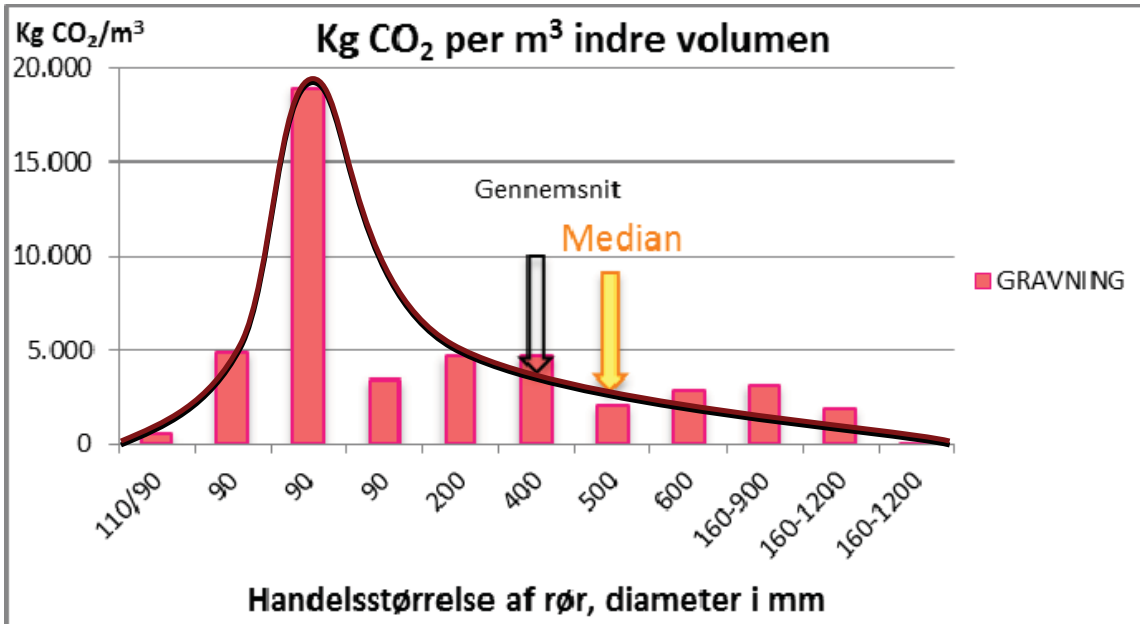
	Gravning (G)	No Dig (N)
Gennemsnit (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	4.283	2.545
Median (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	3.149	1.247
Gennemsnits relation	$\frac{G}{N} = \frac{\text{Gravning}}{\text{No Dig}} = 1,68$	
Median relation	$\frac{G}{N} = \frac{\text{Gravning}}{\text{No Dig}} = 2,53$	
Variation	Max G/N = 8,44	Min G/N = 0,30

## CO<sub>2</sub> FAKTOREN G/N



Alle projekter og deres indehold af forskellige ledninger og udførelsesmetoder er ovenstående vist i rækkefølge efter handlingsdimensioner af rør. Sammenstillingen heraf gør det muligt at sammenligne de gravede dele med No Dig delene. Gravning er illustreret med rød mens No Dig er illustreret med grøn. Forholdet for CO<sub>2</sub> udledning mellem gravning og No Dig er opgjort som en faktor, som fortæller hvor meget gravning i gennemsnit (median) udleder af CO<sub>2</sub> set i forhold til No Dig.

## CO<sub>2</sub> FAKTOREN G/N





## CO<sub>2</sub> FAKTOREN G/N

CO<sub>2</sub>-faktoren viser at gravede metoder i snit udleder 2,5 gange så meget emission af CO<sub>2</sub> som No Dig metoder.

Resultatet er fundet over et bredt, men repræsentativt udvalgt udsnit af projekter gennemført i Skandinavien i 2011-2013 i almindelige jordarter i byer.

Variationen viser at:

- **Den største G/N var en faktor 8,44**
  - (fundet i projekt H)
- **Den mindste G/N var en faktor 0,30**
  - (fundet i projekt G mellem gravning og rørpresning i ø800 mm).

# CO<sub>2</sub> faktor: G/N = 2,5

## CASE STUDIER

Alle case studier er foretaget indenfor Norge, Sverige og Danmark. Firanavne, deltagernavne, udførelsessted samt eventuelle konkurrencehæmmende oplysninger er anonymiserede. Alle cases foregår i byområder og i almindeligt forekommende jordarter eksklusive bjergsprængning. Rørmaterialer består af plast og beton, da dette var til rådighed. Casene er undersøgt med henblik på udledningen af CO<sub>2</sub> fra henholdsvis forskellige No Dig metoder og traditionel gravning. Efterfølgende præsenteres de enkelte cases hver for sig.

## CASE STUDIER



### Projekt A

Renovering af  $\varnothing 90$  og  $\varnothing 110$  mm vandledninger udført som styret underboring, bursting og traditionel gravning i et villakvarter.



### Projekt B

Stikrenoveringer af  $\varnothing 150$  mm afløbsledninger udført med to forskellige strømpeforingsteknikker i et bykvarter bestående af lejlighedskomplekser.



### Projekt C

Renovering af en  $\varnothing 200$  mm vandledning i stål udført med cracking i en mindre by. Resultatet er et ny  $\varnothing 355$  mm PE vandrør.



### Projekt D

Renovering af en  $\varnothing 400$  mm afløbsledning med strømpeforing i en mindre by.

## CASE STUDIER



### Projekt E

Test af tre forskellige No Dig installationer på afløbssiden i  $\varnothing 400$  mm med lining og strømpeforinger med damp og UV.



### Projekt F

Strømpeforing sammenlignet med en gravet plastledning på afløbssiden, begge i  $\varnothing 600$  mm.



### Projekt G

En forsynings samlede udførte ledningsprojekter for et helt år. No Dig udgøres mest af strømpeforing udover en rørgennempresning. Resten er gravet. Rørdimensioner fra  $\varnothing 150$ - $\varnothing 1600$  mm samlet set.



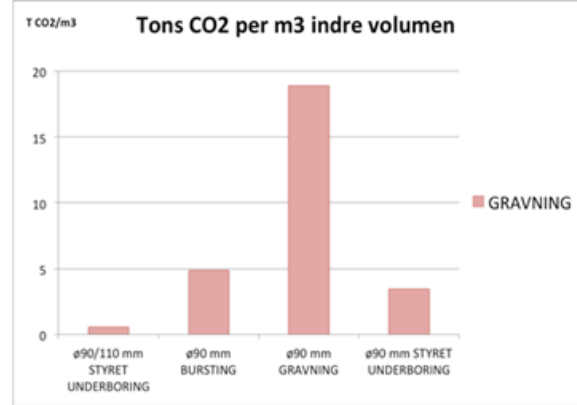
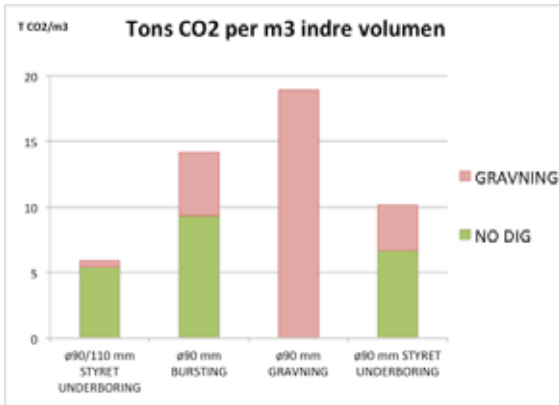
### Projekt H

Gravede spildevandsledninger i  $\varnothing 160/250$  mm og strømpeforede regnvandsledninger i  $\varnothing 500$  mm er sammenlignet med en traditionel gravet løsning af spildevandsledninger i  $\varnothing 160/200$  mm og regnvandsledninger i  $\varnothing 400$  mm.

## CASE STUDIER: PROJEKT A



Dette projekt består af  $\varnothing 90$  og  $\varnothing 110$  mm vandledninger udført som henholdsvis No Dig teknikkerne styret underboring og bursting samt traditionel gravning i et villakvarter. Projektet indeholder sammenlignelige strækninger med mange stik på hovedledningen. På hver villavej var der mellem 27 og 43 stik, som måtte graves for at hovedledningen kunne samles med stikkene, og denne del ses ved at selv de dele som indeholder mest No Dig også indeholder en del gravearbejder. Rørdiameteren ligger i den mindste ende hvilket gør at den samlede mængde  $\text{CO}_2$  ikke ligger på samme niveau som ved større diameter set i forhold til volumen. Der skal trods alt bruges noget maskinelt udstyr selv til små størrelser rørdiameter som gør at man ikke kan forvente samme lave  $\text{CO}_2$  udledning som ved de større rørdiameter når man sammenligner på volumenniveau.

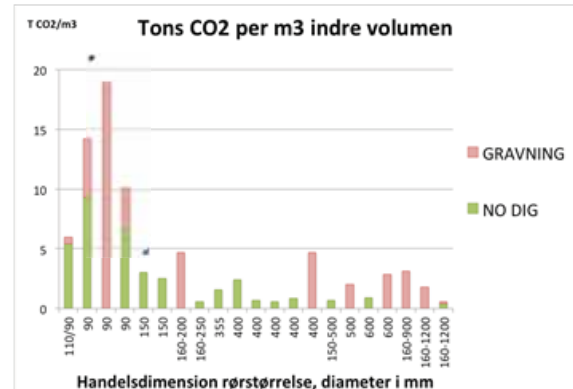
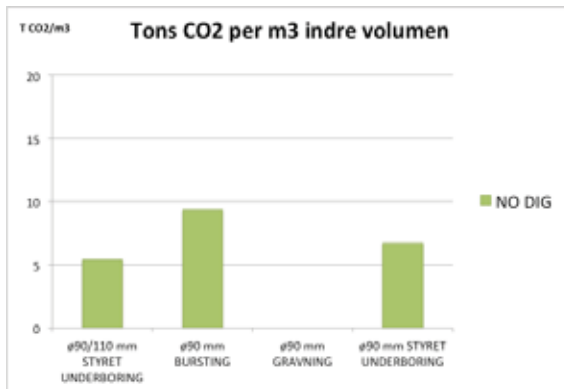


## CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt A

Dette projekt består fra venstre af styret underboring, bursting, gravning og styret underboring på villaveje med mange stik. Derfor ses punktvis gravning ud for hvert stik til parcellerne.

## CO<sub>2</sub> emission: gravning, A

På disse villaveje skulle der, bortset fra første strækning (3 stik), etableres mellem 27 og 43 stik.



## CO<sub>2</sub> emission: No Dig, A

De tre strækninger, hvorpå der blev etableret vandledning med No Dig teknikker, er der anvendt henholdsvis styret underboring og bursting.

## Samlet vurdering, projekt A

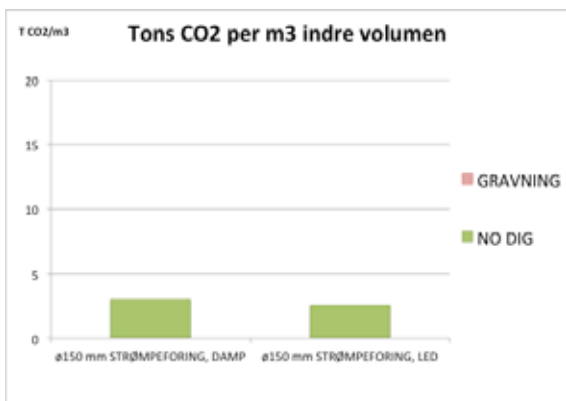
Ud af alle cases ligger projekt A i den høje ende af skalaen. De mange stik samt den lille størrelse rørdiameter gør at No Dig anses som bedste løsning.



## CASE STUDIER: PROJEKT B



Dette projekt består af en række stikreoveringer alle i størrelsen  $\varnothing 150$  mm i et kvarter bestående af lejlighedskomplekser udført med to forskellige No Dig strømpeføringsteknikker. Det ene hold stik er installeret med damp og det andet hold stik er installeret med LED. LED står for Light Emitting Diode og er en måde hvorpå man kan installere strømpeføring på som et alternativ til vand og damp. I dette forsøg anvendtes samme filtstrømpe for såvel vandinstallation som LED installation. Hermed kunne entreprenøren og bygherren se hvor stor forskellen i installationsdelen var mellem de to typer strømpeføringer.



### CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt B

Strømpeforingerne med henholdsvis damp og LED ligger i den lave ende af skalaen for CO<sub>2</sub>-emission samlet set. De ligger begge omtrent 2 gange højere end medianen for No Dig.

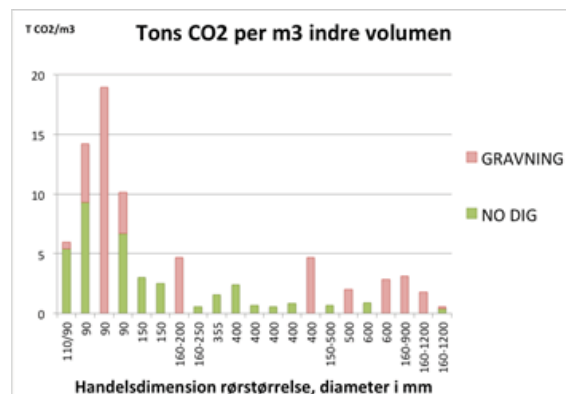
### Strømpeforing med damp

Strømpeforing med damp er kendt for at være mere vandsparende end en tilsvarende installation med vand. Der er anvendt samme filt i begge installationsprocesser.



### Strømpeforing med LED

Installationsdelen af en strømpeforing med LED udledte halvt så meget CO<sub>2</sub> som med damp per indre volumen (m<sup>3</sup>) strømpe.



### Samlet vurdering, projekt B

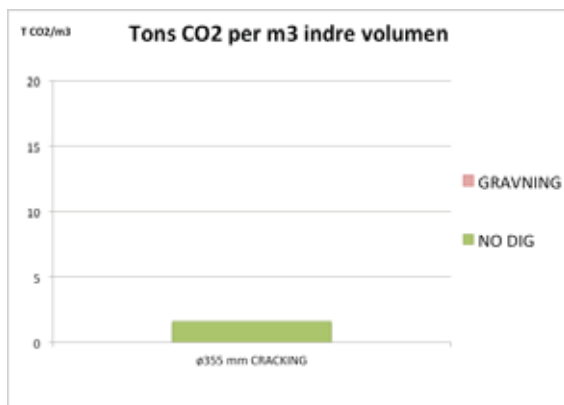
Projekt B ligger i den lave ende af skalaen om end begge løsninger ligger over medianen for No Dig. Installation med LED viste sig mest CO<sub>2</sub> reducerende af de to.

## CASE STUDIER: PROJEKT C



Dette projekt består af en vandledning, der blev udført med No Dig teknologien cracking i en mindre by. Cracking er en No Dig metode, der i dette tilfælde krakelerer det eksisterende  $\varnothing 200$  mm stålør og trækker et  $\varnothing 355$  mm PE rør igennem. Metoden kaldes også for "bursting", men der kan være forskel på hvordan "cracking" og "bursting" bruges som terminologi alt efter hvordan "sprænghovedet" er udformet og opererer i jorden. Nogle borehoveder vibrerer sig til krakelering mens andre bruger skærehoveder eller mikro-sprængninger.





## CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt C

Cracking ligger tæt på medianen for No Dig metoderne og udgør et godt udgangspunkt for en No Dig teknologi af middelværdi.

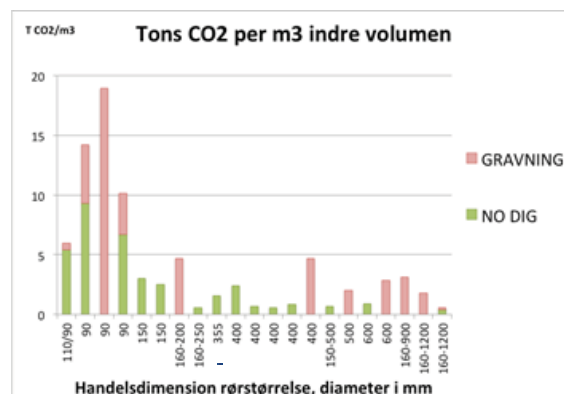
## Cracking

No Dig installationen for cracking udgør 9 % af den samlede CO<sub>2</sub> emission, rørmaterialet 91 % inklusive transport. Dette er et meget lille bidrag fra installationsdelen sammenlignet med fremstilling af rørmaterialet og transport.



## Usikkerhed

Det har ikke været muligt at spore hvor meget CO<sub>2</sub> emission transporten i selve projektet har udgjort eftersom dette ikke er blevet målt. For sammenligningens skyld er dette er skønnet til som i Projekt B for bursting til 3 %.



## Samlet vurdering, projekt C

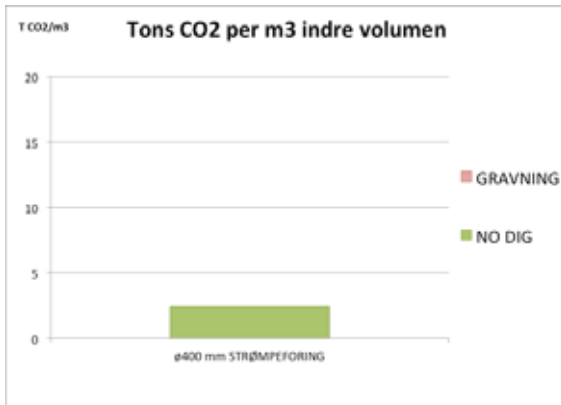
Projekt C viser sig som et udtryk for en "median" af No Dig. Den udleder mindre end halvt så meget CO<sub>2</sub> som medianen for gravning.

## CASE STUDIER: PROJEKT D



Dette projekt består af en afløbsledning, der blev udført med No Dig teknologien strømpeføring i størrelsen  $\varnothing 400$  mm i en mindre by. Strømpeføring er en meget anvendt No Dig teknologi også i større rørdimensioner. Projektet er med til at vise udbredelseshorisonten for hvilke No Dig teknikker der typisk anvendes indenfor de rørdimensioner der er til stede.  $\varnothing 400$  mm findes typisk i mange hovedledninger på afløbssiden i såvel mindre, mellemstore, og store byer. Denne størrelse findes typisk enten som fælleskloakerede ledninger eller som regnvandsledninger.





### CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt D

Strømpeforingen ligger på samme niveau som strømpeforingen fra projekt B.

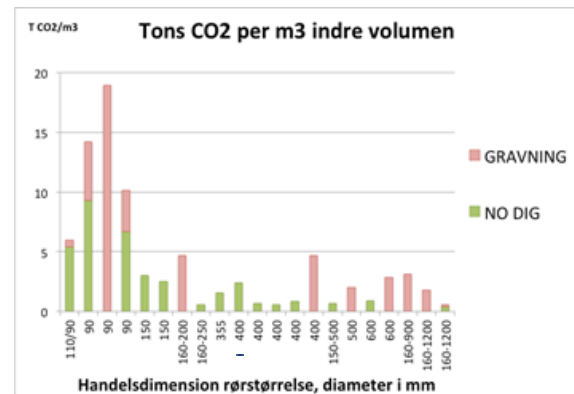
### Strømpeforing

No Dig installationen udgør 8 % af den samlede CO<sub>2</sub> emission, rørmaterialer 92 % inklusive transport.



### Usikkerhed

Eftersom strømpens oprindelsessted er ukendt er dennes transportdel regnet som fra entreprenørens hovedkontor.



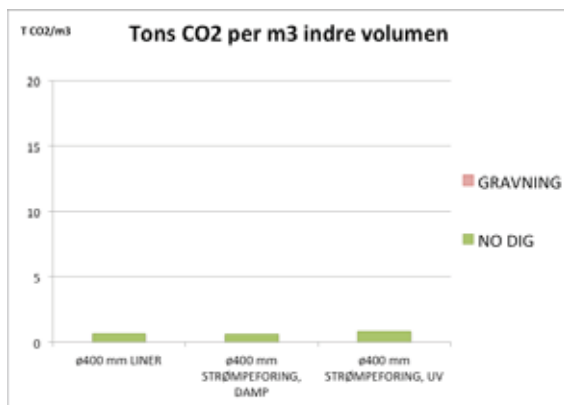
### Samlet vurdering, projekt D

Projekt D ligger i den lave ende af skalaen som 2 gange medianen for No Dig.

## CASE STUDIER: PROJEKT E



Denne case består af tre forskellige installationer af No Dig teknologier med forskellige linere/strømpeforinger indenfor afløbsledninger i  $\varnothing 400$  mm. Den første er en liner, som er sammenlignet med to traditionelle strømpeforinger udført med henholdsvis damp og UV-lys. Linere findes i mange forskellige varianter og installeres forskelligt fra type til type. Den anvendte liner i dette projekt er installeret med damp.



## CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt E

Alle tre liner/foringsmetoder ligger under medianen for No Dig metoderne og udleder noget af de laveste CO<sub>2</sub> emissioner.

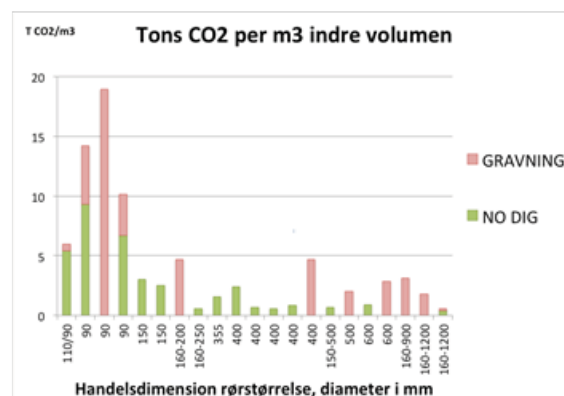
## Liner

Den testede liner udleder CO<sub>2</sub> emission svarende til halvdelen af medianen for No Dig metoderne.



## Strømpeforinger

De to strømpeforinger udleder henholdsvis halvdelen og 2/3 dele af CO<sub>2</sub> medianen for No Dig metoderne.



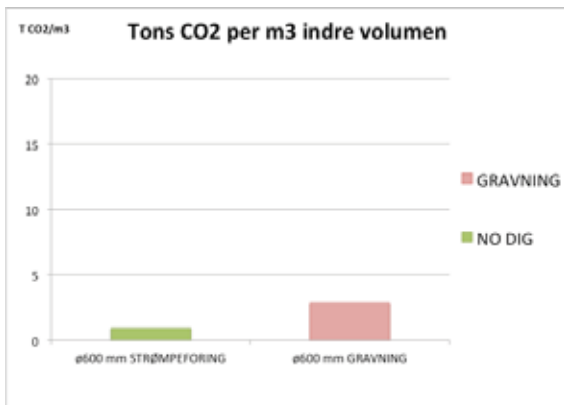
## Samlet vurdering, projekt E

Projekt E udleder mindre end eller halvt så meget CO<sub>2</sub> som medianen for No Dig.

## CASE STUDIER: PROJEKT F



Dette projekt består af strømpeføring sammenlignet med en gravet plastledning, begge i  $\varnothing 600$  mm. Begge ledninger er etableret i mindre byer. Denne case udgør det største eksempel for strømpeføring om end det er muligt at udføre dette i endnu større afløbsledninger. Der er ikke valgt at tage endnu større strømpeføringseksempler med end  $\varnothing 600$  mm eftersom dette ikke er så typisk i mellemstore og mindre byer. Dette eksempel viser at selv ved større rørdimensioner kan det betale sig i forhold til  $\text{CO}_2$  reduktion at tænke i No Dig løsninger. Dette skal ses i lyset af at mange ofte vælger traditionelle gravede løsninger når rørdimensionerne bliver store fordi det er den løsning man som beslutningstager er mest fortrolig med.

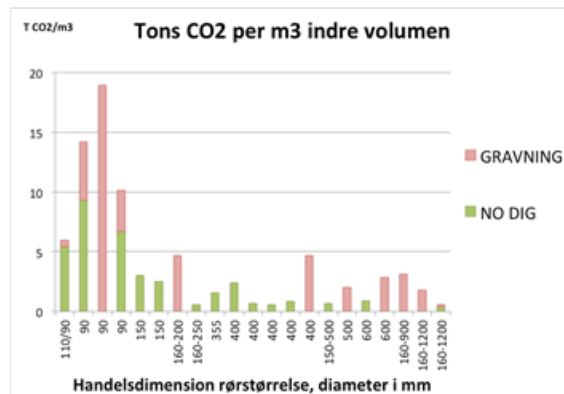


## CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt F

Projekt F giver som udgangspunkt et godt billede af det gennemsnitlige forhold mellem gravning og No Dig, nemlig G/N-faktoren på 2,5.

## Gravning

Den gravede ledning udleder lidt under medianen for gravning, og udleder cirka dobbelt så meget CO<sub>2</sub> som medianen for No Dig.



## Strømpeforing

Strømpeforingen udleder cirka 2/3 dele af medianen for CO<sub>2</sub> emission for No Dig metoderne.

## Samlet vurdering, projekt F

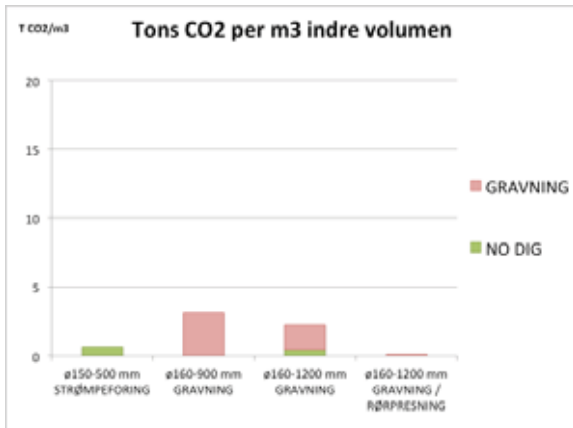
Samlet set afspejler projekt middelværdien i forskellen mellem CO<sub>2</sub> for gravning og No Dig.



## CASE STUDIER: PROJEKT G



Denne case består af en forsynings samlede udførte ledningsprojekter såvel gravede løsninger som No Dig for et helt år. No Dig udgøres mest af strømpeforing og enkelte rørgennempresninger. I alt spænder casen fra  $\varnothing 150$ - $\varnothing 1600$  mm. Eftersom casens projekter indeholder såvel små som større ledninger i én pulje, så bliver udfaldet af CO<sub>2</sub> emissionen per indre volumen rør i gennemsnit relativt lav. Casens repræsentativitet i sig selv er god i forhold til at den samler et års samlede projekter af ledningsanlæg for såvel vand og spildevandsledninger. Men casen er også speciel i og med at den ikke repræsenterer et bredt udvalg af forskellige No Dig projekter, men en forsynings foretrukne valg af No Dig metoder, mens den samtidig udelukker andre valg. Derfor er den god til at afbalancere de samlede cases, hvis fordeling bliver mere sandsynlige set på tværs af forsynings valg.



## CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt G

Projekt G er som en rigtig god case eftersom alle metoder ligger på eller under medianen for henholdsvis gravning og No Dig.

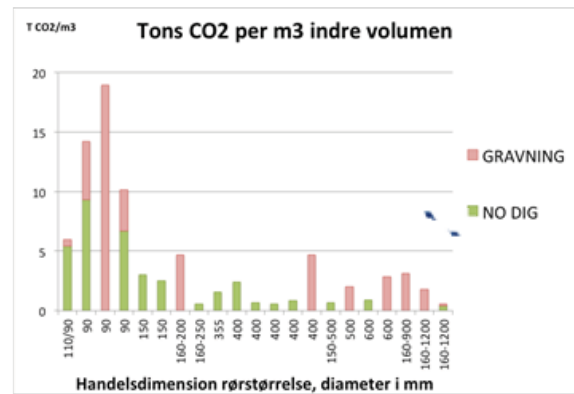
## Gravning

Gravning i 2. eksempel fra venstre udgør medianen for gravning, mens den i 3. og 4. eksempel ligger langt under denne.



## No Dig

Strømpeforingen og rørpresning, ligger henholdsvis på halvdelen samt en tredjedel af medianen for CO<sub>2</sub> for No Dig.



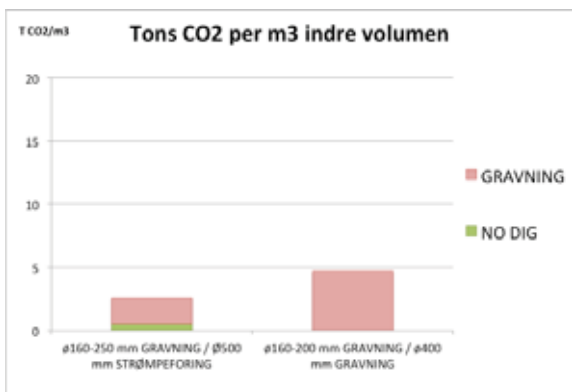
## Samlet vurdering, projekt G

Samlet set ligger projekt G enten på eller under medianerne for henholdsvis gravning og No Dig.

## CASE STUDIER: PROJEKT H



Denne case består af en kombineret gravet/strømpeforet løsning af spildevandsledninger i  $\varnothing 160/250$  mm og regnvandsledninger i  $\varnothing 500$  mm, som er sammenlignet med en traditionel gravet løsning af spildevandsledninger i  $\varnothing 160/200$  mm som regnvandsledninger i  $\varnothing 400$  mm. I det første eksempel er den eksisterende fællesledning strømpeforet mens nye spildevandsledninger er gravet, mens det andet eksempel indeholder en traditionel udskiftning af den eksisterende fællesledning med gravningen af en nye spildevands- og regnvandsledninger. Dette projekt blev udført da bygherren ønskede at vurdere virkningen af en kombinationsløsning mellem No Dig og gravning holdt op mod en traditionel gravning af begge ledninger.



## CO<sub>2</sub> emission i alt i projekt H

Projekt H er en meget realistisk case som viser hvilke valg mange ledningsejere står overfor i dagligdagen.

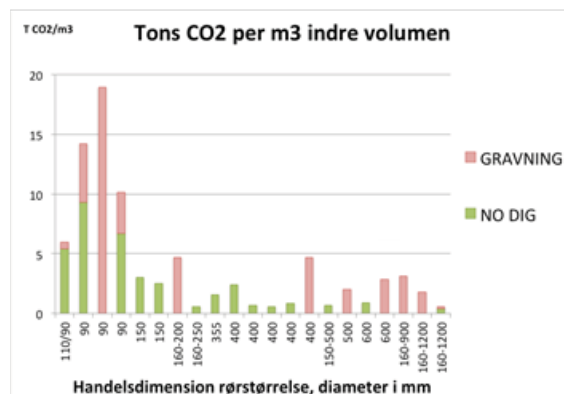
## Gravning af begge ledninger

Gravningen af begge ledninger ligger en halv gang over medianen for gravning.



## Strømpeforing + gravning

Kombinationen af strømpeforing og traditionel gravning ligger under medianerne for gravning og No Dig.



## Samlet vurdering, projekt H

Samlet set repræsenterer projekt H en realistisk gravet løsning og en spændende kombinationsløsning mellem gravning og No Dig.

## **Scandinavian Society of Trenchless Technology**

C/O Tina Juul Madsen,

Juul-consult

Tel: +45 5089 4489

e-mail: [tina@juul-consult.dk](mailto:tina@juul-consult.dk)

Web: [SSTT.DK](http://SSTT.DK)

## **Scandinavian Society of Trenchless Technology**

**C/O Tina Juul Madsen,**

**Juul-consult**

**Tel: +45 5089 4489**

**e-mail: [tina@juul-consult.dk](mailto:tina@juul-consult.dk)**

**Web: [SSTT.DK](http://SSTT.DK)**