

# Skal vi pakke fjernvarmerørerne ind i glas?

Frederiksberg Forsyning har i et testprojekt sammenlignet brugen af henholdsvis klassisk rørgrus og celleglas til at fylde op med omkring fjernvarmerør. Projektet viser både fordele og ulemper ved brugen af celleglas.

## OM FORFATTEREN



### JAN VEJNAA HANSEN

er seniorspecialist hos Frederiksberg Forsyning i afdelingen Energi og Miljø, hvor han blandt andet arbejder med udviklingsprojekter indenfor fjernvarme og varmebesparelser samt med bæredygtighed og solceller.

**CELLEGLAS** Traditionelt set er det rørgrus, man fylder omkring fjernvarmerør, når de bliver lagt i jorden.

I 2019 hørte Frederiksberg Forsyning om et projekt, hvor Næstved Fjernvarme og producenten Dansk Celleglas havde afprøvet et nyt materiale, celleglas fra Durapor, som alternativ til rørgrus.

Durapor-celleglas består af up-cyclet glas af en type, som ikke kan genanvendes og derfor ellers skal deponeres.

En anden fordel med materialet er dets isolerende egenskaber. Testresultaterne fra Næstved havde vist et reduceret varmetab målt uden på rørene på mellem 40 og 50 procent, når man anvendte celleglas i stedet for rørgrus (omtalt i magasinet Fjernvarmen nr. 3, 2019).

En sænkning af varmetabet i den størrelsesorden er ret interessant. Forestiller man sig en sådan varmebesparelse udbredt til hele Frederiksberg Forsynings fjernvarmeledningsnet, ville det betyde en samlet varmebesparelse på ca. 22-28 GWh/år, svarende til en årlig reduktion af omkostningen til varmekøb på ca. 5-6 mio. kr./år og en CO<sub>2</sub>-reduktion på ca. 800-1.000 ton/år (med emissionsfaktor for fjernvarme på Frederiksberg i 2021 på 36,8 g CO<sub>2</sub>/kWh).

### Testprojekt sættes i gang

Da Frederiksberg Forsyning i 2021 stod for at skulle renovere 300 meter fjernvarmeledninger med præ-isolerede enkelttrør Ø168/315 serie 3, besluttede vi os for at indarbejde et testprojekt for en del af strækningen, hvor vi kunne sammenligne anvendelse af celleglas med rørgrus til at fylde omkring fjernvarmerør.

Formålet med testen var at undersøge:

- Varmebesparelser – hvad er reduktionen af varmetabet ved brug af celleglas?
- Teknisk realiserbarhed.
- Påvirkninger af den miljømæssige, den økonomiske og den sociale bundlinje.

Teststrækningen ligger på Hoffmeyersvej, Frederiksberg – et sted, hvor der ikke er afgreninger på en strækning af cirka 27 meter. Det gav mulighed for, at man kunne lægge to 12-meter rør for både frem- og returløb i umiddelbar forlængelse af hinanden. På den ene 12-meter strækning af frem- og returløbsrør blev der fyldt celleglas rundt om rørene, og på den anden rørgrus.

Rørene for både frem- og returløb blev svejset sammen og stillet oppe på jorden, så man relativt nemt kunne påsætte temperaturfølere.

Figur 1 viser processen med at fylde celleglas i grav før nedlægning af rør, mens figur 2 viser det ene rør med påmonteret måleudstyr, som er ved at blive lagt ned i graven.

### Målinger

Forskellen i varmetabet fra rørene lagt i de to materialer er blevet bestemt ved temperaturmålinger på ydersiden af kappen.

Temperaturerne måles på ydersiden af kappen i rørenes omkreds på frem- og returløbsrøret på en strækning, hvor der er anvendt celleglas, og på en strækning med rørgrus. Fremløbs- og returløbstemperaturer måles også. Der er i alt 36 målepunkter, se figur 3.

### Resultater af temperaturmålinger

I figur 4 ses de gennemsnitlige målte månedsværdier for temperaturen på ydersiden af kappen for frem- og returløbsrørene i både celleglas og rørgrus.



**FIGUR 1:** Durapor fyldes i grav før nedlægning af rør.

Temperaturen er højere for rørene lagt i celleglas end rørene lagt i rørgrus.

Dette viser, at varmetabet er mindre for rørene lagt i celleglas. Her gælder det også, at temperaturforskellen mellem frem- og returløbsrøret er større (2,3 K-3,8 K) end i rørgrus (0,4 K-1,3 K).

Varmetabet er bestemt ud fra de målte kappetemperaturer med en metode verificeret af Teknologisk Institut.

Ud fra de målte temperaturer i 2023 opgjort som middeltemperaturer på månedsbasis og gennemsnitlige kappetemperaturer i rørenes omkreds er der beregnet en reduktion af varmetabet på knap 15 procent, når fjernvarmerørene lægges i celleglas frem for i rørgrus.

Det skal bemærkes, at resultatet er gældende for det aktuelle projekt, og at reduktionen af varmetabet kan være anderledes for andre rørdimensioner, isoleringsklasser, rørafstande og omkringfyldningsprofiler.



FIGUR 2: 24 meter fjernvarmerør med påmonteret måleudstyr bliver nedsænket i grav.

#### Konklusion:

Varmetabet reduceres med knap 15 procent ved anvendelse af Durapor-celleglas frem for rørgrus.

#### De tre bundlinjer

Frederiksberg Forsyning arbejder med den miljømæssige, den økonomiske og den sociale bundlinje.

Et centralt element for Frederiksberg Forsynings arbejde med miljø er de planetære grænser, som definerer ni miljøsystemer, der er kritiske for planetens stabilitet. Hvis disse overskrides, kan det føre til uoprettelige

og potentielt irreversible skader på miljøet og økosystemerne.

Menneskers påvirkning har forårsaget, at seks ud af ni planetære grænser er overskredet på nuværende tidspunkt, se figur 5. Det grønne område kaldes det sikre råderum.

Frederiksberg Forsyning har valgt at have særligt fokus på fire planetære grænser:

- Klimaforandringer.
- Tab af biodiversitet.
- Miljøforurenende stoffer.
- Brug af ferskvandsressourcer.



## Komplet produktprogram i rør, fittings og muffer

**Hos PipeLink fokuserer vi på at levere komplette løsninger inden for rørsystemer.**

Vi tilbyder et bredt udvalg af produkter til fleksible rør, herunder PEX, Alupex, Stålflex, Kobberflex samt forstærket PEX i store dimensioner til høje temperaturer. Vores sortiment omfatter både enkelt- og twinrør.

Vi leverer anerkendte og godkendte produkter, der opfylder europæiske standarder, så I kan være sikre på høj kvalitet og driftssikkerhed.

#### Forstærket PEXrør

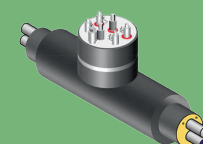


#### Kontakt

Verner Rosendal  
vr@pipelink.dk  
T. +45 4016 2309

Kenneth D. Sørensen  
kds@pipelink.dk  
T. +45 3014 5084

#### Afspærringsventil m. 2 udl/aftap twin



[www.pipelink.dk](http://www.pipelink.dk)

Nordre Strandvej 1, Hjørnø / 7130 Juelsminde, Danmark



#### Leveringsklar

Med PipeLink kan du levere dit næste projekt til tiden i henhold til specifikationer og med den rette kvalitet. Vores fleksible forsyningskæde sikrer, at jeres projekter overholder tidsplaner og krav i samarbejde med kunder og marked.



Vi bruger livscyklusvurderinger til at monitorere og dokumentere forbedringer på miljømæssig bæredygtighed. I 2022/2023 fik vi udarbejdet en "Klima- og miljøvurdering" for Frederiksberg Forsyning 2021, som afdækkede de miljømæssige belastninger for alle vores aktiviteter og forsyningsarter. Med den viden kan vi prioritere vores indsats til de områder, hvor vi opnår stor reduktion af vores påvirkning, og/eller hvor vi selv har stor indflydelse.

For testprojektet med celleglas og rørgrus er der lavet livscyklusvurderinger over en periode, som afspejler fjernvarmerørens forventede levetid på 65 år.

Miljøvaredeklarationer (EPD) er anvendt for begge materialer, i det omfang data er tilgængelige, og i de samme faser, hvilket der har været for produktionsfasen (A1-A3) samt for bortskaffelsesfasen med opgravning og sortering (C1).

For byggeprocesfasen med transport til brugssted (A4) er der anvendt data fra ecoinvent-databasen. Til kvantificering af miljøpåvirkninger for ekstra varmetab ved brug af rørgrus (B6) er der anvendt påvirkning for fjernvarmesalg som bestemt i den førnævnte "Klima- og miljøvurdering for Frederiksberg Forsyning 2021".

Samlet set får man med den øvelse kvantificeret de miljømæssige belastninger ved anvendelse af de to forskellige materialer.

Denne påvirkning kan holdes op mod grænseværdierne for de globale planetære grænser. Resultaterne er vist i tabel 1, mens figur 6 viser miljøpåvirkningernes andel af de fire planetære grænser.

## Miljøbelastning

Rørgrus har et højere varmetab end celleglas, hvilket i en sammenligning bidrager til at øge miljøbelastningerne for rørgrus. For rørgrus er det angivet, at andelen af den planetære grænse Klimaforandringer ligger i et interval på 0,000000021-0,000000042 procent. Den høje værdi gælder dog kun, hvis man regner med samme emissionsfaktor for fjernvarme over hele betragtningsperioden.

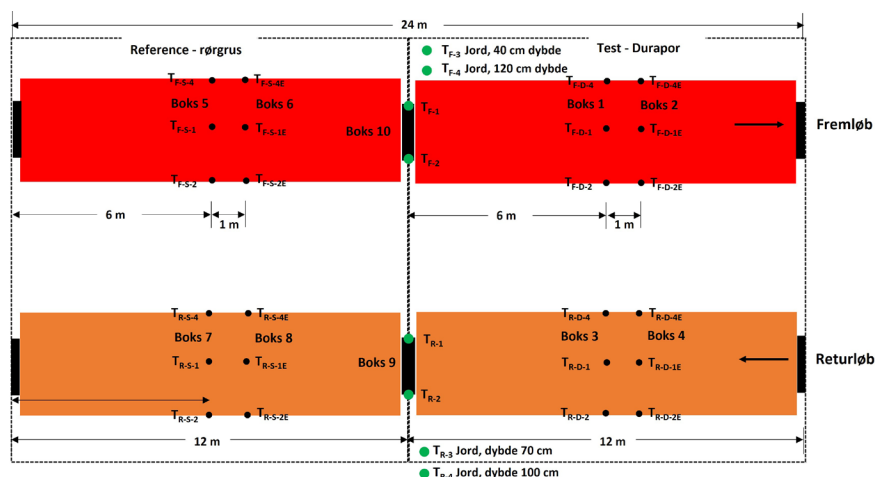
For selve fjernvarmeproduktionen – altså uden opstrømsbelastninger mv. – forventes klimapåvirkningen

(efter de officielle opgørelsesprincipper) at være nul indenfor en kortere årrække. I 2021 udgjorde denne del ca. to tredjedele af den samlede klimapåvirkning for fjernvarmesalg.

Regnes der – mere korrekt – med den forventede gennemsnitlige klimapåvirkning for hele perioden på 65 år fra rørgrus' ekstra varmetab (som fylder meget i den samlede klimapåvirkning for rørgrus), udgør anvendelse af rørgrus i testprojektet 0,000000021 procent af den planetære grænse for klimaforandringer.

Anvendelse af celleglas frem for rørgrus øger belastningen på de tre planetære grænser Klimaforandringer, Tab af biodiversitet og Brug af ferskvandsressourcer med henholdsvis 26 procent, 83 procent og 500 procent, mens det formindsker belastningen på den planetære grænse Miljøforurenende stoffer med ca. 76 procent.

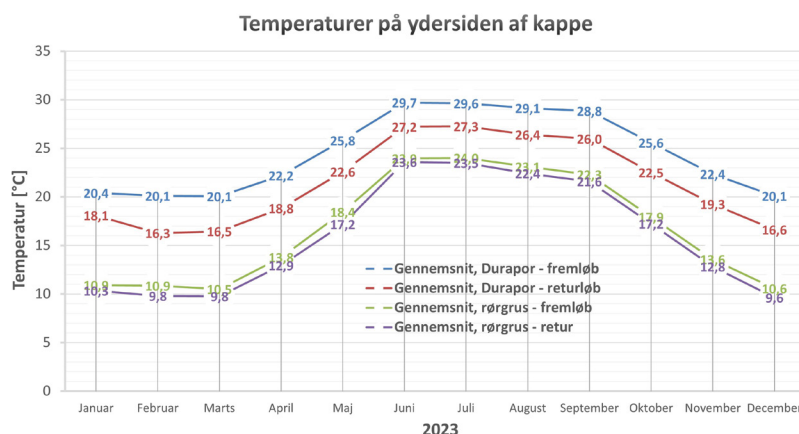
De to planetære grænser Tab af biodiversitet og Miljøforurenende stoffer måles begge i samme enhed, og da miljøpåvirkningen for Tab af biodiversitet er mange gange større end



FIGUR 3: Placering af temperatursensorer.

Placering af temperatursensorer set ovenfra.

Bemærk, at der også sidder temperatursensorer på den underste del af rørene.



FIGUR 4: Månedsværdier for temperatur

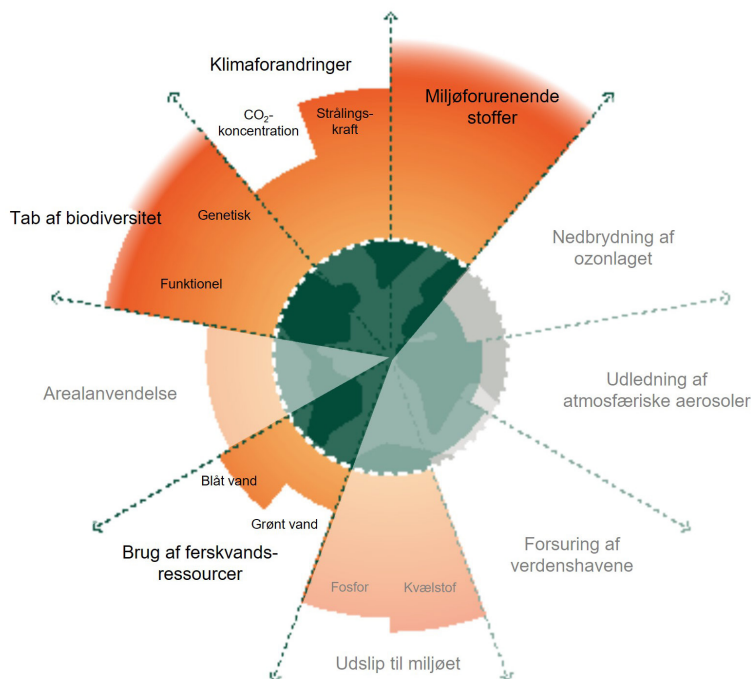
Gennemsnitlige målte månedsværdier i 2023 for temperaturen på ydersiden af kappen for frem- og returløbsrør i både Durapor og i rørgrus.

Planetær grænse	Durapor	Rørgrus	Global grænse
Klimaforandringer [t CO <sub>2</sub> e]	0,97	0,77-1,52	3,61 Gt CO <sub>2</sub> e pr. år.
Biodiversitet, tab af [arter.år]	5,08E-05	2,78E-05	195.000 arter.år pr. år.
Miljøforurenende stoffer [arter.år]	1,06E-06	4,48E-06	195.000 arter.år pr. år.
Brug af ferskvandsressourcer [km <sup>3</sup> ]	1,07E-07	1,79E-08	2119 km <sup>3</sup> pr. år.

TABEL 1: Livscyklusvurdering

Resultater af livscyklusvurderingerne for Durapor-celleglas og rørgrus samt grænseværdier for de fire udvalgte planetære grænser.





**FIGUR 5: De planetære grænser**

De planetære grænser vist for alle aktiviteter på planeten med sikkert råderum angivet i midten samt global overskridelse af grænserne med orange-rødlig visning (modificeret i forhold til Frederiksberg Forsynings arbejde med miljømæssig bæredygtighed efter Planetary boundaries – Planetary boundaries – Stockholm Resilience Centre).

for Miljøforurenende stoffer for både celleglas og rørgrus, kan man se bort fra påvirkningen af den planetære grænse Miljøforurenende stoffer, når man skal vurdere, hvilket omkringsfyldningsmateriale der samlet set er mindst miljøbelastende.

#### Konklusion:

Ud fra de foretagne livscyklusvurderinger konkluderes det samlet set, at anvendelse af Durapor-celleglas har en større miljøbelastning end rørgrus.

#### Pris

Durapor-celleglas er cirka otte gange dyrere i indkøb end rørgrus. Opska-

lerer man testprojektet til et mere generelt projekt, koster det med Durapor cirka 915 kr. pr. meter dobbeltrør mere at etablere end med rørgrus og giver en årlig varmebesparelse på knap 12 kr./m/år. Det svarer til en simpel tilbagebetalingstid på cirka 77 år.

Betrager man en længere tidshorisont, enten fordi rørene holder længere end 65 år, eller fordi man kan genbruge fyldmaterialerne ved udskiftning af rør, kan det samlede økonomiske regnskab komme til at gå i nul eller måske endda i plus. Der er dog en relativt stor usikkerhed forbundet med at bruge så lang en tidshorisont.

#### Konklusion:

Det konkluderes, at Durapor-celleglas er dyrere at anvende end rørgrus, medmindre tidshorisonten er længere end knap 80 år, eller man kan genbruge fyldmaterialerne.

#### Arbejds miljø

I forhold til den sociale bundlinje er der set på de arbejdsmiljømæssige aspekter. Celleglas har nogle arbejdsmiljømæssige fordele, da det er let og dermed et nemt materiale at arbejde med.

Entreprenørerne slipper med celleglas for det normalt tunge og manuelle arbejde med at nivellere opfyldningsmaterialet i ledningsgraven.

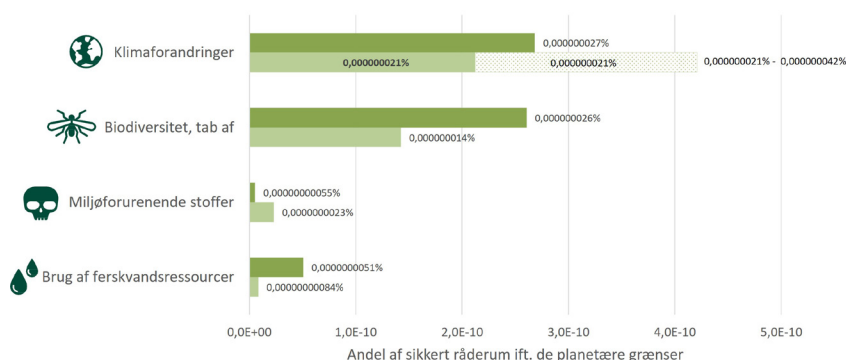
En bekymring fra entreprenørernes side og en reel risiko er eventuelt negative (men endnu ukendte) helbredsmæssige langtidseffekter ved arbejdet med celleglas. Dette kunne specielt være, når materialet knuses, hvilket blandt andet sker ved komprimering.

#### Konklusion:

Durapor-celleglas er nemt at arbejde med, men der er udtrykt bekymring for eventuelle helbredsmæssige negative langtidseffekter. ■

## 4 TING, vi har lært

- 1 Varmetabet fra det pågældende fjernvarmerør kan reduceres med ca. 15 procent om året ved at anvende Durapor-celleglas som omkringfyld.
- 2 Anvendelse af celleglas har en større miljøbelastning end rørgrus.
- 3 Celleglas er dyrere at anvende end rørgrus, medmindre tidshorisonten er længere end knap ca. 80 år, eller man kan genbruge fyldmaterialerne.
- 4 Celleglas er nemt at arbejde med, men der er udtrykt bekymring for eventuelle helbredsmæssige negative langtidseffekter.



**FIGUR 6: Miljøpåvirkning**

Miljøpåvirkningernes andel af de fire planetære grænser for anvendelse af Durapor og rørgrus i testprojektet.