

VALG AF PLAST- ELLER STÅLRØR TIL FJERNVARMEDISTRIBUTION



NIRAS A/S

Østre Havnegade 12
9000 Aalborg
Tel. +45 96306400

www.niras.dk

niras@niras.dk

CVR-nr. 37295728

F&U-kontoen: Afrapportering

Samarbejde mellem:

- NIRAS,
- Brønderslev Forsyning,
- Viborg Fjernvarme,
- Aars Fjernvarme,
- Støvring Kraftvarmeværk

Udarbejdet af

Line Paulin Pedersen

E: lpp@niras.dk

Sidsel Skov Birkbak

E: sibi@niras.dk

Rasmus Aaen

E: ra@niras.dk

Internt projekt nr. 223540

 **Brønderslev Forsyning**


AARS FJERNVARME


Viborg Fjernvarme
NEMT TRYGT BILLIGT


STØVRING KRAFTVARMEVÆRK A.m.b.a.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Projektets formål og afgrænsning.....	1
2	F&U konto ansøgning.....	3
2.1	Deltagere i projektet.....	3
2.2	Projektets faser	4
3	Workshops.....	5
3.1	Workshop 1 – Opstartsworkshop	5
3.2	Workshop 2.....	7
4	Case: Hyrdebakken, Viborg	9
4.1	Case-beskrivelse	9
4.2	Termis	12
4.3	Projektområdets sammenligningsgrundlag	14
4.4	Resultater.....	16
5	Perspektiver for plastrør	19
5.1	Andre forudsætninger	19
5.2	Projekter med Thermaflex' plastløsning	20
5.3	Anvendelse af LOGSTOR Alupex som hovedledning	21
6	Konklusion.....	23
7	Bilag	25
7.1	Præsentation ved Carsten Bojesen, Aalborg Universitet	25
7.2	Workshop 1: Spørgsmål og svar	32
7.3	Workshop 2: Spørgsmål til forsyningerne – svar ark.....	35
7.4	Workshop 2: Forsyningernes svar	36

AFRAPPORTERING

Projektet er udarbejdet i et samarbejde mellem NIRAS A/S, Viborg Fjernvarme, Brønderslev Forsyning A/S, Aars Fjernvarme A.m.b.a., Støvring Kraftvarmeværk A.m.b.a. og Aalborg Universitet. Projektet er udarbejdet i perioden fra april 2016 til april 2017.

Projektet er gennemført med støtte fra Dansk Fjernvarmes F&U konto.

RESUME

Formålet med projektet er at undersøge anvendelsen af plastrør i distributionen af fjernvarme, og sammenligne disse resultater med de traditionelle stålrør som anvendes. Gennem analyser af de to rørmodeller fremsættes de fordele og ulemper, der ses ved hver løsning og disse vil afslutningsvist sammenlignes for at fremsætte de endelige resultater.

En positiv selskabsøkonomi for projektet har fra start været et krav fra de deltagende forsyninger før en implementering af demonstrationsprojektet. Resultaterne fra analysen viser, at under de nuværende forudsætninger, kan projektet med etablering af plastrør i distributionen, ikke vurderes rentabel for den specifikke case.

De deltagende forsyninger var enige om, at plastrør med gældende forudsætninger ikke er en rentabel investering, men er samtidig også enige om, at plastrør under andre forudsætninger kunne blive attraktiv til distributionen af fjernvarme. Prisen på rørene viser sig bl.a. at have en stor betydning for resultaterne.

Udviklingen indenfor fjernvarmesektoren kan betyde at plastrør får en fordel. Dette kunne eksempelvis være en ændring af de temperatursæt der anvendes.

ABSTRACT

The aim of the project is to examine the use of plastic pipes in the distribution of district heating and compare these results to traditional steel pipes. During calculation and simulations the pros and cons of the different types of pipes will be evaluated and the effects of the different parameters on the final result. A positive business case for the participating plants is necessary before an implementation of the trial project would become a reality.

The current conditions for the district heating companies are used for the calculation of the business case. The results from these calculations show that under these conditions plastic pipes are not a feasible investment for the district heating companies in the specific case.

Changes in the system might affect the feasibility of implementing plastic pipes and all participants of the project agrees that plastic pipes in the future can become a feasible solution for district heating plants, but it needs more time.

1 PROJEKTETS FORMÅL OG AFGRÆNSNING

Projektets formål er, at undersøge muligheden for brugen af plastrør i fjernvarmedistributionen, herunder belyse fordele og ulemper ved at bruge plastrørsløsninger i stedet for de mere traditionelle stålrørsløsninger. Projektidéen opstod bl.a. i forlængelse af arbejdet i projektet "Lavtemperaturfjernvarme – fase 2" støttet af FleksEnergi¹, hvor en plastrørsløsning fra Thermaflex blev præsenteret.

Et overordnet mål med projektet er en gennemførsel af analyser, for at belyse økonomien, så det kan vurderes, i hvilke situationer plastrørsløsningen kan være favorable. Undersøgelsen består af en række teoretiske beregninger samt erfaringsopsamlinger fra tidligere projekter.

Gennem denne afrapportering vil det blive klargjort, hvilke fordele og ulemper der er fundet gennem analyserne. Afslutningsvist vil analysernes resultater bliver vurderet og diskuteret.

Gennem projektets analyser er to rørsløsninger til fjernvarmedistributionen analyseret og sammenlignet. Begge rørtyper er dobbeltrør. Som plastrør er Flexalen 600 fra Thermaflex analyseret, mens TwinPipe, serie 3 fra LOGSTOR er anvendt som stålrør. Disse to løsninger beskrives yderligere i afsnit 4.1.

Projektets deltagere er opmærksomme på, at andre løsningsmuligheder kunne være analyseret, men grundet tidsramme og budget, udvalgte parterne disse to løsninger. Projektet analysere kun de økonomiske omkostninger for en enkelt case, men anbefalingerne fra projektet kan anvendes i en bredere kontekst.

Caseområdet er begrænset til 11 huse, da fokus i første omgang var en gennemførsel af demonstrationsprojektet. Størrelsen af ønsket demonstrationsprojekt skulle holdes forholdsvis lille, således at plastrørene kunne testet i et afgrænset område. Analyserne og konklusionerne i dette projekt, er baseret på disse og undersøger ikke et større område.

¹ <http://fleksenergi.dk/>

2 F&U KONTO ANSØGNING

Rapporten er udarbejdet af NIRAS, men fagligt indhold og konklusioner er udført i samarbejde med deltagende forsyninger. I det følgende vil de deltagende parter arbejdsopgaver uddybes.

2.1 Deltagere i projektet

NIRAS har udarbejdet projektets analyser og den endelige afrapportering heraf. NIRAS har fungeret som projektkoordinator, herunder samlet projektets deltagere til møder, workshops mm. Det har ligeledes i primært været NIRAS som har varetaget kontakt til leverandørerne i projektet.

Forsyningerne har løbende deltaget i projektets workshops, dataindsamling til analyserne og beslutningsprocesserne gennem projektet. De har været en deltagende part i kontakten til leverandører og indhentning af tilbud til demonstrationsprojektet. Alle forsyninger fremsatte til første workshop områder, der kunne anvendes som potentiel case for analyserne. De deltagende forsyninger er:

Viborg Fjernvarme² som distribuerer fjernvarme.

Brønderslev Forsyning³ som producerer og distribuerer fjernvarme.

Støvring Kraftvarmeværk⁴ som producerer og distribuerer fjernvarme.

Aars Fjernvarme⁵ som producerer og distribuerer fjernvarme.

Aalborg Universitet deltog særligt i projektets begyndelse, som en videnskilde til projektet. Carsten Bojesen, lektor ved Institut for Energiteknik, repræsenterede Aalborg Universitet ved den første workshop. Universitet deltog ikke i workshop 2, da fokus her særligt lå på forsyningernes egne fremtids forudsigelser og ønsker med projektet.

Derforuden deltog Dansk Fjernvarme, repræsenteret ved Rasmus Bundegaard Eriksen, i workshop 1.

² <http://www.viborg-fjernvarme.dk/>

³ <http://www.bronderslevforsyning.dk/>

⁴ <http://www.stoevring-varme.dk/>

⁵ <http://www.aarsfjv.dk/>

2.2 Projektets faser

Projektet var i F&U ansøgningen opdelt i fire faser, som skulle belyse fordele og ulemper ved brugen af de forskellige løsninger. Gennem opstart af projektet klarlagde alle deltagende forsyninger, at en etablering af et demonstrationsprojekt kun ville blive en realitet, hvis en positiv selskabsøkonomi kunne påvises ud fra de teoretiske beregninger.

Hver enkelt fase blev i ansøgningen beskrevet i forhold til, hvilke arbejdsopgaver der herunder skulle være. Disse er dog siden blevet revurderet, på baggrund af forsyningernes beslutninger løbende gennem projektet. Disse ændringer, som alle er godkendte af F&U Kontoen, vil blive gjort rede for i det følgende:

Fase 1: Opstartsworkshop

Denne blev afholdt som planlagt, og forløb som beskrevet i afsnit 3.1.

Fase 2: Opstilling af case(s) og beregninger

Denne fase viste sig at være mere omfangsfuldt end først antaget. Det kom sig bl.a. af de erfaringer, viden og diskussioner de deltagende partnere fik i opstartsfasen og i opstartsworkshoppen. Det blev derfor besluttet, at der skulle opstilles en konkret teoretisk case, hvor økonomien over 20 år skulle analyseres. Som opfølgning på dette blev der afholdt en yderligere workshop (beskrevet i afsnit 3.2) hvor beslutningsgrundlaget for forsyninger blev fremlagt. Det var gennem denne fase, at forsyningerne tog beslutningen om, at en etablering af demonstrationsprojektet på nuværende tidspunkt ikke vurderes rentabelt.

Fase 3: Udførelse

Alle deltagende forsyninger har gennem fase 2 klarlagt, at de ikke mener, at der på baggrund af fremlagte resultater, beregninger og aftaler på nuværende tidspunkt er grundlag for, at gennemføre etableringen af et demonstrationsprojekt. Denne fase er derfor ikke gennemført. Der blev i stedet udarbejdet forskellige teoretiske cases, som belyser andre potentielle muligheder for plastrørsløsninger.

Fase 4: Afrapportering

Denne fase er afholdt som planlagt og er udmundet i denne afrapportering.

3 WORKSHOPS

Der er gennem projektperioden afholdt to workshops.

3.1 Workshop 1 – Opstartsworkshop

Workshop 1 blev afholdt hos Støvring Kraftvarmeværk d. 5. april 2016 og havde en varighed af 4 timer. Alle projektets deltagende parter var her tilstede.

Deltagere:

- Henrik Andersen, Aars Fjernvarme a.m.b.a.
- Claus Flensted Andersen, Brønderslev Forsyning A/S
- Palle Hostrup, Brønderslev Forsyning A/S
- Claus Haparanda, Støvring Kraftvarmeværk a.m.b.a.
- Kasper Birk, Viborg Fjernvarme
- Tom Diget, Viborg Fjernvarme
- Carsten Bojesen, Aalborg Universitet
- Rasmus Bundegaard, Dansk Fjernvarme
- Anders Hahn Kristensen, NIRAS
- Laurits Tækkemand Nissen, NIRAS
- Line Paulin Pedersen, NIRAS

Formålet med den indledende workshop var at klarlægge det videre projektforsløb, herunder diskutere:

- Formålet med projektet
- Sammenligningsparametre for plast og stålrør
- Specificering af hvor plastrør kan anvendes
- Mulighed for etableringscases, hvor plastrørsløsninger kan afprøves i praksis
- Andre relevante forhold for projektet.

For at danne et overblik over plastrørsløsningen og projektets muligheder og begrænsninger, var der oplæg fra følgende personer:

- **Carsten Bojesen – Aalborg Universitet**, der fortalte om plastrørsløsninger og fordele ved anvendelse af disse. Oplæg fra Carsten Bojesen kan findes i bilag 7.1.
- **Rasmus Bundegaard – Dansk Fjernvarme**, der fortalte om arbejdet i Dansk Fjernvarme.
- **Anders Hahn – NIRAS**, der fortalte om best practice for fjernvarmedistribution, herunder dimensionering samt resultater fra en tidligere case, hvor plastrør også var inkluderet som et scenarie.

Gennem Workshop 1 blev forsyningerne stillet 12 spørgsmål, som ses på Figur 1, som de hver især skulle besvare. Svarene skrev de på papirlapper, som blev samlet på forskellige plancher med spørgsmålene. Spørgsmål og svar er samlet og lagt under bilag (afsnit 7.2).



WORKSHOP 1

1. Hvad synes I formålet med projektet skal være?
2. Mangler der noget i ansøgningen?
 - Overordnede faser?
 - Noget under de enkelte faser?
3. Oplever I udfordringer med stålrør, som I gerne vil have undersøgt nærmere?
4. Hvilke forventninger har I til plastrørsløsninger?
5. Hvilke parametre skal vi sammenligne de to løsninger på?
6. Hvor ser I, i sær anvendelse af plastrør?
7. Hvilken afgrænsning skal vi have af projektet?
 - Hvor starter og stopper vi ?
8. Hvilke temperatursæt skal vi regne på?
9. Hvilke folk, firmaer og fagligheder ser I, vi har brug for?
10. Hvad skal der måles på?
11. Hvad skal der regnes på?
12. Hvilke cases er relevante at få opstillet?
 1. Tæt lav?
 2. Villakvarter?

Figur 1: Slide med spørgsmål til forsyningerne i Workshop 1.

De svar forsyningerne hver gav blev i fællesskab diskuteret og de forskellige parametre til projektets analyse blev her fastsat. Resultaterne af fælles diskussionerne kan sammenstilles til følgende:

- Formålet med projektet skal være, at belyse hvilke forudsætninger der skal være til stede for valget af en plastløsning over en traditionel stålrørsløsning.
- Forudsætningerne skal primært omhandle varmetab, temperatursæt og investeringsomkostninger.
- De deltagende værker forudsætter, at der kan påvises en positiv eller tilsvarende selskabsøkonomi for en plastrør løsning sammenlignet med en stålrørsløsning, inden der investeres i et demoprojekt.
- Viborg Fjernvarme meldte sig som potentiel vært for et demosite, da værket vurderes til, at have de bedste muligheder for, at etablere en positiv case for en plastrør løsning, herunder et relativt lavt temperatursæt i netværket.

De forskellige sammenligningsparametre for projektet er udspecificeret under afsnit 4.3.

På baggrund af den viden som man fik på workshop 1, blev det besluttet, at der skulle opstilles en konkret teoretisk case, hvor økonomien over 20 år skulle analyseres, samt at Viborg Fjernvarme ville være vært for et potentielt demosite.

Som opfølgning på resultaterne af denne case, blev der afholdt en yderligere workshop.

3.2 Workshop 2

Denne workshop blev afholdt hos NIRAS Aalborg d. 29. september 2016 og havde en varighed af 3,5 time. Her deltog alle parter af projektet med undtagelse af Aalborg Universitet, da denne workshop særligt omhandlede forsyningernes beslutning om etablering af projektet.

Deltagere:

- Henrik Andersen, Aars Fjernvarme a.m.b.a.
- Claus Flensted Andersen, Brønderslev Forsyning A/S
- Palle Hostrup, Brønderslev Forsyning A/S
- Claus Haparanda, Støvring Kraftvarmeværk a.m.b.a.
- Kasper Birk, Viborg Fjernvarme
- Tom Diget, Viborg Fjernvarme
- Laurits Tækkemand Nissen, NIRAS
- Line Paulin Pedersen, NIRAS
- Sidsel Skov Birkebæk, NIRAS

På anden workshop var formålet, at samle de deltagende forsyninger for at præsentere resultatet af projektets analyser. På baggrund af resultaterne ville forsyningerne tilkende-give om de ønskede at investere i projektets tredje fase. Som forberedelse til workshoppen havde NIRAS, foruden beregningen af casen, forberedt et beregningsværktøj. Dette værktøj havde til formål, at give et hurtigt overblik over resultaterne, såfremt casen blev overført til de øvrige forsyninger, med de forudsætninger der var gældende hos dem.

Gennem første halvdel af workshoppen blev de selskabsøkonomiske beregninger og afta-lerne med leverandører gennemgået, således at alle beslutningsparametre blev fremlagt for forsyningerne.

I anden del af workshoppen reflekterede forsyningerne aktivt over deres fremtid i forhold til analysens sammenligningsparametrene. Disse fremtidsforudsigelser blev indtastet i be-regningsværktøjet. Herigennem fik forsyningerne mulighed for, at vurdere projektet ud fra deres egen data.

Alle forsyningerne var, på baggrund af etablerede beregninger og oplysninger, enige om, at en investeringen i et demonstrationsprojekt ikke ville være økonomisk rentabelt på nuvæ-rende tidspunkt.

Resultatet af workshop 2 blev en fælles beslutning om, ikke at investere i et demosite under fase 3, men i stedet at udbygge den teoretiske viden om plastrør løsninger, med det mål at liste under hvilke forudsætninger løsningen kunne være rentable.

4 CASE: HYRDEBAKKEN, VIBORG

I dette afsnit beskrives den case, der blev regnet på i projektet og som er baggrunden for, at der ikke blev investeret i et faktisk projekt med plastrør.

4.1 Case-beskrivelse

Det caseområde der blev regnet på var Hyrdebakken i Viborg, som allerede står overfor en renovering af fjernvarmenettet. Området blev valgt gennem den første afholdte workshop, hvor de deltagende forsyninger hver fremlagde potentielle områder.

Casen tog udgangspunkt i 11 forbrugere på Hyrdebakken i Viborg. På Figur 2 ses det udvalgte caseområde i Viborg.



Figur 2: Caseområdet Hyrdebakken i Viborg. Markeret er det udvalgte område inkluderende 11 huse.

Der undersøges for dette område to rørløsninger, henholdsvis en plastrørs- og en stålrørs-løsning, som her vil blive beskrevet.

Thermaflex er anvendt som projektets plastrørsløsning. Rørmodellen som undersøges er de korrugerede præ-isolerede Flexalen 600 dobbeltrør, som ses på Figur 3.

Løsningen består af to polybuten medierør indkapslet i en polyethylen-isoleringskappe og har et driftstemperaturområde på minimum -15°C og maksimum 95°C. Plastrørene og de tilhørende komponenter er alle ifølge Thermaflex's information miljøvenlige og fuldt genanvendelige, hvilket også har medført at produkterne er "cradle to cradle"-certificeret.



Figur 3: Flexalen 600 dobbeltrør fra Thermaflex

Disse rør bruges i den løsning der hedder Flexalink som den præfabrikerede del af hovedledningen hvor stikledninger påmonteres. Denne løsning bevirker en reduceret installationstid. Se opbygningen af løsningen på Figur 4.



Figur 4: Flexalink fra Thermaflex

Plastrørene er fleksible, hvilket ses på Figur 5.



Figur 5: Thermaflex's plastrørs løsning nedlagt i jorden.

Ved anvendelse af dobbeltrørene til fjernvarmedistributionen beskriver Thermaflex, at svejsningen kan foregå hurtigt, sikkert og uden krav om svejsecertificat.

Data om produktet fremgår af Tabel 1. Data om jord og smedearbejde indgår ikke i tabellen men beskrives senere.

	Thermaflex, FLEXALEN 600			
Gade	Lednings- længde	Lednings- dimension	Tilsluttede forbindelser	Samlet om- kostning
	[m]	[mm]	[antal]	[kr.]
Hyrdebakken	22	Ø50-50/160		23.900
	80	Ø40-40/160		67.900
	65	Ø32-32/160		29.000
Fællesstik	37	Ø25-25/125		12.800
Stik	58	Ø20-20/125	11	19.400
Øvrigt				6.200
Total omkostning				159.200

Tabel 1: Data om FLEXALEN 600 fra Thermaflex

Rørpriserne i tabellen bygger på listepriserne.



LOGSTOR anvendes som stålrørsløsningen gennem dette projekt. Her undersøges specifikt rørmodellen TwinPipe, serie 3, med enkelte komponenter fra serie 2. TwinPipe modellen fra LOGSTOR ses på Figur 6. TwinPipe rørene har en maksimal driftstemperatur på 140°C. Det er dog ikke den optimale driftstemperatur ift. rørene og deres levetid. Ifølge LOGSTOR sikrer anvendelse af TwinPipe rørene at varmetabet minimeres og at den miljømæssige påvirkning mindskes.

Figur 6: TwinPipe, Serie 3 fra LOGSTOR

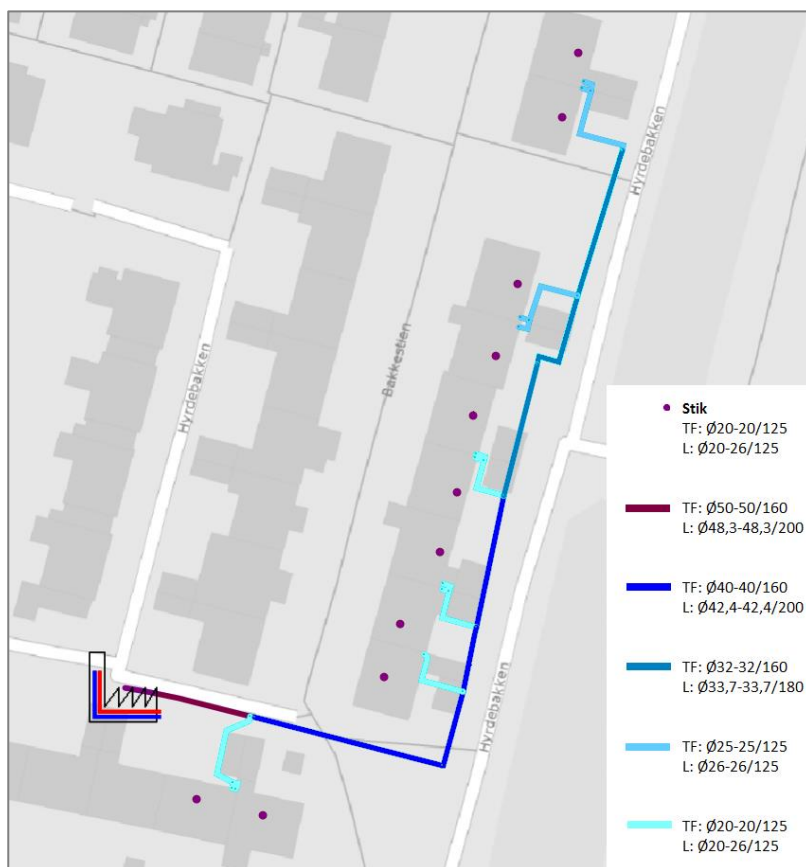
Data om produktet fremgår af Tabel 2. Her er det ligeledes listepriserne og ikke de konkrete priser der er vist.

	LOGSTOR, Twin Serie 3			
Gade	Lednings-længde	Lednings-dimension	Tilsluttede forbindelser	Samlet om-kostning
	[m]	[mm]	[antal]	[kr.]
Hyrdebakken	22	Ø48,3-48,3/200		41.700
	80	Ø42,4-42,4/200		110.200
	65	Ø33,7-33,7/180		47.200
Fællesstik	37	Ø26-26/125		16.900
Stik	58	Ø20-26/125	11	27.800
Total omkostning				243.800

Tabel 2: Data om TwinPipe, Serie 3 fra LOGSTOR

4.2 Termis

Som et led i beregningen af casen er der udarbejdet en Termis-model til dimensionering af plastnettet og til beregning af det teoretiske varmetab for både stål- og plastløsningen. Denne kan ses på Figur 7.



Figur 7: Termis-model over Hyrdebakken i Viborg med dimensioner for henholdsvis Thermaflex (TF) og LOGSTOR (L).

Modellen for stålnettet er lavet på baggrund af en dimensioneringsberegning Viborg fjernvarme tidligere har lavet for denne strækning i Excel, samt den eksisterende Termis model for Viborg Forsyning fra 2015. Der er indsat et værk i etapegrænsen som forsyner strækningen under forudsætninger, som svarer til dem brugt i Viborgs egen dimensioneringsberegning. Modellen for plastnettet tager udgangspunkt i stålmodellen, og er dimensioneret så differenstrykket opfylder samme krav som for stålnettet ved temperatursættet 75/40 °C. Der er regnet med 3 bar returtryk på værket og 1 bars differenstryk ved den yderste forbruger. Trykprofilerne fra det indsatte værk til den sidste forbruger for spidslast ved 55/30°C er vist i Figur 8 og Figur 9.



Figur 8: Trykprofil for spidslast på Hyrdebakken ved 55/30°C for plastrør



Figur 9: Trykprofil for spidslast på Hyrdebakken ved 55/30°C for stålør

Som det fremgår af Figur 8 og Figur 9 er differenstrykket på værket en anelse højere for plastrørene ved 55/30°C. Det skyldes at varmetabet er større for plastnettet og dermed stiger flowet, hastigheden og tryktabet i rørene. Varmetabet er regnet for forskellige sæsoner over året, hvor omgivelsestemperatur og varmebehovet varierer.

4.3 Projektområdets sammenligningsgrundlag

Gennem workshop 1, blev det besluttet hvilke forskellige sammenligningsparametre der skulle regnes ud fra.

4.3.1 Varmetab og temperatursæt

Varmetabet ved plastrørsløsningen Thermaflex er større end varmetabet på LOGSTOR stål-rør og det er nødvendigt at beregne, hvor stor effekt dette har på rentabiliteten af projektet.

Varmetabet er udregnet i Termis. Det teoretiske varmetab kan beregnes og sammenlignes med test udført af Distributionsgruppen under Dansk Fjernvarme. Det er ikke muligt at regne alle varmetab teoretisk, fx i forhold til samlinger og ikke isolerede rør hos forbrugerne. Da det ikke er muligt at udregne de præcise varmetab herigennem, vil det kræve en gennemførsel af projektet, for at kunne give præcise tal.

Varmetabet er meget afhængig af de temperatursæt som anvendes. Viborg Fjernvarme har i deres egne beregninger af stålør løsningen taget udgangspunkt i en fremløbstemperatur på 75°C og en returtemperatur på 40°C. Viborg Fjernvarme kører dog ofte ned i et lavere temperatursæt (se bilag 7.4). Casen er derfor regnet igennem både ved et temperatursæt på 75/40°C og ved 55/30°C. Da varmetabet netop er den store ulempe ved plastrør, er brugen netop fordelagtig i områder med lavere temperatur. Varmetabet reduceres med ca. 10 MWh med plastrør (tilsvarende ca. 30%) i casen når der regnes med 55/30°C i stedet for 75/40°C. For stålør reduceres varmetabet kun med ca. 5 MWh.

Varmetabet for de to forskellige temperatursæt fremgår af Tabel 3.

Temperatursæt	Plastrør (MWh/år)	Stålør (MWh/år)
75/40°C	38	22
55/30°C	28	16
Forskel	10	6

Tabel 3: Varmetab for de to forskellige rørløsninger i den beregnede case

Foruden varmetabet er den nødvendige pumpeeffekt beregnet.

4.3.2 Investeringsomkostning

Investeringsomkostningen er opdelt i pris på rør, pris på jordarbejde og pris på smedearbejde.

I beslutningsprocessen er der regnet med lavere pris, da både Thermaflex og LOGSTOR tilbød en reduceret pris. Priserne anvendt i casen er derfor forskellige fra de listepreiser, der fremgår af Tabel 1 og Tabel 2. De reducerede priser er givet ud fra en forudsætning om, at de ikke ville blive offentliggjort i projektet. Resultaterne i projektet bygger på de konkrete priser der blev givet. Viborg Fjernvarme opnår især store rabatter på stålrør. Resultaterne afhænger derfor af de besparelser som de enkelte kunder kan opnå.

Jord- og smedearbejde varierer efter område, entreprenør mm. I casen blev der i samarbejde med den lokale entreprenør indhentet en pris på jord- og smedearbejdet. Da jordarbejdet i denne case vil være nogenlunde det samme er omkostningen ligeledes den samme. Smedearbejde vil for plastrør være billigere end smedearbejdet ved nedlægning af stålrør. Plastrør kommer i større ruller og da materialet i høj grad er bestående af plast, er disse rør mere fleksible end stålrør. Derfor kan nogle svejsninger helt undgås. Ved smedearbejdet for plastrør anvendes el-svejs muffe, som samles både hurtigere og nemmere end ved stål. Plastrør kan etableres på kortere tid end stålrør, med reducerede anlægsomkostninger til følge. Thermaflex selv skriver i deres Rådgiver brochure at plastrørene er fire gange hurtigere at installere end stålrørene. I det konkrete projekt var reduktionen i anlægsomkostninger på baggrund af tidsbesparelser dog så lille, at reduktionen ikke havde indvirkning på projektøkonomien. Dvs. casen viste det sig at være for lille til at kunne underbygge denne teori.

Da samlingerne minder meget om samlingen af vandrør, som jordentreprenører i dag allerede udfører, valgte man at spørge en jordentreprenør om en pris. Efter en demonstration fra Thermaflex vurderede jordentreprenøren at smedearbejdet bliver omkring 30% billigere. Besparelsen ift. stålrørene er derfor sat til at være 30% i beregningerne. I andre projekter kan denne besparelse variere og især i større projekter kan smedearbejdet på plastrør være markant lavere end ved stålrør.

Listepreiserne på rør samt omkostninger ved jord og smedearbejde fremgår af Tabel 4. De priser på rør, som resultatet er regnet på baggrund af, afviger fra prisen vist i Tabel 4 da Viborg Fjernvarme blev tilbudt lavere priser.

	LOGSTOR	Thermaflex
Rør	244.000 kr.	159.200 kr.
Jordarbejde	222.000 kr.	222.000 kr.
Smedearbejde	52.000 kr.	37.000 kr.
Arbejde ved stiktilslutning	50.000 kr.	50.000 kr.
Samlet investering	568.000 kr.	468.200 kr.

Tabel 4: Investeringsomkostning ved de to forskellige løsninger

4.3.3 Økonomiske forudsætninger

De økonomiske forudsætninger der ligger til grund for beregningerne fremgår af Tabel 5.

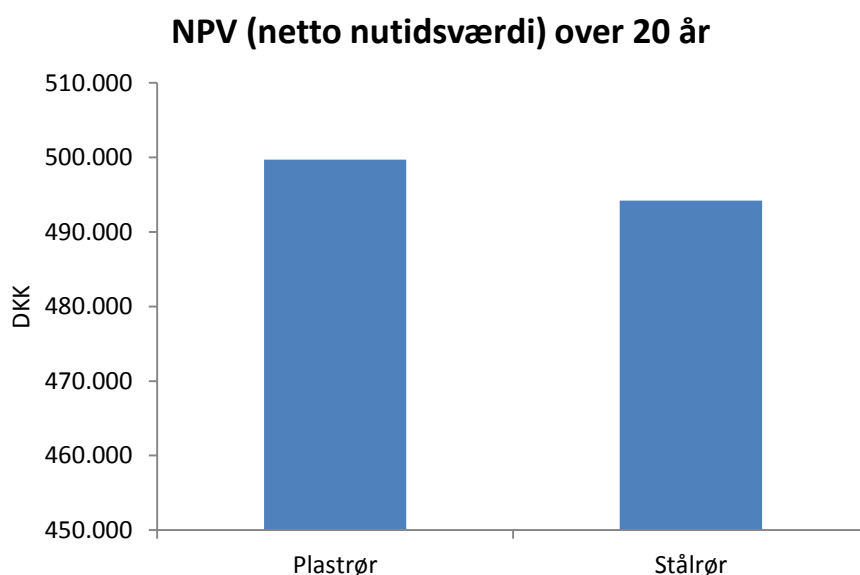
Økonomiske forudsætninger		
Varmepris	350	kr./MWh
Elomkostning inkl. afgifter og tariffer	585	kr./MWh
Analyseperiode	20	år
Kalkulationsrente	4%	p.a.

Tabel 5: Projektets økonomiske forudsætninger

Der er regnet i faste 2016-priser og det er forudsat at varmeprisen og elomkostningen kun stiger med inflationen.

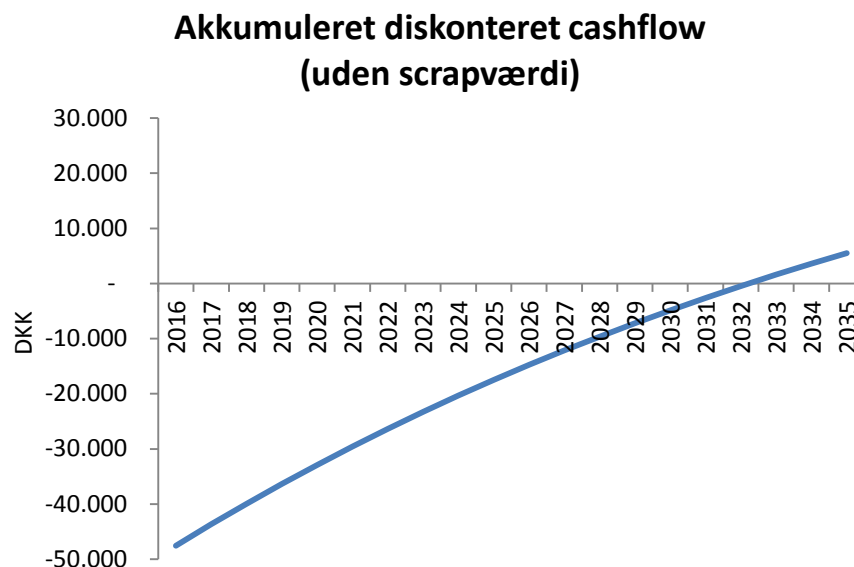
4.4 Resultater

Forsyningernes krav til resultatet er at netto nutidsværdien over 20 år er lavest muligt. Som det fremgår af Figur 10 er netto nutidsværdien af omkostninger og investering højere for plastrør end for stålrør.



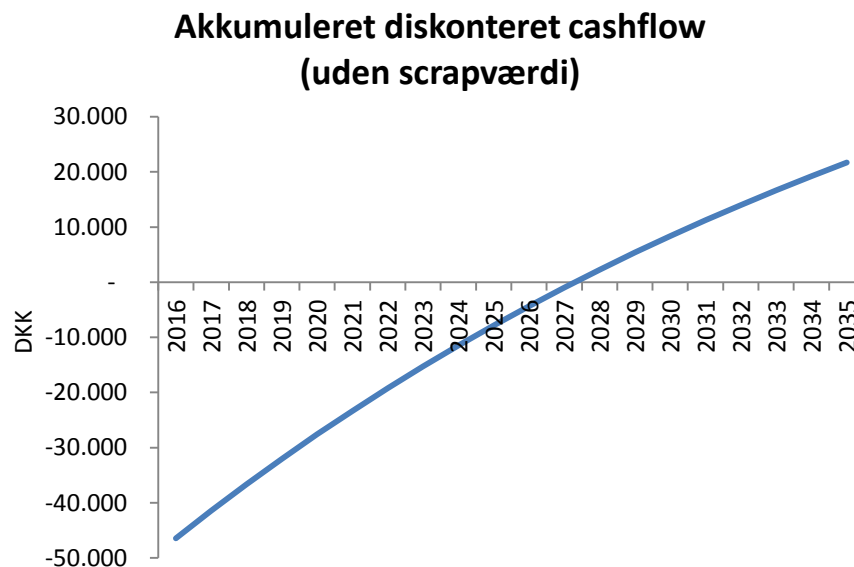
Figur 10: Netto nutidsværdi over 20 år ved en kalkulationsrente på 4% ved 55/30 °C

Forskellen i netto nutidsværdien er ca. 5.500 DKK ved 55/30 °C. Den interne rente, IRR, er 5,3%, hvilket betyder, at hvis Viborg Fjernvarme regnede med en kalkulationsrente på over 5,3% så vil investeringen i plastrør have været mere fordelagtig end investeringen i stålrør. Hvis temperatursættet hæves til 75/40 °C øges forskellen i netto nutidsværdien til ca. 21.700 DKK. Den interne rente er her 9,0%. Det akkumuleret diskontoret cashflow ved 55/30 °C fremgår af Figur 11.



Figur 11: Akkumuleret diskonteret sammenligning af cashflow uden scrapværdi ved 55/30 °C

Forskellen i investeringen er ca. 50.000 kr. i den konkrete case som det fremgår af Figur 11. Figuren viser at plastrør er fordelagtige indtil omkring år 2032, hvorefter at besparelsen i investeringen ikke længere kan opveje de højere driftsomkostninger. Det akkumuleret diskonteret cashflow ved 75/40 °C fremgår af Figur 12.



Figur 12: Akkumuleret diskonteret sammenligning af cashflow uden scrapværdi ved 75/40 °C

Som det fremgår af forskellen mellem Figur 11 og Figur 12 har temperatursættet relativ stor betydning for business casen. Ved 75/40 °C er plastrør fordelagtige indtil omkring år

2027, hvorefter at besparelsen i investeringen ikke længere kan opveje de højere driftsomkostninger.

Det akkumuleret diskonterede cashflow er uden scrapværdi og antages det at levetiden er det samme på de to rørtyper vil scrapværdien være større for stålrør end for plastrør. Jf. Thermaflex er levetiden længere på plastrør sammenlignet med stålrør. Dette stemmer også godt overens med at plastrør er ca. fire gange mere slidsstærk end stålløsninger (se bilag 7.1). Den primære grund til at rør udskiftes er ofte, at der er kommet nye løsninger på markedet, hvor det med en besparelse i varmetab, kan betale sig at udskifte rørene. Derfor vil den reelle scrapværdi efter 20 år formodentlig være højere for stålrør end for plastrør. I afsnit 5.1.4 belyses effekten af at indregne en scrapværdi, såfremt det forudsættes at levetiden er længere for plastrør end for stålrør og at de ikke graves op før denne tid.

En af årsagerne til at værkerne besluttede ikke at anlægge projektet var, at det teoretisk beregnede varmetab kun udgør ca. 40% ved stålrør sammenlignet med plastrør ved 75/40°C. I de sidste mange år har forsyningerne skulle lave energibesparelser. At varmetabet blev øget så meget, vurderede forsyningerne at være mod hele konteksten omkring energibesparelser.

5 PERSPEKTIVER FOR PLASTRØR

5.1 Andre forudsætninger

De forudsætninger der regnes med har betydning for projektets konklusion, hvorfor konsekvensen af disse belyses nærmere. Hermed gives der også mulighed for at interesserede, kan vurdere plastrørsløsningens rentabilitet med baggrund i deres egen kontekst.

5.1.1 *Listepriser*

Den rabat der gives på rør har betydning for resultatet. Såfremt der regnes med listepriserne fra Tabel 4 er netto nutidsværdien over 20 år ca. 42.500 kr. lavere for plastrør end for stålrør ved et temperatursæt på 55/30 °C og ca. 26.500 kr. lavere for plastrør end for stålrør ved et temperatursæt på 75/40 °C. Hvis der gives 30% rabat for begge løsninger er netto nutidsværdien over 20 år ca. den samme for de to løsninger ved 75/40 °C, mens nutidsværdien forsat er lavere for plastrørsløsningen indtil en rabat på 50% eller mere for de to løsninger ved 55/30 °C. Dvs. i et lavtemperaturnetværk (55/30 °C) med en tidshorisont på 20 år er stålrør løsningen billigst hvis rabatten på listeprisen er over 50%, mens plastløsningen er billigst når rabatten er under 50 %. Udvikling i listepriser, rørledningernes varmetab, kalkulationsrente og tilbagebetalingspris, vil selvfølgelig alle indvirke på dette resultat.

5.1.2 *Højere kalkulationsrente*

Fjernvarmesektoren kan med kommunegaranti i dag låne til forholdsvis gode renter og har derfor lave krav til kalkulationsrente sammenlignet med f.eks. aktieejede virksomheder. Som det fremgik af afsnit 4.4 er netto nutidsværdien lavere for stålrør end plastrør ved en kalkulationsrente på under 5,3% ved 55/30 °C, mens den er lavere for plastrør ved en kalkulationsrente herover.

5.1.3 *Varmetab*

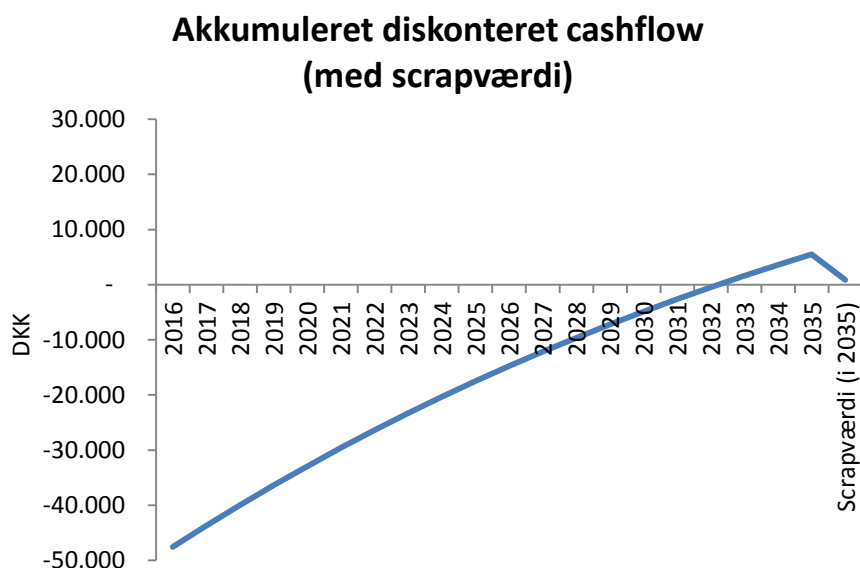
Som det fremgår af resultaterne har temperatursættet stor betydning for rentabiliteten grundet varmetab. Dermed blev det bekræftet at plastrørs løsninger store udfordringer er varmetabet. I et projekt hvor anlægsomkostninger fylder mere end driftsomkostninger, kan det derfor vise sig at være fordelagtigt at anlægge plastrør.

Såfremt det lykkedes at nedbringe varmetabet i plastrørene kan der være større potentialer i løsningen. Et projekt som undersøger muligheden for et tabsfrit netværk er projektet "H-DisNet" hvor Thermaflex er en af partnerne. Ambitionen er, at udvikle et netværkssystem til rumopvarmning og køling, der bruger et termokemisk medie til, at transportere energien gennem rørsystemet.

5.1.4 *Levetid*

Ifølge Thermaflex er levetiden længere på plastrør end stålrør. Hvis det forudsættes at levetiden for stålrør er 50 år, mens levetiden for plastrør er 70 år, er netto nutidsværdien over 20 år inkl. scrapværdi nærmest den samme for plastrør og stålrør, se Figur 13. Det gør sig

gældende når der regnes med de priser der er opgivet af leverandørerne i projektet, en kalkulationsrente på 4% og der regnes på temperatursæt på 55/30 °C.



Figur 13: Akkumuleret diskonteret sammenligning af cashflow med scrapværdi ved 55/30 °C

Som det fremgår af Figur 13 er netto nutidsværdien kun ca. 800 kr. højere for plastrør end for stålrør, hvis der regnes med en scrapværdi ved 55/30 °C. Ved 75/40 °C er indregning af scrapværdi dog ikke tilstrækkelig til at gøre projektet fordelagtigt, da netto nutidsværdien over 20 år inkl. scrapværdi er ca. 17.000 kr. højere for plastrør end stålrør. I praksis er det i mindre grad levetid, der har betydning for hvornår fjernvarmeledninger bliver skiftet og i højere grad teknologisk udvikling og ændring i kapacitetsbehov. Derfor er scrapværdien heller ikke regnet med i projektets resultater.

5.2 Projekter med Thermaflex' plastløsning

Thermaflex har netop startet et projekt med plastrør til forsyning af et bæredygtigt samfund syd for København. Projektet, Permatopia i Karise, beskrives som et moderne, selvforsynende og bæredygtigt økosamfund, hvor der i høj grad er fokus på vedvarende energi-produktion og hensynstagen til miljøet. Thermaflex's rørløsning er her valgt til distributionen af varme, særligt grundet deres "cradle-to-cradle"-certifikat og muligheden for, at gennemføre en innovativ løsning til distributionen. Flexalink er den plastrørsløsning der er valgt hertil og denne fungerer som et "Plug and Play" koncept, hvor størstedelen af rørene er præfabrikeret. Den præfabrikerede løsning skal medvirke til, at installatørens arbejde kan effektiviseres, således at arbejdsprocessen varighed reduceres. Thermaflex har givet udtryk for at projektet i Karise er en god mulighed for dem, til at fremvise deres visioner om at bidrage til et grønt og fremtidssikret miljø for efterkommere.

Foruden projektet i Karise, har Thermaflex også andre projekter i Danmark. De har tidligere deltaget i renoveringsopgaver og er p.t. ved at afslutte to projekter i København, herunder leverance til ca. 60 nye boliger (4 boligblokke) på Grøntorvet og til boligblokke på Frederikskaj.

5.3 Anvendelse af LOGSTOR Alupex som hovedledning

Viborg Fjernvarme og Lemvig Varmeværk er i samarbejde med Logstor ved at undersøge rentabiliteten ved at anvende Alupex som hovedledning.

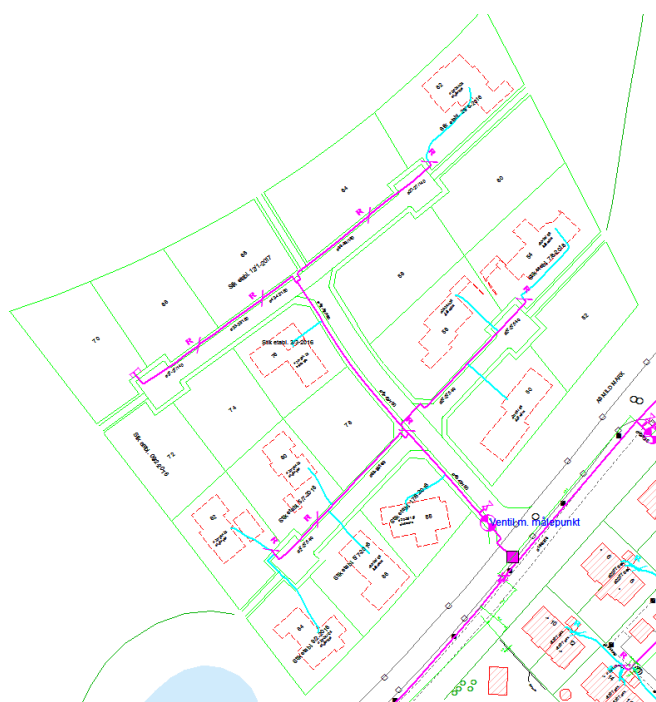
Løsningen skal ud over at være økonomisk rentabelt, også gøre arbejdet med ledningerne nemmere og hurtigere. Arbejdet med Alupex rør frem for svejsede rør kan måske også medføre, at sammensætningen af de folk som udfører rørarbejdet, kan stille lavere krav til specialkompetencer end hvad kravene er i dag. Dette fokus kommer af at der i fremtiden spås at det vil være sværere at finde arbejdskraft som kan svejse under de forhold som er i en ledningsgrav.

5.3.1 Alupex projekt

Til de indledende øvelser med at vurdere anvendeligheden og de økonomiske aspekter i projektet anvendes et nyetableret område, hvor ledningsnettet er lagt ud i stål, og hvor kun stikledningerne er i Alupex. Området består af 20 parceller. Området regnes hydraulisk fra ventilsættet ind til området.

Ledningerne i området går fra en $\varnothing 48$ stålledning og nedad.

Områdets ledningstab og økonomi beregnes med de foreliggende ledninger, og vil efterfølgende blive beregnet for de valgte dimensioner i Alupex.



Figur 14: Illustration af område til Alupex løsning

Alupex vil kunne leveres i ruller, og da nye områder generelt kun udlægges med hovedledninger vil udlægning i ruller gøre projektet noget hurtigere, da der så kun er 1-2 samlinger på en sidevej. Når stikkene sættes på, vil det normalt blive udført med an boring på stål-rørene. Det skal derfor vurderes hvordan det nemmest kan lade sig gøre med Alupex ledninger.

5.3.2 *Alupex forudsætninger*

Alupexledninger med tilhørende komponenter findes kun op til en dimension på Ø42 Alupex.

Alupex har en glattere overflade end stål. Der er i hydraulikken regnet med en ruhed på 0,005 for Alupex mod 0,1 for stålledninger. Til gengæld er der nogle flere komponenter i Alupexsystemet, hvor ledningerne samles, og hvor afgreninger sættes på. Der regnes med en tillæg for enkelttab på 3 % for Alupex, hvor stålør kun regnes med 2 % i enkelttab.

5.3.3 *Hydraulisk beregning*

Den hydrauliske beregning viser at områdets første strækning ikke kan etableres i Alupex, men bliver nødt til at blive udført i stål fra ventil og op til de første to sideveje. Herefter kan der anvendes Alupex til resten af vejene. Da de indvendige dimensioner ikke er helt ens med stålør, er der i første beregning anvendt dobbeltrør med varierende medierørdimension. Det er netop også et aspekt af analysen at undersøge om dette er rentabelt i forhold til at anvende twin med ens dimension.

6 KONKLUSION

Igennem projektet er muligheden for brugen af plastrør i fjernvarmedistributionen undersøgt, herunder er det belyst hvilke fordele og ulemper der er, ved brug plastrørsløsninger i stedet for de mere traditionelle stålørsløsninger. Sigtet var at få skabt et eller flere projekter hvor plastrørsløsninger kunne etableres, så fordele og ulemper, herunder varmetab og parametre i anlægsfasen, kunne belyses.

De forskellige partnere i projektet mødtes til en indledende workshop hvor formål og forventninger skulle nærmere diskuteres ligesom en eller flere konkrete cases skulle findes. På denne indledende workshop var der oplæg fra bl.a. Aalborg Universitet. På baggrund af den viden som man fik på workshoppene blev det besluttet, at der skulle opstilles en konkret teoretisk case, hvor økonomien over 20 år skulle analyseres. Det blev besluttet at den konkrete case, der skulle regnes på, var en projekt i Viborg.

Analyserne viser at det ikke er økonomisk rentabelt over en 20 årig periode at etablere plastrør i den konkrete case. På baggrund heraf besluttede de deltagende forsyninger derfor, at de ikke kunne etablere et projekt, hvor der blev anlagt plastrør. For forsyningerne er det ikke kun selskabsøkonomien, som påvirker deres beslutning om ikke at etablere et demonstrationsanlæg. Varmetabet vil på nuværende tidspunkt ved en etablering af plastrør medføre et større varmetab i distributionen, hvilket er svært for fjernvarmeforsyningerne at argumentere for, da de i lang tid har haft fokus på at netop dette skulle mindskes.

Efterfølgende analyser viser dog, at plastrør kan være økonomisk favorable i andre situationer. Det være sig bl.a. hvis der ikke kan opnås de rabatter, som blev givet i den konkrete case eller hvis der regnes med en anden kalkulationsrente eller tilbagebetalingstid. Varmetabet viste sig at have stor betydning for rentabiliteten og såfremt dette kan nedbringes, kan projekter med plastrørsløsninger ligeledes vise sig favorable.

Thermaflex selv har uddybet, at ved et større etableringsprojekt end dette projekts case på 11 huse, vil kunne medføre billigere investeringer i for eksempel smedearbejde og rørindkøb. Smedearbejdet kan udføres af værket selv eller en VVS'er kan ansættes hertil. Nedlægningstiden for plastrør skulle efter tidligere erfaringer være hurtigere end nedlægningen af stålør. Thermaflex forventer også det vil være billigere at etablere plastrørene, men uden et passende demonstrationsprojekt kan denne forventning ikke eftervises.

De traditionelle stålørsløsningsproducenter har også plastrørsløsninger. I Viborg og Lemvig er de p.t. ved at undersøge rentabiliteten ved at anvende Alupex som hovedledning.

Til trods for forsyningernes beslutning på baggrund af projektets analyser, ser projektets partnere alle mulighed for anvendelse af plastrør i fjernvarme distributionen i fremtiden. Få ændrede parametre vil gøre, at projektet kan blive en billigere løsning end stålørerne. Dette er naturligvis en beslutning, der skal træffes på baggrund af analyser og de specifikke case-parametre.

7 BILAG

7.1 Præsentation ved Carsten Bojesen, Aalborg Universitet

Plastrør i fjernvarme distributionen

Plast som alternativ til stål til i fjernvarme distribution?

Hvornår?

"Når en plastrørs løsning –
totalt betragtet – er en
billigere løsning end en løsning
med stålrør"

Kick-off møde 5. April
v/Carsten Bojesen



1

Plastrør i fjernvarme distributionen

Kravspekifikationer:

Grundlæggende forudsætninger for en plastløsning:

- Mekanisk styrke og lang levetid ved aktuelle temperaturer og tryk
- Resistens mod korrosion, erosion og udmattelse
- Minimum diffusion
- Lavere totalpris end stålrørs løsninger
- Maksimal tilladelig krybning
- Mulighed for sammenføjninger

Afledte konsekvenser:

- Varmetransmission
- Overfladeruhed (tryktab)
- Godstykkelser

2

Plastrør i fjernvarme distributionen

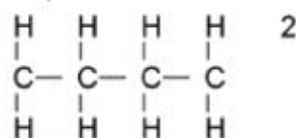
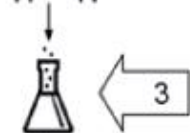
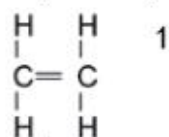
Hvad er plast?



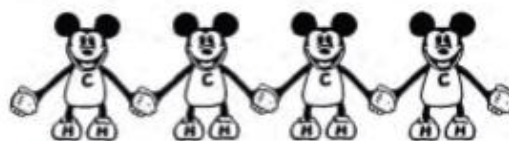
3

Plastrør i fjernvarme distributionen

Polymerisering



Etylen C_2H_4



Polyetylen

1 Monomer: Etylen

2 Makromolekyle-kæde: Polyetylen

3 Polymerings-proces $\rightarrow$ Energi, Katalysatorer, Tilætningsstof

Plastrør i fjernvarme distributionen

Klassifikation af plast

Plast
er inddelt i tre hovedgrupper:

- » Termoplast
- » Hærdeplast
- » Elastomere

Termoplast
indeles i:

- » amorge
- » delkrystalinske

Hærdeplast
indeles i:

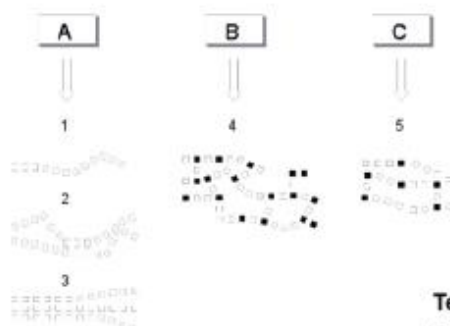
- » Termoelast
- » Harpiks

Elastomereer:

- » Syntetisk kautjuk (Gummi))

5

Sammenligning af termoplast, hærdeplast og elastomere



- 1 Trådlignende molekyler
- 2 Amorf
- 3 Delkrystallinsk
- 4 Rum-netmolekyler, tætmasket
- 5 Rum-netmolekyler, bredmasket
- A Termoplast
- B Hærdeplast
- C Elastomere

Termoplast

- kan smeltes flere gange
- svejsbar
- krystalliseringsgraden bestemmer vægtfylden og de mekaniske egenskaber
- ved høj mekanisk belastning er der en tendens til at de kryber og fremviser blivende deformation
- styrkeværdien falder ved øget opvarmning
- kan transformeres og deformeres mange gange

6

Plastrør i fjernvarme distributionen

HDPE
Lineære kæder

Polyethylen !

LDPE
Meget forgrenede kæder

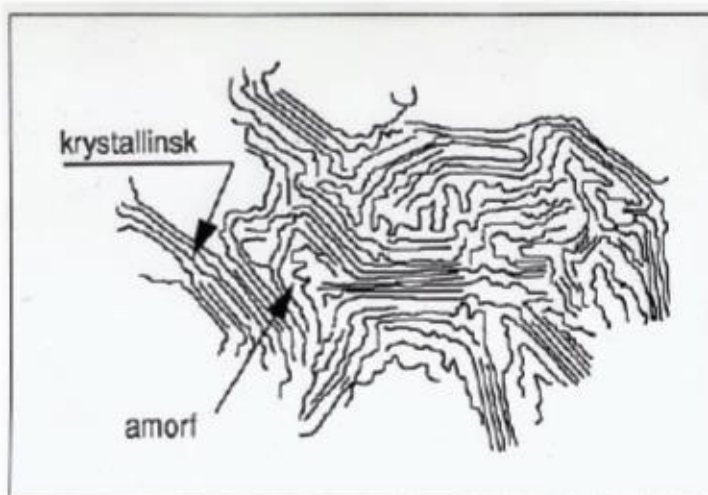
LLDPE
Meget forgrenede, men korte, kæder



7

DEPARTMENT OF ENERGY TECHNOLOGY
AARHUS UNIVERSITY

Plastrør i fjernvarme distributionen



8

DEPARTMENT OF ENERGY TECHNOLOGY
AARHUS UNIVERSITY

Plastrør i fjernvarme distributionen

Relevante egenskaber for termoplast

Sammenlignet med andre materialer har plast følgende generelle fordele:

- lav vægt
- høj elasticitet
- kemisk resistens
- lav varmeledning
- glat overflade

lav densitet = lav vægt	Plast 0.9 - 1.5 g/cm ³									
kemisk resistens = ingen korrosion som kendt fra metal	Metaller forbindes med ilt og rust, undtaget rustfri stål og syrefast stål.									
lav varmeledning = lavt varmetab	Plast er en dårlig varmeleder, men et godt isoleringsmateriale Varmeledningsevne: <table><tr><td>PB</td><td>0.22</td><td>W/m K</td></tr><tr><td>PE</td><td>0.38</td><td>W/m K</td></tr><tr><td>PVC</td><td>0.15</td><td>W/m K</td></tr></table>	PB	0.22	W/m K	PE	0.38	W/m K	PVC	0.15	W/m K
PB	0.22	W/m K								
PE	0.38	W/m K								
PVC	0.15	W/m K								
ringe kondensering	På grund af plastens ringe varmeledningsevne, opstår der mindre kondensering sammenlignet med metalrør.									
høj elasticitet	Resistent mod slag og stres i forbindelse med bøjede emner.									
slidstyrke	Ca. fire gange mere slidstærk end rørsystemer i stål.									
lækagefri samlinger	Plast kan svejdes, klæbes og samles med kompressionsfittings. Svejdesamlinger og klæbesamlinger kan udføres absolut lækagefri uden yderligere komponenter.									
glat overflade	Glat overflade sikrer lavt tryktab og ingen begrænsninger.									
udvidelse	Plast reagerer mere på temperaturændringer end metaller. Længdeudvidelsen for plast er ca. 10 til 20 gange større end stål.									
brandegenskaber	De fleste termoplaster er brandbare. Klassifikation udføres iht. standard materiale-brandtest.									
elektrisk ikke-ledende	Ingen elektrolytisk korrosion									
solstråler	Nogen plasttyper er følsomme over for UV-stråler og skal beskyttes - men resistent mod forvitring er god.									

Plastrør i fjernvarme distributionen

<https://en.wikipedia.org/wiki/Polybutylene>

PolyButene-1 PB-1 (Thermaflex Flexalen)

The main use of PB-1 is in flexible pressure piping systems for hot and cold drinking water distribution, **pre-insulated district heating networks** and surface heating and cooling systems. ISO 15876 defines the performance requirements of PB-1 piping systems.[8] The most striking features are **weldability, temperature resistance, flexibility and high hydrostatic pressure resistance**. The material can be classified PB 125 with a minimum required strength (MRS) of 12.5 MPa. Other features **include low noise transmission, low linear thermal expansion, no corrosion and calcification**.

OBS

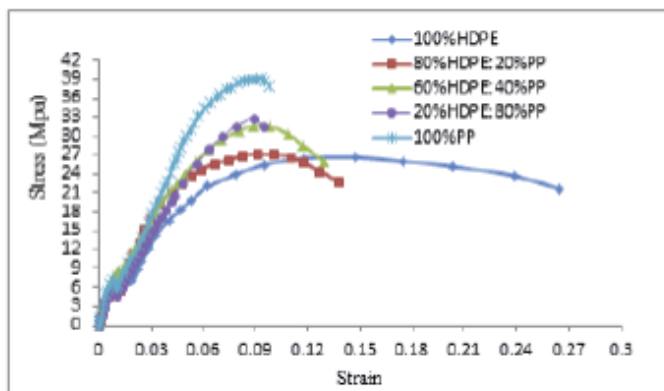
Polybutylene plumbing was used in several million homes built in the United States from 1970 to the mid-1990s. Problems with leaks and broken pipes led to a **class action lawsuit, Cox v. Shell Oil**, that was settled for \$1 billion. The leaks were associated with degradation of polybutylene exposed to chlorinated water.



11

Plastrør i fjernvarme distributionen

Mekaniske egenskaber:



Spænding og forlængelse er en funktion af bøjningsradius og rørets diameter (ydre)

Forlængelsen kan måske have indflydelse på materialets diffusionstæthed

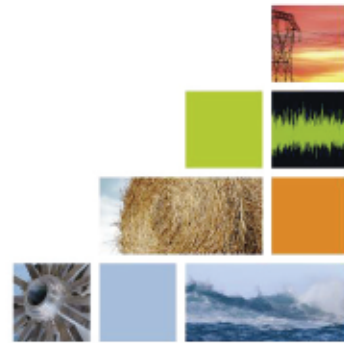


12

Plastrør i fjernvarme distributionen

Dette var en lille smule om plast

...og nu til projektet!



7.2 Workshop 1: Spørgsmål og svar

Spørgsmål 1: Hvad synes I formålet med projektet skal være?

- *Total økonomi – "Kvalitet"*
- *Hvad erfaringer er der på plast nu? Erfaringer fra tidligere forsøg/rør i jorden.*
- *Flere konkrete erfaringer + økonomiske og varmetabsberegninger*
- *At et projekt med alternative rør eller samle metoder, giver total set et billigere projekt set over en 20-årig periode*

Spørgsmål 2: Mangler der noget i ansøgningen?

- *Overordnede faser?*
- *Noget under de enkelte faser?*
- *Nej*

Spørgsmål 3: Oplever i udfordringer med stålrør, som I gerne vil have undersøgt nærmere?

- *Udfordringer med Twin i kuperet terræn + Dyr investering*
- *Hvilke alternative samle metoder der er til stål?*
- *Nemme løsninger*
- *Hvor langt vil et udefrakommende brud sprede sig i plastrør?*

Spørgsmål 4: Hvilke forventninger har i til plastrørsløsninger?

- *Kan man lime plastrør med muffer?*
- *De samlet set er billigere*
- *Diffusionstæthed skal undersøges*
- *Er der nye løsninger til samlinger på stål/plast + kan der laves PE-ALU med ELsvejs*
- *Lettere og billigere*

Spørgsmål 5: Hvilke parametre skal vi sammenligne de to løsninger på?

- *Diffusionstæthed ved ALU-PEX samlinger*
- *Investering, varmetab og levetid*
- *Meterpriser på dimensioner – total + varmetab ift. traditionelt*
- *Undersøge diffusionstæthed på PB-rør*
- *Totaløkonomi*
- *Varmetab*
- *Projektkostninger*
- *Vandtab*
- *Temperaturforhold i forskellige temperaturer*
- *Diffusionstæthed i samlinger*
- *Hvor meget dårligere er de på varmetab? + Hvad betyder det med lavere temperatur?*
- *Lægningspris og lægningshastighed + Varmetab og fleksibilitet*
- *Vandet render mere ved brud*
- *Kan det udføres af entreprenøren? (Nedlægning og samling af plastrør)*

Spørgsmål 6: Hvor ser I især anvendelse af plastrør?

- *Ved mindre dimensioner hoved- og stikledning*
- *Udstykninger + delvis hovedledning*
- *Især lavtemperatur fjernvarme også gerne nuværende*
- *I by – fleksible varme*
- *Steder med trykproblemer + steder med mange fremmed rør (trængt)*
- *I nye områder – Hurtig og let installation + lavtemperatur*

Spørgsmål 7: Hvilken afgrænsning skal I have af projektet. Hvor starter og stopper vi ?

- *Vi skal have noget i jorden som der skal måles på*
- *Der skal laves en passende dimensionering – bruge erfaringstal*

Spørgsmål 8: Hvilke temperatursæt skal vi regne på

- *Fremtid og nuværende → 80/40 og 55/30*
- *60/30*
- *Fremløb mellem 70-80 og 50-60 og et returløb på 35*

Spørgsmål 9: Hvilke folk, firmaer og fagligheder ser I vi har brug for?

- *Bruge firmaer til at få den nødvendige data*
- *Entreprenører, smede og rørleverandører*
- *Hvis det ikke er nødvendigt med en o-ring på støttebøsninger ved samling af plastrør, bør vi få en officiel statement fra leverandøren*

Spørgsmål 10: Hvad skal der måles på?

- *Varmetab, diff. og tryktab*
- *Temperatur, tryk og flow*
- *Anlægstiden og hvor fleksibelt er det i praksis*
- *Levetid, varmetab og en evt. let/nem arbejdsmåde*
- *Hvad er omkostningen efter udførsel + varmetab er svært da bruger installation bety-
der meget og er ikke kendt*

Spørgsmål 11: Hvad skal der regnes på?

- *Anlægstid ift. plast kontra stål + Pris ift. plast kontra stål*
- *En anden måde at sætte rør sammen på*
- *Skal ende i en samlet levetidsbetragtning → data fra cases*
- *Økonomi for installation + varmetab over 20 år*

Spørgsmål 12: Hvilke cases er relevante at få opstillet? Tæt lav? Villakvarter?

- *Ingen sedler, men enighed om at anvende Hyrdebakken i Viborg, som beregningscase.*

7.3 Workshop 2: Spørgsmål til forsyningerne – svar ark

Fremtidige tendenser

VALG AF PLAST- ELLER STÅLRØR TIL FJERNVARME-DISTRIBUTIONEN

Værk/virkksomhed: _____

Hvordan tror I disse parametre ser ud for jeres værk i fremtiden (eller generelt)? Diskuter gerne!

Parametre:

Fjernvarme temperatur:

Frem: _____ Retur: _____

Produktionsomkostning:

_____ kr./MWh

Levetid for stålrørs-løsning (Jeres forventning/erfaring)

_____ år

Yderligere kommentarer eller fremtidstendenser:

7.4 Workshop 2: Forsyningernes svar

Værk/virksomhed: Aars Fjernvarme

Hvordan tror I disse parametre ser ud for jeres værk i fremtiden (eller generelt)? Diskuter gerne!

Parametre:

Fjernvarme temperatur:

Frem: 60

Retur: 35-40

Produktionsomkostning:

250-300 kr./MWh

Levetid for stålørsløsning (Jeres forventning/erfaring)

50 år

Yderligere kommentarer eller fremtidstendenser:

Værk/virksomhed: Brønderslev Forsyning

Hvordan tror I disse parametre ser ud for jeres værk i fremtiden (eller generelt)? Diskuter gerne!

Parametre:

Fjernvarme temperatur:

Frem: 65

Retur: 35

Produktionsomkostning:

250 kr./MWh

Levetid for stålørers-løsning (Jeres forventning/erfaring)

50 år

Yderligere kommentarer eller fremtidstendenser:

Fjernvarme temperaturen kommer an på alder boligområde/ledningsnet, by kan evt.

opdeles i temperatur sæt. Alle ovenstående spørgsmål kommer helt an på hvilken økonomi

(anlægsbudget) det enkelte værk har at arbejde med.

Værk/virksomhed: Støvring Kraftvarmeværk

Hvordan tror I disse parametre ser ud for jeres værk i fremtiden (eller generelt)? Diskuter gerne!

Parametre:

Fjernvarme temperatur:

Frem: 70

Retur: 32

Produktionsomkostning:

320 kr./MWh

Levetid for stålrørs-løsning (Jeres forventning/erfaring)

50 år

Yderligere kommentarer eller fremtidstendenser:

55 frem og 25 retur på dele af nettet

Værk/virksomhed: Viborg Fjernvarme

Hvordan tror I disse parametre ser ud for jeres værk i fremtiden (eller generelt)? Diskuter gerne!

Parametre:

Fjernvarme temperatur:

Frem: 60

Retur: 35

Produktionsomkostning:

400 kr./MWh

Levetid for stålørers-løsning (Jeres forventning/erfaring)

50 år

Yderligere kommentarer eller fremtidstendenser:
