

Varmebehov i boliger og di- mensionering af ledningsnet

F&U Projekt

DANSK FJERNVARME

18. JANUAR 2018

Indhold

1	Indledning	3
2	Teser	3
3	Analysegrundlag	3
3.1	Boligerne i analysen	4
3.2	Udetemperatur	4
4	Analyseresultater for på husstandsniveau	4
4.1	Opdeling	5
4.1.1	Sammenligning af forbrug	5
4.1.2	Forbrugere med varmebeholdere	8
4.2	Analyseresultater på kvartersniveau	9
4.3	Maks flow – Flow kapacitet gennem måler	10
4.3.1	Brugsvandfordeling i procent for bi-måler:	10
4.4	Opsamling	11
5	Analyseresultater for samlet boligområde	11
6	Udjævning af varmekonsumet over døgnet	12
7	Konklusion	13
8	Perspektiver	13
9	Anden brug af fjernafmålte forbrugsdata	13

Appendix 1: Tegning over byområder	14
Appendix 2: Udetemperatur	15

Projekt nr.: 223416
Dokument nr.: 1226994559
Version 2
Revision

Udarbejdet af ahk/pbd/tkc
Kontrolleret af asm
Godkendt af ahk

1 Indledning

Den optimale dimensionering af fjernvarmerør sikrer, at kunderne får den varme, de har behov for, og at investeringen og varmetabet er så lille som muligt. Fjern-aflæste fjernvarmemålere har givet mulighed for at få et meget præcist billede af husstandens varmeforbrug over døgnet og året og giver således mulighed for at sammenligne forbrugsdata med dimensioneringsforudsætninger for rør og bruger-installationer.

Varmetabet i fjernvarmenettet varierer, men ofte tabes 25 pct. af varmeproduktionen ifølge Dansk Fjernvarmes benchmarking statistikken for 2016. Det vil sige, at der ikke opnås indtægt fra en fjerdedel af det indkøbte brændsel. Det tab skal dækkes af det faktiske varmesalg. Hver pct. sparet varmetab vil derfor kunne reducere varmeprisen. Endvidere vil en optimering af investering i fjernvarmerør også påvirke varmeprisen positivt. Der er således et potentiale i at reducere varmetabet i gadeledninger, og netop bedre information om forbrugerne kan bidrage til sådan en reduktion af varmetab og eventuelt fremløbstemperatur.

Varmeforsyningerne i Hjørring, Brønderslev og Støvring søgte ultimo 2016 sammen med NIRAS midler ved Dansk Fjernvarmes udviklingspulje til at undersøge det reelle varmeforbrug på baggrund af data fra 63 forbrugere. Data og server blev stillet til rådighed af AffaldVarme Aarhus (AVA) med henblik på at undersøge effektbehovet i den enkelte husstand set i forhold til DS 439 og det samlede effektbehov til et normalt boligområde bestående af almindelige husstande. Formålet er således også at komme med en samlet konkret vurdering af dimensioneringsforudsætningerne i DS 439 for boligernes fjernvarmeinstallationer.

En analyse af varmeforbrug målt minut for minut i 63 husstande viser, at der er potentiale i at optimere ledningsdimensioneringen – det kan reducere investering og varmetab, uden at det går ud over forsyningssikkerheden.

2 Teser

Normen for varmtvandsinstallationer i DS 439 foreskriver for boliger med varmtvandsvekslere, at denne skal kunne producere ca. 33 kW, varmeinstallationen skal derudover kunne levere opvarmning af boligen. Dimensionering af gadeledninger tager normalt også udgangspunkt i, at hver husstand maksimalt trækker op til 33 kW x antal huse divideret med en reduktionsfaktor for, at alle husstande ikke forbruger maksimal effekt samtidig – samtidighedsfaktoren.

Tesen for projektet var, at boligernes momentane forbrug kun sjældent eller aldrig når 33 kWh.

3 Analysegrundlag

AVA har i en 5 års-periode opsamlet forbrugsdata fra samtlige husstande i to boligområder samt blandeskabet ind til områderne med 2 sekunders interval. I 2014 blev der endvidere på fire husstande opsat separate målere til varmtvandsvekslerne. NIRAS fik adgang til data på AVA's server, hvorefter dataene blev summeret fra to sekunders-målinger til minut-målinger for at gøre det muligt at håndtere datamængden.

Det skal nævnes, at der også er andre faktorer end det forventede forbrug, der har indflydelse, når dimensionen af en gadeledning skal beslutes. Det er eksempelvis fremløbstemperatur, afkøling, maksimalt tryk og det ønskede differenstryk hos de yderste forbrugere.

Alle disse parametre bør overvejes og tilpasses den konkrete forsyning – især når gadeledninger skal dimensioneres – da det er her, der er størst risiko for unødigt varmetab fra for store vandvolumener. Én af de vigtige parametre er, at trykniveauet i ledningerne udnyttes optimalt.

3.1 Boligerne i analysen

Boligerne, der er anvendt som datagrundlag til analysen, er udgjort af to områder under AffaldVarme Aarhus, der samlet består af 63 parcelhuse. Områderne er opdelt i et nyt og gammelt område, fra hhv. ca. år 2000 og ca. år 1960. Målingerne hos hver forbruger er målt på sekund-niveau. Tegning over områder kan ses i *Appendiks 1: Tegning over byområder*.

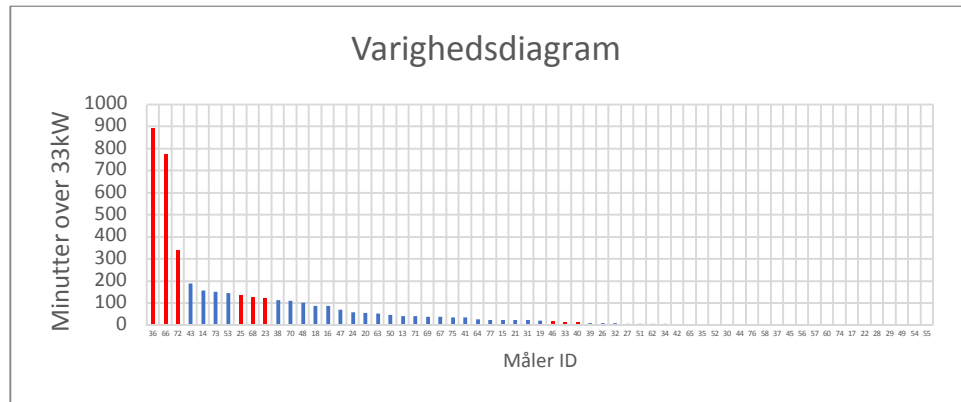
3.2 Udetemperatur

En detaljeret analyse tager udgangspunkt i et almindeligt vinterdøgn d. 22. januar 2014, der ca. har en udetemperatur på 0 °C. Temperaturer i °C for januar 2014 kan ses i *Appendiks 2: Udetemperatur*.

4 Analyseresultater på husstands niveau

Figur 4.1 viser, at der er meget stor spredning på, i hvor mange minutter hver af de 63 husstande har et forbrug på 33 kW eller derover. Under måleperioden har størstedelen af målerne dog målt effekter på over 33kW. Der er dannet et udtræk for samtlige måleres antal målinger, der overstiger 33kW, listet op i diagrammet herunder.

Figur 4.1: Varighedsdiagram: Minutter over samlet varmebehov på 33kW over et år



Analysen viser overordnet set, at forbrugerne i gennemsnit har et forbrug over de 33kW 0,015% af tiden, svarende til ca. 73 minutter om året. De tre forbrugere med mest tid med et forbrug over 33kW viger eksponentielt fra resten af forbrugerne. Ses der på data uden de 3 afvigende, ligger den gennemsnitlige overtid på ca. 40 minutter, altså 0,008% af tiden over et år.

I den videre analyse er der set nærmere på tre grupper af husstande med mange, mellem og få minutter med en effekt på over 33 kW. De grupper er markeret med rødt i Figur 4.1. Her er der kigget på husets type af varmtvandsinstallation, rumopvarmning, placering i ledningsnettet og husets opførelsesår. Der tegner sig ikke et entydigt billede set ud fra disse parametre. Det vil sige, at det i høj grad er brugernes adfærd, der påvirker forbrugsmønstrene mere end de fysiske parametre.

Blandt de 63 husstande var der også enkelte forbrugere med varmtvandsbeholdere, der burde udjævne varmekonsumet til varmt vand, men analysen viste, at de havde et effektkonsum svarende til varmtvandsvekslerne. Varmtvandsbeholdere er endvidere udfordrende i fjernvarmesystemer, hvor der arbejdes med at reducere fremløbstemperaturerne. De anses derfor ikke som et fremtidigt alternativ til varmtvandsvekslere.

4.1 Opdeling

Der er udtaget 3 x 3 målere til nærmere undersøgelse og sammenligning. Målerne opdeles i 3 kategorier:

Tabel 4.1: Tre forbrugere med mest tid over 33kW. Kategoriseret som højt forbrug.

Højt forbrug	Område	Veksleteknik	Varmeanlæg
Måler ID 36	Gl.	Veksler	Gulvvarme og radiator
Måler ID 66	Nyt	Veksler	Gulvvarme og radiator
Måler ID 72	Nyt	Veksler	Gulvvarme

Tabel 4.2: Tre forbrugere, der ligger omkring middel tid over 33kW. Kategoriseret som mellem forbrug.

Mellem forbrug	Område	Veksleteknik	Varmeanlæg
Måler ID 23	Gl.	Veksler	Gulvvarme
Måler ID 25	Gl.	Veksler	Gulvvarme
Måler ID 68	Nyt	Veksler	Gulvvarme

Tabel 4.3: Tre forbrugere, der ligger med lav tid over 33kW. Kategoriseret som lavt forbrug.

Lavt forbrug	Område	Veksleteknik	Varmeanlæg
Måler ID 40	Gl.	Veksler	Gulvvarme og radiator
Måler ID 46	Nyt	Veksler	Gulvvarme
Måler ID 33	Gl.	Veksler	Gulvvarme

Af tabellerne kan det ses, at der ikke er nogen direkte sammenhæng mellem boligområdet, og om forbruget i husstanden er højt, mellem eller lavt. Ej heller viser der sig et entydigt billede af forbruget i forhold til type af varmeanlæg i husstanden. Følgende afsnit viser en sammenligning af forbruget for de hhv. høj, mellem og lav forbrugere for et almindeligt vinterdøgn d. 22. januar 2014. Slutteligt vil forbrugere med varmebeholdere blive set nærmere på, og enkelte husstande vil blive analyseret på kvarterniveau.

4.1.1 Sammenligning af forbrug

Tabel 4.4: Tabel over forkortelser i sammenligningsgraferne.

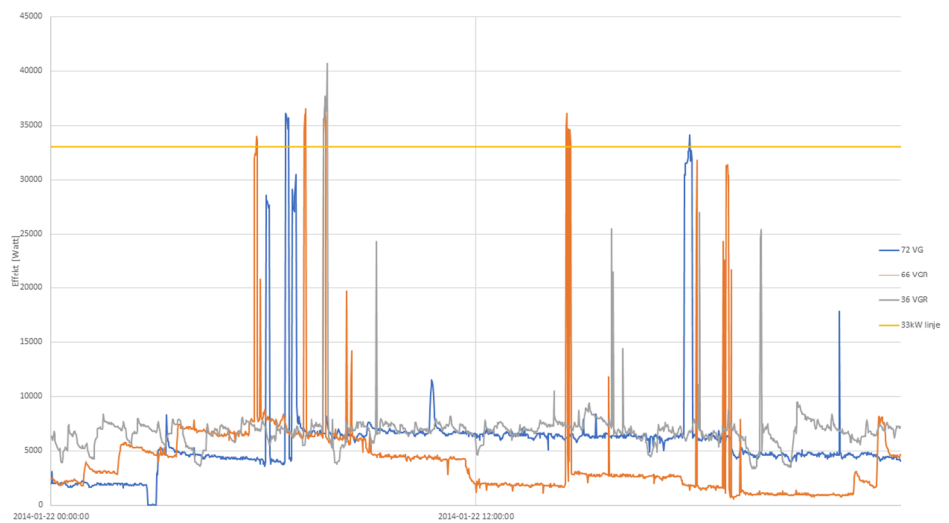
VG	VGR
Veksler	Veksler

Gulvvarme

Gulvvarme og radiator

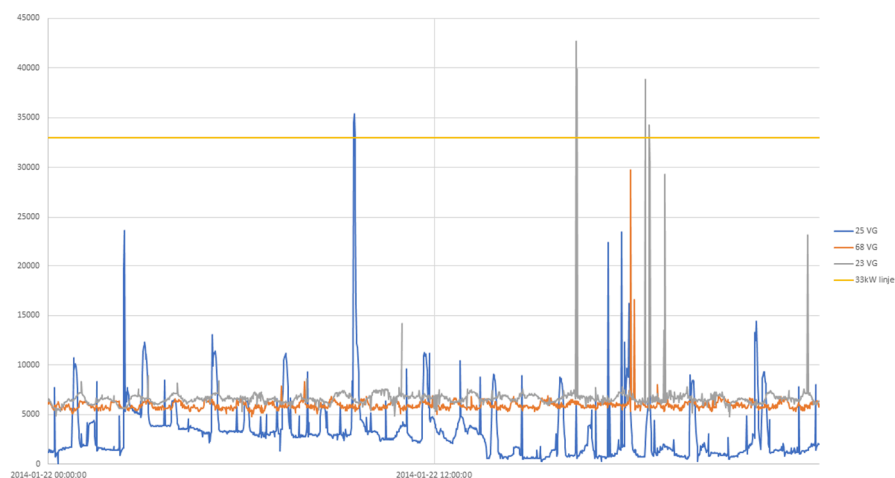
Figur 4.2 viser forbruget for de tre husstande med et højt forbrug, fordelt over et døgn. Af figuren fremgår det, at især i morgentimerne overstiger forbruget på de 33kW og i de sene eftermiddagstimer. Højforbrugerne har en blanding af både gulvvarme alene og radiator og gulvarme. Husstandene er fordelt både på gammelt og nyt område. Det ses, at effekten til opvarmning ligger omkring 5 kW, hvilken er det forventede den pågældende dag.

Figur 4.2: Højt forbrug – Megen overtid (mere end 400 minutter om året)



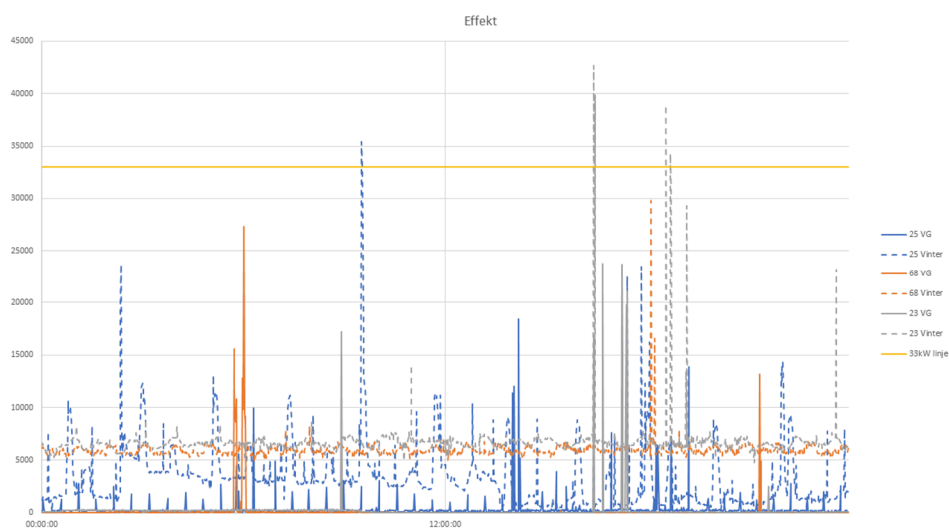
Figur 4.3 viser forbruget for de tre husstande med et mellem forbrug, fordelt over et døgn. Her fremgår det, at især eftermiddags-/aftentimerne overstiger et forbrug på 33kW. Målingerne af forbruget for ID25 kan indikere, at der er behov for service af installationen i husstanden, eftersom forbruget til rumopvarmning svinger væsentligt i forhold til de andre to husstande.

Figur 4.3: Mellem forbrug –
Typisk overtid (under 153
minutter om året)



På figur 4.4 ses der nærmere på forbruget for de tre husstande med et mellem forbrug for et vinterdøgn og et sommerdøgn. Det fremgår af figuren, at der ikke er en væsentlig forskel i forbruget om sommeren kontra om vinteren, kun at der er en forskel i forbruget til opvarmning. Det ses dog stadig, at måler ID25 har et uregelmæssigt forbrug i forhold til de andre to husstande.

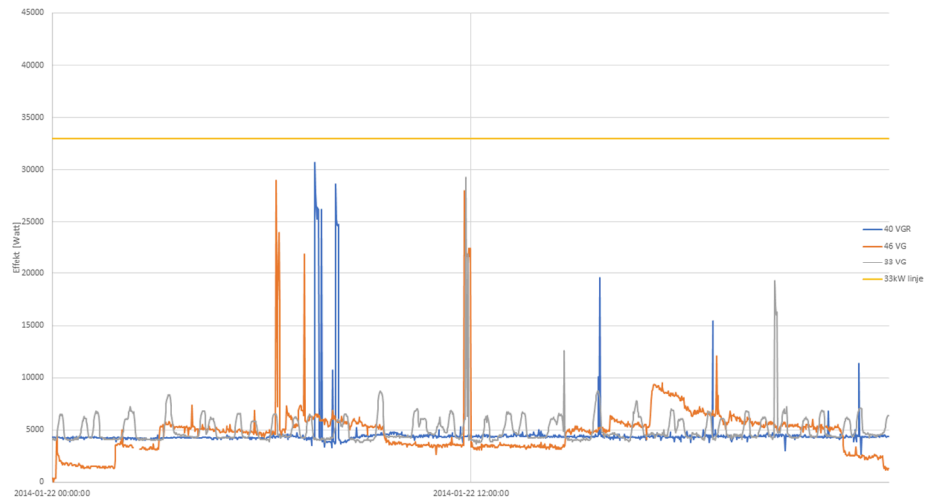
Figur 4.4: Viser effekten for de
tre mellemforbrugere på vinter-
og sommerdøgn.



Figur 4.5 viser forbruget for de tre husstande med et lavt forbrug, fordelt over et døgn. På figuren fremgår det, at husstandene på det pågældende døgn ikke overstiger et forbrug på 33kW. Samlet set overstiger effekten for de lave forbrugere kun 33kW under 21 minutter om året. Og af dem er der ingen i det viste døgn. For disse husstande med lavt forbrug ses forbrugsaktivitet om morgenen, og ellers spredt ud over resten af dagen og aftenen. Det ses, at

forbrugere med måler ID40 har et meget jævnt forbrug til opvarmning over døgnet i forhold til de 2 andre forbrugere.

Figur 4.5: Lavt forbrug –
Nærmest ingen overtid (under
21 minutter om året)



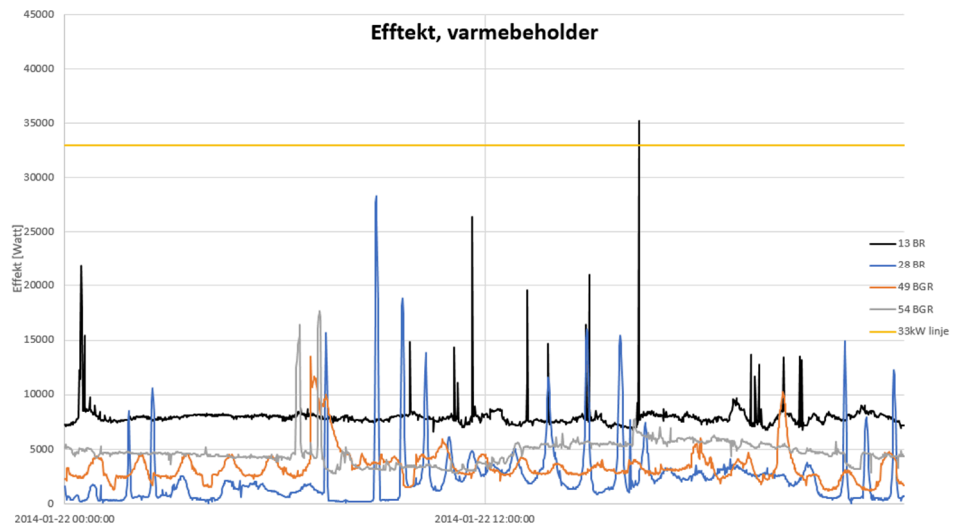
4.1.2 Forbrugere med varmebeholdere

Tabel 4.5: Tabel over forkor-
telser i sammenligningsgraf.

BR	GR
Beholder	Beholder
Radiator	Gulvvarme og radiator

Af figur 4.6 fremgår forbruget for de husstande, der har varmebeholdere. Varmebeholdere skulle som udgangspunkt udjævne varmekonsumet til varmt vand, men det fremgår af analysen, at de har et effektforsøg svarende til husstandene med varmtvandsvekslere.

Figur 4.6: Forbrugere med beholder
– Kun måler ID 13 har overtid på 43
minutter

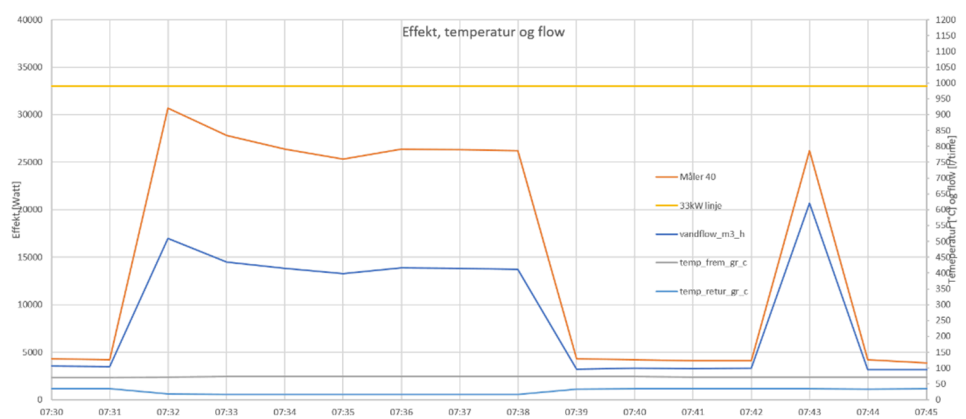


På ovenstående figur kan det ses, at specielt måler ID13 har et højere forbrug til rumopvarmning end de andre husstande med varmebeholdere og samlet set har et forbrug på over 33kW ca. 43 minutter om året.

4.2 Analyseresultater på kvartersniveau

I følgende afsnit analyseres der på forbruget for udvalgte målere over 15 minutter af morgenen. Figur 5.1 viser således, hvad der helt præcist sker i de minutter, hvor husstanden har et højt forbrug, og hvor længe forbruget varer. Således kan der ved at analysere på husstandenes forbrug over et 15 minuts interval gives indikationer på, hvor vidt der er enkelte installationer, der bør serviceres, hvis de har et "unormalt" forbrug.

Figur 4.1: Viser effekt, temperatur og flow over 15 min for måler ID40.



På figur 5.1 ses der et peak flow i starten til hhv. tømning af veksler og derefter stikledning for koldt vand. Herefter ses et nogenlunde stabilt niveau for et typisk bad over 5 – 8 min.

4.3 Maks flow – Flow kapacitet gennem måler

Det er observeret, at forbrugerne med højeste minuttal med effekt over 33 kW har et maksimalt flow, der ligger omkring værdien 1 m³/t.

Dette kan tyde på, at flowet overstiger målerens kapacitet, hvilket vil betyde, at den faktiske effekt i spidserne kan være højere end målt. I skemaet under kan det ses, at maks. flowet ligger omkring 1 m³/t. Skemaet viser også, hvor mange målinger der har ligget forholdsvis over 0,9 og 1 m³/t, samt den gennemsnitlige effekt ved disse målinger.

Tabel 4.6: Tabel over maks. flow, målinger over et vist flow samt gennemsnitlige effekter for målerne udvalgt til højt forbrug.

Måler ID	Målinger over 33 kW	Maks flow [m ³ /t]	Minutter over 0,9 m ³ /t	Gennemsnitlig effekt i perioden [kW]	Minutter over 1 m ³ /t	Gennemsnitlig effekt i perioden [kW]
36	894	1,092	2639	30,0	380	32,6
66	774	1,093	1762	32,5	894	34,3
72	408	1,025	131	28,6	17	30,8

For målerne, der ligger med et mellem minuttal med effekt over 33 kW, ses herunder, at forbruget kan overstige 1 m³/t.

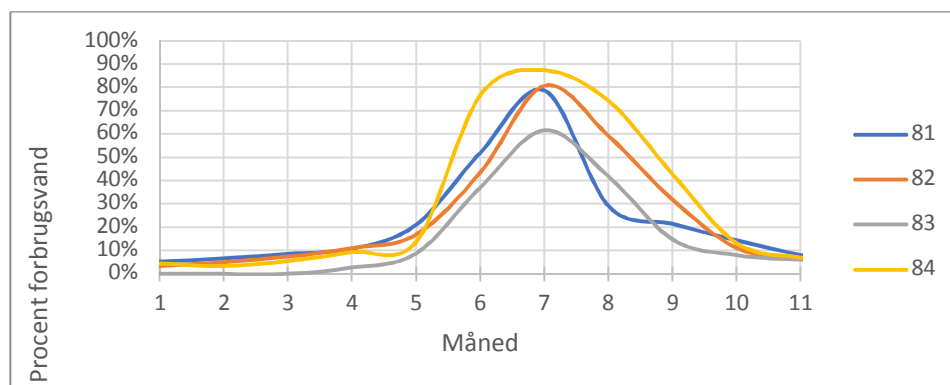
Tabel 4.7: Tabel over maks. flow, målinger over et vist flow samt gennemsnitlige effekter for målerne udvalgt til mellem forbrug.

Måler ID	Målinger over 33 kW	Maks flow [m ³ /t]	Minutter over 0,9 m ³ /t	Gennemsnitlig effekt i perioden [kW]	Minutter over 1 m ³ /t	Gennemsnitlig effekt i perioden [kW]
23	128	1,27	79	37,5	42	39,7
25	146	1,63	103	7,6	81	3,4
68	138	1,13	449	30,4	258	32,9

Undersøgelsen tyder på, at der kan regnes med, at effekten for forbrugere med højest minuttal over 33 kW, er målt korrekt.

4.3.1 Brugsvandfordeling i procent for bi-måler:

Figur 5.2: Brugsvandsfordeling i procent



Figur 5.2 viser målingerne fra 4 husstande med bi-måler på det varme vand. Målingerne viser, at brugsvand udgør det samme, uanset om boligerne er fra

1960'erne eller fra år 2000. Teoretisk burde det fylde mere i de nye huse, der burde bruge mindre varme, men de ligger stort set i samme spænd.

4.4 Opsamling

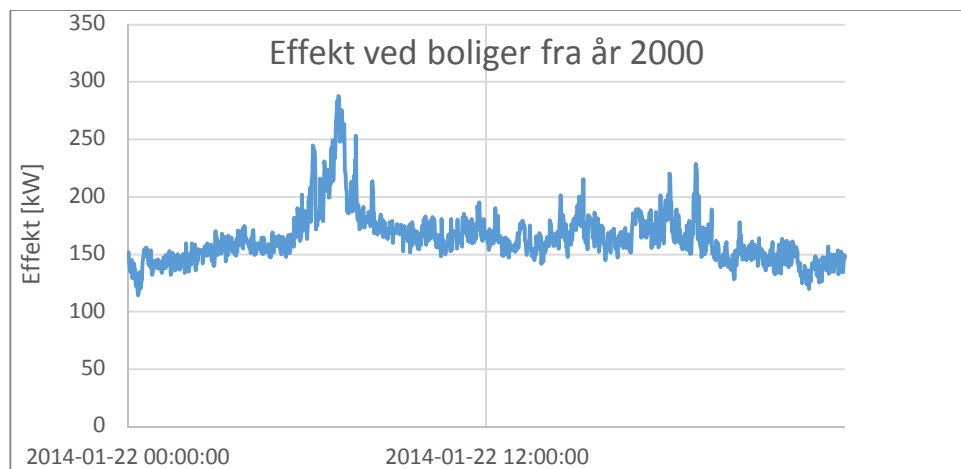
Analysen viser ikke nogen direkte sammenhæng mellem forbruget, og om området er nyt eller gammelt. Der tegner sig heller ikke et klart billede af forbruget i forhold til type af varmeanlæg. Af analysen fremgår det derfor, at det i høj grad er brugernes adfærd, der påvirker forbrugsmønstrene mere end de fysiske parametre.

5 Analyseresultater for samlet boligområde

Vi kigger nu på det ene af de analyserede boligområder med i alt 30 parcelhuse opført omkring år 2000. Her vil varmemeforbruget over et døgn i januar med en udetemperatur på ca. 0 °C hovedsageligt svinge mellem 150 - 200 kW, som vi kan se det på figur 5,1. Men i spidsbelastningen – ca. én time om morgenen – ligger varmemeforbruget væsentligt højere mellem 250-280 kW.

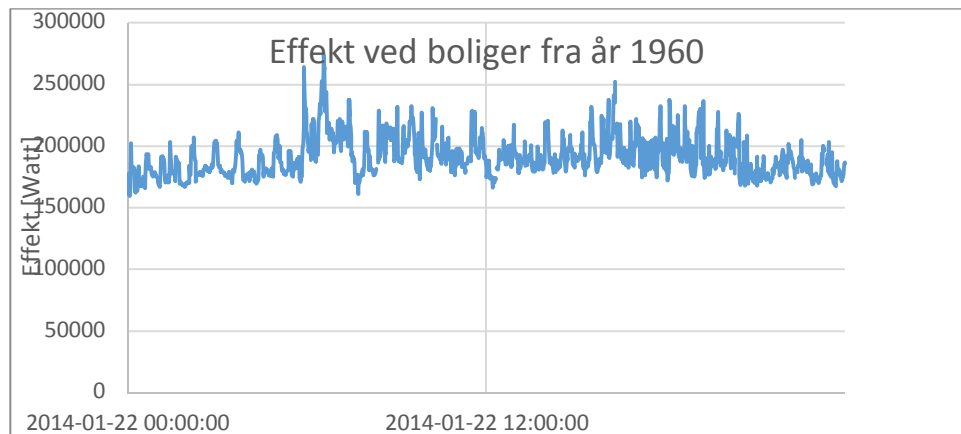
Den konkrete gadeledning er en DN80 med en ydelse på mellem 310 - 510 kW. På den pågældende januar-dag kunne en DN65 med en kapacitet på op til 330 kW være tilstrækkelig. Hvis der blev arbejdet aktivt med at reducere den spids, der er mellem ca. kl. 7-8, ville det kunne overvejes at reducere ledningens kapacitet yderligere.

Figur 6.1: Effekt for boligområde fra år 2000



I det andet boligområde med 33 parcelhuse fra omkring år 1960 er morgenspidsen mindre udtalt, da forbruget i spidsbelastningen ligger på 275 kW, og varmebehovet i gennemsnit er 200 kW. Denne forskel i forhold til det første område tilskrives beboernes større aldersspredning og dermed også døgnrytme. Gadeledningen i området er en DN100, og den vil derfor også kunne reduceres i størrelse.

Figur 6.2: Effekt for boligområde fra år 1960



6 Udjævning af varmemeforbruget over døgnet

Det er interessant at se nærmere på, hvilke instrumenter varmemeforsyningerne kan tage i brug for at påvirke brugernes adfærd – for at reducere spidsbelastningen i morgentimen. Indtil videre er der kun taget meget få tiltag i brug på landsplan for at påvirke brugernes adfærd, og ingen påvirker direkte forbruget over døgnet.

NIRAS afholdt efter de gennemførte analyser et møde med Danfoss Redan om de tekniske muligheder og ideer til at udjævne varmemeforbruget over døgnet. Følgende ideer og muligheder blev diskuteret:

- I Østrig er det eksempelvis et krav til leverandørerne af varmtvandsveksleren, at disse har en begrænset maksimal ydelse. På den måde reduceres vandstrømmen ud af tappestederne, hvis der trækkes over et givent kW. Det vil sige, at temperaturen ikke falder, men flowet ud af for eksempel bruser og vandhanen reduceres.
- Endvidere kunne det overvejes at lukke ned for opvarmning af samtlige boliger i tidsrummet mellem kl. 7-8 om morgenen. Dette vil kunne reducere morgenspidsen betydeligt og dermed udjævne varmemeforbruget over døgnet. For de 30 husstande afbilledet i Figur 2 vil det betyde en reduktion på ca. 150 kW, da det er antaget, at opvarmning i gennemsnit vil være 5 kW per hus den pågældende dag. Det vil medføre, at morgenspidsen forsvinder helt, og gadeledningens kapacitet vil derfor kunne reduceres.
- Alternativt kunne der laves en differentiering på betalingen af varmen med en billigere pris til kunder, der var villige til at flytte deres varmtvandsforbrug til efter kl. 9. Det kunne også tænkes, at den faste del af betalingen kunne graderes efter den maksimale belastning, som husstanden trækker fra systemet.

Der er således flere muligheder for at reducere både morgenspids – og dermed ledningsdimensionen – ved at arbejde med at påvirke brugen af fjernvarme over døgnet.

7 Konklusion

Resultatet af analysen viser, at langt de fleste boliger når op på et forbrug på 33 kW (totalt forbrug til varmt vand og opvarmning), men at det kun sker i meget få minutter i løbet af døgnet. Faktisk var perioden for spidsbelastningen, hvor forbruget i gennemsnit ligger på de 33 kW eller højere, set over tid ikke mere end ca. 40 minutter om året i gennemsnit i de 63 analyserede husstande.

Det kan på baggrund af analysen konkluderes, at fjernaflæste data kan levere vigtig information ved renovering af ledningsnet. Analysen er begrænset til almindelige parcelhuse, og det kunne derfor være interessant at udarbejde lignende analyser for andre boligtyper og forskellige typer erhverv.

For de 63 husstande i Aarhus viser analysen, at der kan være potentiale i at arbejde med udjævning af varmemeforbruget hen over døgnet. En udjævning vil give mulighed for at reducere ressourceforbrug, varmetab og investeringer i fjernvarmeledninger, uden at der går på kompromis med forsyningssikkerheden. I områder, hvor der sker byudvikling, og hvor de eksisterende rør har svært ved at levere den nødvendige 'rush hour' effekt, vil det i høj grad være interessant at arbejde med en belastningsudjævning for på den måde at kunne bibeholde de eksisterende rør og undgå en udskiftning af rør, før levetiden er udløbet og dermed undgå unødvendige investeringer. Ved at påvirke varmemeforbruget over døgnet kan dimensionering af fjernvarmerør i fremtiden smide selerne og måske spænde livremmen lidt ind. Analysen leder således også op til en diskussion om, hvor vidt der skal stilles skarpere krav til forbrugerne, og om hvor vidt dimensioneringsforudsætningerne i DS 439 bør revideres.

Ved at foretage målinger på individuelle husstande opnås der en viden, der kan bruges til at optimere/finde fejl/

8 Perspektiver

Ud fra den opnåede viden kan det for en fremtidig analyse vise sig interessant at foretage analyser af andre brugere for dermed at kunne undersøge en kvantificering af sparet investering i ledninger og varmetab.

9 Anden brug af fjernaflæste forbrugsdata

Analysen viste, at fjernaflæste data skal opsamles minimum hvert 15. minut for at identificere installationer med fejlindstillinger

Appendix 2: Udetemperatur

