

Overbliknotat: Grønne varmeløsninger til område 4

Den 7. december 2021

Indledning

Dette notat tager sit udgangspunkt i kommissoriet for iEnergi's arbejdsgruppe for grønne varmeløsninger til område 4, der som begreb dækker over områder uden for det kollektive forsyningsnet. Arbejdsgruppen er etableret på iEnergi's bestyrelsesmøde 23. februar 2021 og har samledes den 7. maj, 25. juni og 26. august 2021.

Formål og opbygning:

Notatet følger kommissoriets nedenstående punkter med ambitionen om at være et værktøj, der kan facilitere dialog mellem myndigheder og interessenter om grøn opvarmning af område 4 ud fra et fælles begrebssæt. Denne ambition sættes med hensyn til, at de identificerede varmeløsninger er forskellige både i form og indhold, hvorfor der snarere søges en ramme man kan navigere efter i fremtidig dialog, end detaljeret sammenligning.

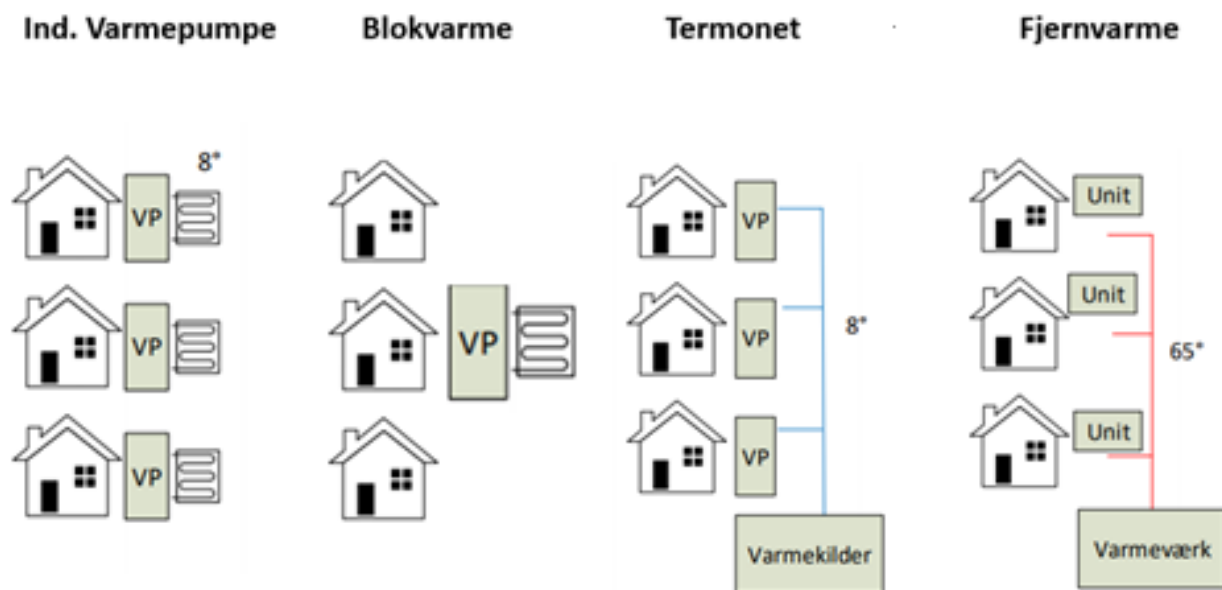
Som anført i kommissoriet observeres en udvikling, hvor den klare sondring mellem fjernvarme og individuelle varmepumper bevæger sig over i at være et spørgsmål om størrelsen på varmepumpen, placering heraf givet varmekilden og længden på "vandrøret".

1. Arbejdsgruppen skal identificere eksempler på denne bevægelse, afklare begreberne og identificere de forhold, der har været forudsætningen for, at de kunne realiseres. På denne baggrund skal arbejdsgruppen opsætte evt. pejlemærker for under hvilke forudsætninger, de forskellige løsninger kan være samfunds- og privatøkonomisk optimale.
2. På tværs af de teknologiske løsninger kan der være forskellige ejerskabs- og finansieringsmodeller. Arbejdsgruppen forsøger at skabe et overblik over disse, afklare begreberne og evt. pejlemærker ift. hvilke løsninger, der kan være optimale under hvilke forudsætninger
3. Arbejdsgruppens arbejde skal danne grundlag for dialog med Energistyrelsen og KL/kommunerne om beslutningsgrundlaget for samfundsøkonomisk optimale valg af opvarmningsform.

Begrebsafklaring

Arbejdsgruppen har opnået enighed om fire begreber, der systematiserer de relevante varmeløsninger for område 4. Understående grafik navngiver og afbilder varmeløsningerne ud fra deres tekniske struktur. Som beskrevet ovenfor, indgår der en eller flere varmepumper i alle varmeløsningerne. Den tekniske varians skal dermed findes i typen, størrelsen og placeringen af varmepumpen i forhold til varmekilden og de medfølgende krav til infrastruktur. Herudover er der dog et ekstra lag med potentiel varians, defineret af de 'leveringskoncepter', varmeløsningerne indeholder. Således kan man fx både købe, lease og abonnere på en

individuel varmepumpe, med varians i ejerskab, driftsansvar og finansiering på tværs af de tre koncepter. Disse lag illustreres grafisk i tabel 1 på side 3.



Individuel varmepumpe

Denne varmeløsning består af en luft-til-vand varmepumpe, der installeres med en inde- og udedel på kundens grund. Varmepumpen kobles direkte på elnettet og kræver således ikke yderligere infrastruktur. Som kunde kan man købe, lease eller abonnere på sin varmepumpe. Disse løsninger er teknisk identiske, men varierer ift. pris, drift og ejerskab.

Jordvarmeanlæg(jordvarmepumpe) er et individuelt alternativ til luft-til-vand varmepumpen. Den differentierer sig, ved at anvende jorden som varmekilde, der med en mere konstant temperatur end luften, har mindre udsving i virkningsgrad. Omvendt kræver en jordvarmepumpe afhængig af boligens standard mellem 2-3 kvm udeareal pr. 1 kvm inde-areal til vandør, ligesom prisniveauet typisk er højere end for en luft-til-vand varmepumpe. Grundet lavere salg af jordvarmepumpe og manglende case-materiale, er den individuelle jordvarmepumpe udeladt fra dette notat som individuel løsning. Som det fremgår nedenfor, indgår denne dog i termonet.

Blokvarme

Denne varmeløsning udgøres ligesom ovenstående af en luft-til-vand varmepumpe, der kobles direkte på elnettet. Den afviger dog ift. størrelse og forsyningskreds, der kan være flere husstande eller større bygninger, som fx etageejendomme, skoler eller virksomheder. Blokvarme kan jf. vejledning til projektbekendtgørelsen indgå i et fjernvarmenet, men skal i dette notat forstås som en selvstændig, eldrevet varmforsyning. Overstiger effekten 0,25 MW betragtes blokvarme som kollektiv varmforsyning.

Blokvarme kan være relevant ift. boligforeninger og lign., hvor den individuelle løsning ikke er praktisk mulig. Flere kendte cases omfatter store offentlige bygninger (skoler) og erhverv, dog er der endnu ikke hverken identificeret cases eller data på individuelle boliger med olie- eller gasfyr i område 4, der er arbejdsgruppens scope. Derfor bliver denne varmeløsning ikke uddybet yderligere i dette notat.

Termonet (Kold fjernvarme)

Denne varmeløsning består af et forsyningsnet, der transporterer termisk energi i vand via uisolerede plastikrør, og - i kombination med individuelle jordvarmepumper - udgør en varme- og køleløsning. Af mulige varmekilder til denne varmeløsning er således jordboringer, overskudsvarme fra industri, regn-, spildevand og drikkevand, sol og energifangere m.fl. Varmekilderne er typisk lodrette jordboringer af varierende længde, hvor længste eksempel i Danmark er på 200 meter. Dette giver mulighed for passiv køling om sommeren. Er varmekilden lunkent vand i returvarmeledning fra et fjernvarmenet, betegnes varmeløsningen *5. generations fjernvarme*. Denne løsning er blevet testet i Danmark, dog stadig uden holdbare business cases, hvorfor den endnu ikke er realiseret og ikke indgår yderligere i dette notat.

Et termonet ejes som udgangspunkt af et energifællesskab eller et forsyningselskab. Hertil kan de individuelle varmepumper enten ejes af den enkelte borger, energifællesskabet, leverandøren eller forsyningselskabet. I Silkeborg ejer forsyningen alle både net og pumper og kunderne betaler en pris tilsvarende den lokale fjernvarme. Silkeborg Forsyning har navngivet denne løsning *kold fjernvarme*. Således defineres dette som et leveringskoncept og er dermed ikke en selvstændig varmeløsning i teknisk forstand. Om termonet som udgangspunkt er at betragte som kollektiv varmforsyning er stadig under juridisk afklaring. Dog gælder effektgrænsen på 0,25 MW ligeledes for denne varmeløsning, som for de øvrige.

Fjernvarme

Denne varmeløsning fremfører varmt vand fra et varmeværk via et isoleret rørsystem i jorden direkte til slutkunden. Når fjernvarmevandet har afgivet varmen, sendes det retur til varmeværket, hvor det igen varmes op. Energikilder til denne varmeløsning er bl.a. affald, flis, halm, vind, solvarme, geotermi, naturgas, olie, kul og overskudsvarme fra industri, spildevand, supermarkeder mm. Fjernvarme betragtes som kollektiv varmforsyning, med ejerskab og driftsforpligtelser placeret hos et forsyningselskab.

Fjernvarmens centrale produktion ventes i stigende grad at suppleres/erstattes af varmepumper, der kan placeres tættere på kunden og booste varmen decentralt. Elektrificeringen er forudsætningen for, at der kan høstes integrations-/fleksibilitetsfordele ift. energimarkedets balanceringsbehov.

Fjernvarme har – ligesom Termonet – mulighed for at kunne integrere lokale varmekilder og således udnytte sektorkoblingsfordele med fx industrielle kilder.

Fordele og ulemper ved de forskellige varmeløsninger

Nedenstående tabel 1 sammenligner de forskellige varmeløsninger (listet på den vandrette akse) på en række forskellige parametre (listet på den lodrette akse). De enkelte informationer er som udgangspunkt taget fra case-eksempler, der fremgår af nederste række.

Tabel 1

Økonomi	Ejerform Finansiering Brugerinvesteringsscases Årlig udgift - varme - D&V Sikkerhedsstillelse	Individuel varmepumpe			Termonet		Fjernvarme
		Køb	Leasing	Abonnement	Borger, forening	Forsyning(Kold fjernvarme)	Fjernvarmeselskab
		Tilskud, banklån, egenkapital			Egenkapital, tilskud, tinglysning	Kommunekredit	Kommunekredit
		80.000-120.000	17.500-25.000	7.500-35.000	0-200.000	63.375	0-65.000
		10.000-11.500	ca. 24.000	16.000-20.000	5.000-16.000	13.793	5.000-26.000
		ca. 1.700	0 (inkl. i aftale)	0 (inkl. i aftale)	0-2.000	0 (inkl. i aftale)	0 (inkl. i aftale)
		Pant i ejendom				Kommunegaranti	Kommunegaranti
Convenience	Støj	Støj afhængig af installation og kvalitet			Begrænset		Minimalt
	Pladskrav	Ved bolig			Lokalt		Centralt
	Organisation af drift	Borger	Leverandør		Borger/forening/forsyning	Forsyning	Fjernvarmeselskab
	Konverteringshastighed	1-5 mdr.			6-12 mdr.		2-5 år
	VP levetid	16 år			15-25 år		>20 år
Net levetid				>50 år			
Mulighed for passiv køling	Nej			Ja		Nej	
Geografi	Krav til infrastruktur	Elnet			Elnet + termisk net		Fjernvarmenet
	Varmekilde	Luft			Mange alternativer		
Samspil med energisystemet	Spotpris- og tarifojustering	Borger	Leverandør		Borger, forening, forsyning	Forsyning	
	Volumen til systemydelse	Puljes af aggregator			Ja		
	Mulighed for lagring/fleksibilitet	minutter - timer			timer - dage		dage - måneder
Kilde	Suntherm, OK	OK	Nærværme Danmark	Projekter fra Termonet.dk	Kold Fjernvarme i Silkeborg	F.tilsynets prisstatistik 2021	

Note: Geografi: varmekilder dækker over de sektorkoblingsfordele der ligger i , at termonet og fjernvarme kan udnytte mange kilder fra overskudsvarme

Individuel varmepumpe ift. øvrige løsninger i tabel 1

+	-
Hurtigste konverteringshastighed	Støjgener og pladskrav - afhænger af installation
Eneste krav til infrastruktur er elnet	Skal puljes af aggregator for at levere fleksibilitet
Lav brugerinvestering ved leasing	Højere årlig udgift ved leasing
Teknologiudvikling fremadrettet peger på prisreduktion og effektivitetsforbedringer (Teknologikatalog)	Høj brugerinvestering ved køb

Case

Data i tabellen er taget fra OK, Nærværme Danmark og Suntherm. Inkluderede services ved leasing/abonnement er bl.a. reservedele ved reparation. Den årlige udgift er udregnet ved at sammenlægge varmeomkostninger med hhv. drifts- og vedligeholdelsesomkostninger eller leasing-/abonnementsydelse, afhængig af køb, leasing eller abonnement på varmepumpe.

Den individuelle varmepumpe er en fleksibel varmeløsning i kraft af finansieringsmuligheder, med eneste tekniske krav værende forbindelse til elnettet. I kraft af løsningens individualitet og begrænsede krav til infrastruktur, er det teknologien og installationen heraf, fx styringsmuligheder, der sætter grænser for, hvor effektiv en varmeløsning en individuel varmepumpe kan være. Det bemærkes, at Teknologikatalogets (TK) pris er inden for det angivne interval, og at prisen i hht. TK vil falde og effektiviteten stige i de kommende år.

Termonet ift. øvrige løsninger i tabel 1

+	-
Lav årlig varmeudgift under gunstige forhold (lokale varmekilder, infrastruktur)	Højere brugerinvestering ved ejerskab af termonet
Kan levere passiv køling uden meromkostning	Oprettelse kræver engagement fra forsyning/forening
Mulighed for finansiering via tinglysning	Større usikkerhed ift. økonomisk rentabilitet pga. afhængighed af infrastruktur, varmekilde og tilslutning

Cases har generelt kapacitet til yderligere tilslutninger	Teknologi og leveringskoncepter er stadig i modningsfasen
---	---

Case

Bofællesskabet Mageløse ved Flyvestation Værløse består af 29 boliger + fælleshus og opvarmes af et termonet, med præeksisterende afværgeboringer som varmekilde og varmeproduktion fra individuelle jord-til-vand varmepumper. Grundejerforeningen ejer termonettet, der er betalt med pant i hver bolig. Driften håndteres af leverandør via garantien på varmepumperne, men vil på sigt klares af bofællesskabet, da beboerne har teknisk ekspertise til at varetage denne opgave. Den årlige udgift på kr. 8.500 pr. husstand er således varmeregning sammenlagt med almindeligt elforbrug.

Denne case viser et tilnærmelsesvist ideelt eksempel på et termonet, med udnyttelse af eksisterende boringer til dets etablering og selvstændig drift af termonettets brugere. Disse faktorer medvirker til en reduktion af hhv. brugerinvesteringen og den årlige udgift, da driftsomkostninger spares. Dog forudsætter dette teknisk ekspertise og tid fra termonettets brugere.

Denne varmeløsning har fordele tilfælles med både fjernvarme og individuel varmepumpe og udgør – under optimale omstændigheder – den billigste grønne varmeløsning til område 4.

Den høje brugerinvestering kan sænkes via engagement i termonettet fra kommune og/eller forsyning, som set i enkelte termonet-projekter i Danmark.

Fjernvarme ift. øvrige løsninger i tabel 1

+	-
Længste levetid	Varmetab i transmissions- distributionsledning
Støjfri og usynlig lokalt hos kunden	Lang etableringstid
Gode muligheder for fleksibilitet ift. energisystem pga. produktions-volumen til systemydelse	Omkostningstung infrastruktur og anlægsomkostninger, kræver lang afskrivningsperiode og dermed risiko
Mulighed for billig finansiering med kommunegaranti	Stor variation i årlig udgift for kunden på tværs af selskaber
Størst potentiale ift. udnyttelse af varmekilder (overskudsvarme, affald mm.)	Udgift for den enkelte tilsluttede er følsom over for den lokale tilslutningsgrad

Case: Forsyningstilsynets prisdata 2021

Fjernvarme er en kendt teknologi, som dækker mere end 60% af alle husholdninger i Danmark. Etableringstiden på >2 år er den længste af de fire varmeløsninger. Et varmetab i transmissionsledningen fra centralen til distributionsnettet vokser i takt med ledningens længde og øger dermed omkostningerne.

Fjernvarme egner sig bedst til at forsyne områder med stor befolknings- og bebyggelsestæthed og kan ift. sektorkoblingsperspektivet udnytte lokale kilder fra overskudsvarme. Den omkostningstunge infrastruktur og lave marginaleffektpris gør varmeløsningen velegnet til forsyning af byområder, hvor mange bor tæt sammen.

Ift. område 4, kan et fjernvarmenetværk enten udvides eller etableres fra ny, alt efter et konkret områdes afstand til et eksisterende fjernvarmenet.

Fjernvarmen har et betydeligt spænd ift. årlig udgift. Dette skyldes bl.a. bredden af anvendte teknologier, mulighed for anvendelse af overskuds-/spildvarme, alder på nettet og lokal energitæthed (størrelse på varmegrundlag pr. areal) fjernvarmenettene imellem. Ældre fjernvarmenet har således en omkostningsmæssig fordel ved endt afskrivning af infrastrukturen, der medvirker til at reducere varmeprisen for kunden. Den nyeste opgørelse fra Forsyningstilsynet viser en gennemsnitlig fjernvarmepris på 12.388 kr. i Danmark.

Væsentlige pejlemærker ift. valg af løsning

De præsenterede varmeløsninger har i kraft af deres tekniske egenskaber mv., forskellige forudsætninger for at fungere optimalt på en given lokation ift. bruger- og samfundsøkonomi.

1. Geografi/lokation/sektorkobling

Geografi og dermed lokale forhold er således et væsentligt pejlemærke for økonomien i termonet og fjernvarme:

- Tilstedeværelse af en varmekilde som fx overskudsvarme kan reducere omkostninger betragteligt
- Beboelsestæthed (energitæthed/varmegrundlag) dikterer længde af røret, varmetab mm. – jo tættere jo billigere

Hertil kan fjernvarme udnytte fx havvand eller lign. varmekilder med højere og mere stabil temperatur end udeluft, ligesom potentialet for udnyttelse af overskudsvarme fra erhverv og industri stiger i takt med kapaciteten. Med udsigt til fremtidig brint -produktion og datacentre, forventes en øgning af tilgængelig overskudsvarme.

Den eneste 'geografiske' forudsætning for den individuelle luft-til-vand varmepumpe er tilstrækkelig plads til selve enheden ved kundens bolig, samt at den genererede støj gennem installationseksportise og placering, holdes under den tilladte dB-grænse.

2. Finansiering

Finansieringsmuligheder er ligeledes et centralt pejlemærke. En høj brugerinvestering kræver god økonomi hos kunden, hvorfor fleksibel finansiering, med fx en abonnementsløsning, kan øge en varmeløsnings tilgængelighed. Denne vurderes at være tilgængelig på tværs af de præsenterede varmeløsninger, dog mest udbredt blandt individuelle varmepumper, da man som kunde ikke er geografisk bundet til én leverandør og dermed har et større udvalg end med de øvrige varmeløsninger.

3. Sektorkobling og samspil med energisystem

Jo større effekt man forvalter, og jo bedre lagerkapacitet man råder over, jo større potentiale er der for at byde ind med systemydelse, der hjælper til balancering af energimarkedet og/eller aflastning af elnettet. Der er en nedre effektgrænse på 5 mw, for at kunne byde ind. Dette giver fjernvarmen en umiddelbar fordel, i form af varmeløsningens typiske størrelse og koncentration af varmeproduktion i få enheder, der er store nok til at indgå i en balanceansvarlig pulje af fleksible aktiver og dermed udbyde systemydelse.

Derudover har fjernvarmen ofte varmeakkumulatorer og i enkelte tilfælde damvarmelagre, der sammen med rørettet giver bedre muligheder for at forskyde produktion ift. elpriser og/eller elnettets belastning.

Med en igangværende markedsudvikling, hvor forretningsmodeller med varmeservices fra individuelle varmepumper spiller en større rolle, vil grundlaget for aggregering af individuelle varmepumper med salg af systemydelse som en tillægs-værdistrøm gradvist muliggøres. Lige som ved fjernvarmeunits kan den individuelle varmepumpe udnytte spotprisoptimering, men har begrænset lagringsmulighed.

Termonet kan grundet størrelse både udnytte fordel ved spotprisoptimering og aggregeres ind i en portefølje, der puljes ift. systemydelse. Dertil kommer at den passive køling kan bruges ift. aflastning af elnettet lokalt. Hertil har termonet også en konsistent høj virkningsgrad via anvendelsen af jordvarmepumper.

Samspillet med energisystemet er endnu ikke væsentligt for brugerøkonomien i individuelle varmeløsninger, men potentialet ses særligt i fjernvarme-cases, på trods af at det ikke indregnes i samfundsøkonomien for projektforslag.

4. Convenience

Dette punkt betegner lethed ved at købe og opretholde en varmeløsning for kunden. Denne er svær at sætte tal på, da præferencer er subjektive og kontekstafhængige. Således kan fx pladskravet af en individuel varmepumpe være ubetydeligt for én kunde og en negativ faktor for en anden. Derfor er de indeværende parametre alle væsentlige ift. valg af varmeløsning for den enkelte kunde, hvorfor de indgår i vurderingen af de præsenterede varmeløsninger. De forskellige leveringskoncepter ved både den individuelle varmepumpe og termonet giver mulighed for en økonomisk prioritering, da driftsansvaret sælges som en service via abonnementsbetaling i førstnævnte tilfælde og indgår som en del af varmeregningen til forsyningselskabet i sidstnævnte.

En base for dialog

Således har de forskellige varmeløsninger en række individuelle karakteristika, der med fordel kan medtages sideløbende med de økonomiske overvejelser i valget af varmeløsning. Se bl.a. Evida's analyse *Gaskundernes forventninger til deres fremtidige opvarmning* og Transitions antropologiske undersøgelse; *Valg af opvarmningsform i private husstande* for et dybere indblik i varmekunders adfærd.

Med varierende tekniske udformninger og leveringskoncepter, varmeløsningerne imellem, kan det bedste valg kun foretages med udgangspunkt i den konkrete kontekst. Således er målsætningen med dette notat at bidrage med en forståelsesramme til oplyst dialog om valg af varmeløsninger i konverteringen fra sort til grøn opvarmning af område 4.