

Notat om luft til luft varme- pumper og VE-G



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Notat om luft til luft varmepumper og VE-G



Udarbejdet for:

Energistyrelsen
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Udarbejdet af

Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup
Køle- og Varmepumpeteknik

September 2021

Forfatter: Jakob Thomsen



Indledning

Dette notat er udarbejdet af Teknologisk Institut for Energistyrelsen i perioden juli til september 2021. Notatets hovedformål er at beskrive dels potentialet for at spare energi via bedre installation af luft/luft-varmepumper og dels den andel af potentialet, som kan realiseres, hvis VE-godkendelsesordningen gøres obligatorisk ved installation af luft til luft varmepumper på en relevant måde. Endelig har Energistyrelsen ønsket, at det vurderes, om der er andre forhold end ovennævnte, der taler for eller imod at inkludere luft til luft- og ventilationsvarmepumper i VE-godkendelsesordningen.

For at begrænse opgavens omfang er den efter aftale med Energistyrelsen udført som litteraturstudie suppleret med enkelte interviews med forhandlere af varmepumper og Teknologisk Instituts viden på området. Desuden er der fokuseret på enfamilie- og sommerhuse.

Luft til luft varmepumper

Luft til luft varmepumper er meget udbredte, fordi de er billige og afgiver varme direkte, uden behov for radiator- eller gulvarmeanlæg. De supplerer ofte en anden varmekilde, fx en brændeovn, et oliefyr eller elpaneler. Analyser viser, at de kun i begrænset omfang dækker hele rumvarmebehovet [1], [2]. Luft til luft varmepumper kan ikke producere varmt brugsvand.

Luft til luft varmepumper installeres primært i eksisterende enfamilie- og sommerhuse og til en vis grad i nybyggede sommerhuse, men sjældent i andet nybyggeri, bortset fra tilfælde hvor formålet er køling frem for opvarmning, jf. beskrivelse sidst i dette afsnit. Fordi en luft til luft varmepumpe afgiver varme direkte til rummet, ligesom et elpanel eller en brændeovn, kan den anvendes i rum, der ikke har radiator- eller gulvarmeanlæg til vandbåren varme, fx en garage, et anneks, en udestue og lignende. Et studie fra 2011 viser, at 10 % af de adspurgte respondenter i enfamiliehuse havde installeret luft til luft varmepumpe i rum, som ikke før havde haft varmeanlæg [1].

I samme studie angav respondenterne begrundelser for køb af varmepumpe, som det fremgår af tabel 1.

Motiver til at installere en luft til luft varmepumpe	Enfamiliehus	Sommerhus
<i>For at spare penge på varmen</i>	72%	50%
<i>For at spare energi</i>	63%	61%
<i>For at få en bedre komfort i huset</i>	38%	53%
<i>For at bidrage til mindre forurening</i>	23%	21%
<i>Stod alligevel over for at skulle udskifte husets varmeanlæg</i>	3%	0%
<i>Ikke relevant, varmepumpen var installeret ved indflytning</i>	10%	3%
<i>For at kunne holde sommerhuset frostfrit om vinteren</i>		51%
<i>Andet</i>	7%	8%

Tabel 1 - Motiver til anskaffelse af luft til luft varmepumper [1].



Mange luft til luft varmepumper er primært udviklet som klimanlæg til luftkøling, og kan derfor ikke kun levere varme, men også køling. Ifølge ovennævnte studie benyttedes 15 % af produkterne den gang lejlighedsvist til køling i enfamiliehuse. Interviews med markedsaktører tyder på, at den andel kan være steget pga. problemer med overophedning i en del nyere byggeri. Ellers synes studiets resultater at svare til den begrænsede nyere litteratur om emnet.

Salgstal for luft til luft varmepumper

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Ventilationsvarmepumper	108	0	983	1.807	1.585	1.182	5.665
Brugsvandsvarmepumper	135	40	331	617	604	672	2.399
Luft til luft varmepumper	23.334	21.396	34.521	37.681	47.268	47.711	211.911
0-6 kW	22.230	19.354	32.508	35.689	44.572	44.079	198.432
6-9 kW	641	1.440	1.611	1.277	1.921	3.316	10.206
9-20 kW	377	472	300	523	632	236	2.540
+20 kW	86	130	102	192	143	80	733
Luft til vand varmepumper	3.097	3.925	5.958	7.403	8.541	13.006	41.930
Jordvarmepumper	1.885	2.328	2.143	2.310	2.251	2.308	13.225
Total	28.559	27.689	43.936	49.818	60.249	64.879	275.130

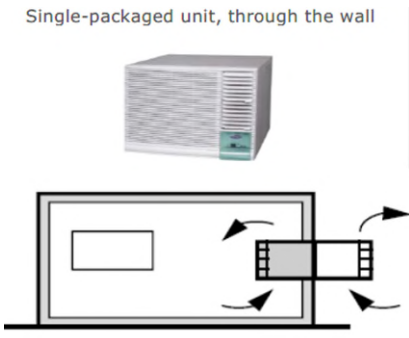
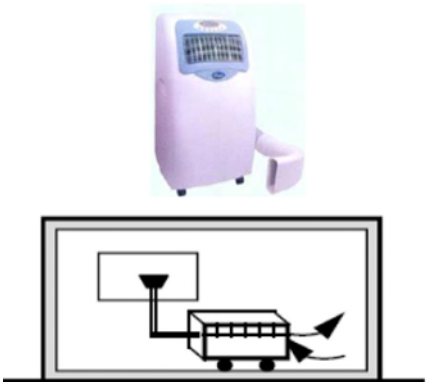
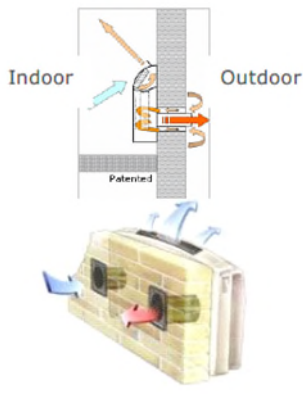
Tabel 2 – Energistyrelsens varmepumpestatistik for perioden fra 2015 til 2020 [3], [4]. Statistikken indeholder varmepumper solgt på det danske marked til både private og professionelle installationer.

Som det fremgår, udgør luft til luft varmepumper 77 % af det samlede salg i perioden fra 2015-2020. Det formodes, at en del byggemarkeder sælger luft/luft-varmepumper, uden at de indgår i statistikken, og der kan derfor være solgt endnu flere, end Tabel 2 viser. Som det også fremgår, er der solgt langt færre ventilationsvarmepumper.

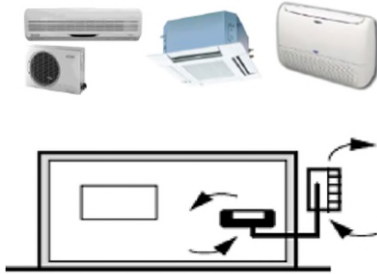
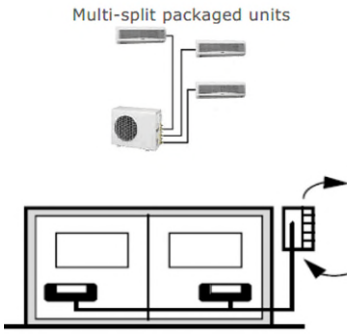
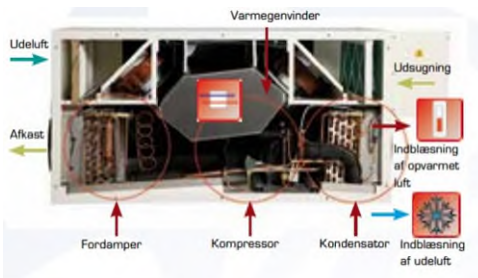
I Tabel 2 er luft til luft varmepumper også fordelt på varmekapacitet [3]. Her fremgår det, at størstedelen af luft til luft varmepumperne har en varmekapacitet på 0-6 kW. Kapacitet mindre end 6 kW er utilstrækkeligt til at dække hele rumvarmebehovet i de fleste eksisterende huse. Men der kan installeres mere end én varmepumpe per bygning, eller varmepumpen kan suppleres af anden varmekilde.



Typer af luft til luft varmepumper

Type	Billede	Beskrivelse
Monoblok	<p>Single-packaged unit, through the wall</p>  <p>Kilde: Air conditioner task report 1, 2018 [5]</p>	<p>En kompakt sammenbygget enhed til placering i en vinduesåbning eller et hul i væggen</p> <hr/> <p>Anvendelse</p> <p>Benyttes i begrænset omfang til enfamiliehuse og sommerhuse. Benyttes dog i nogle tilfælde i mindre butikker, hvor de erstatter et vinduesfag eller en del af facademuren.</p>
Monoblok – enkeltkanal	 <p>Kilde: Air conditioner task report 1, 2018 [5]</p>	<p>Beskrivelse</p> <p>Anlæg der er placeret indendørs. Anlægget tager luft ind fra det rum, hvor det er placeret og leder luften ud i det fri via én kanal. Anlæggene er ofte transportable</p> <hr/> <p>Anvendelse</p> <p>Begrænset anvendelse i nordiske lande [6], da der skabes undertryk i det rum, hvor varmepumpen er placeret. Bruges sommetider i akutte situation til punktafkøling på meget varme dage.</p>
Monoblok – dobbelkanal	 <p>Kilde: Air conditioner task report 1, 2018 [5]</p>	<p>Beskrivelse</p> <p>Anlæg, der er placeret indendørs og har to kanaler til det fri: Én kanal, hvor luften tages ind, og én kanal hvor luften ledes ud. De to kanaler kan både være to adskilte rør som vist på tegningen eller rør i rør.</p> <hr/> <p>Anvendelse</p> <p>Denne varmepumpetype kræver en større tilpasning af murværket end en klassisk splitanlæg, hvilket kan være omkostningstungt ved retrofit. Denne type har opnået begrænset udbredelse i nordiske lande [6].</p>
		<p>Beskrivelse</p>



<p>Single-split-anlæg</p>	 <p>Kilde: Air conditioner task report 1, 2018 [5]</p>	<p>Anlæg, der består af en udendørs- og en indendørsdel, der er forbundet via et rør til cirkulation af kølemiddel.</p> <hr/> <p>Anvendelse</p> <p>Retrofit anlæg til eksisterende enfamiliehuse, kontorer, butikker, opvarmning af mindre rum som garager, annekser og skurvogne på byggepladser. Derudover benyttes anlæggene også i butikker, service og handel samt mindre industri. Dækker op til 70 % af varmebehovet i boliger samt et eventuelt kølebehov.</p>
<p>Multi-split-anlæg</p>	 <p>Kilde: Air conditioner task report 1, 2018 [5]</p>	<p>Beskrivelse</p> <p>Anlæg, der består af en udendørs- og flere indendørsdele, der er forbundet via et rør til cirkulation af kølemiddel.</p> <hr/> <p>Anvendelse</p> <p>Anvendes i større sommerhuse og enfamiliehuse, hvor luft til luft varmepumpen står for den primære opvarmning eller køling. Derudover benyttes denne type også i butikker og industri. Kan dække op til 100 % af rumvarmebehovet.</p>
<p>Ventilationsvarmepumpe</p>	 <p>Kilde: Den lille blå om varmepumper [7]</p>	<p>Beskrivelse</p> <p>En varmepumpe tilknyttet et ventilationsanlæg, som opvarmer indblæsningsluften med varmen fra afkastluften med eller uden en passiv varmegenvinder.</p> <hr/> <p>Anvendelse</p> <p>Bruges primært i nybyggeri i enfamiliehuse, hvor der er behov for mekanisk ventilation for at opnå tilstrækkeligt luftskifte. Kan teoretisk dække op til 100 % af rumvarmebehovet, men ofte vil andelen være mindre og der skal være supplerende opvarmning.</p>

Tabel 3 - Overblik over forskellige typer af luft til luft varmepumper og deres anvendelsesområder

Som Tabel 3 viser, er der flere forskellige typer af luft til luft varmepumper, som har forskellige anvendelsesområder. Interview med brancheaktører indikerer tydeligt, at langt de fleste varmepumper, som installeres i Danmark, er single-splitanlæg. Ventilationsvarmepumper bliver som beskrevet i Tabel 3 primært brugt i nye huse, hvor varmebehovet er begrænset. Ifølge Den lille blå om varmepumper vil en ventilationsvarmepumpe uden varmegenvinding have et årligt elforbrug på 2.800 kWh [7]. Mange ventilationsvarmepumper vil dog have varmegenvinding og med en temperaturvirkningsgrad på 85 %



vil forbruget være 800 kWh årligt [7]. Til sammenligning bruger et single-splitanlæg til dækning af 60 % af rumvarmebehovet 2.500 kWh [7].

Single-splitanlæggene vurderes at udgøre hovedparten af luft til luft varmepumper og da disse også har et højere energiforbrug end ventilationsvarmepumperne, vurderes single-splitanlæggene at have den største betydning på det samlede energiforbrug af de varmepumperne i analysen. Derudover viser Tabel 2, at størstedelen af markedet for luft til luft varmepumper udgøres af varmepumper i størrelsen 0-6 kW. Fokus for denne analyse er således single-splitanlæg og op til 6 kW.

Forventninger for fremtiden frem mod 2030 for luft til luft varmepumper

I en vurdering af energisparepotentialet må den forventede udvikling i bestanden af luft til luft varmepumper indgå. Der er identificeret to fremskrivninger. Den ene er foretaget af EU Kommissionens konsulenter i forbindelse med den nylige regulering af luft til luft varmepumper (2018) [8]. Den anden er udført af EA Energianalyse (2019) [9]. Begge fremgår af Tabel 4.

Fremskrivningsanalyser	2020	2025	2030
Ecodesign analyse (< 12kW) [8]	200.000	300.000	400.000
EA Energianalyse (balanceret scenarie - hurtig elektrificering scenarie) [9]	Ca. 250.000	Ca. 500.000	Ca. 750.000-850.000

Tabel 4 – Fremskrivninger på antal af luft til luft varmepumper.

Begge fremskrivninger er foretaget før annoncering af midler til installation af luft til vand og jordvarmepumper, tilskud til fjernvarme, sænkelse af elvarmeafgifter og forhøjelse af rumvarmeafgiften i klimaaftalen 2020 [10]. Det er dog antaget, at afgiftsændringerne og tilskudspuljerne ikke har stor betydning for salget af luft til luft varmepumper. EA Energianalyse noterer, at fremskrivning for luft til luft varmepumper er forbundet med særlig stor usikkerhed sammenlignet med andre teknologier i deres analyse [9]. Til trods for usikkerheden, er EA Energianalyses fremskrivning vurderet af være den mest troværdige, da det er den nyeste og mest omfattende. Derfor danner den grundlag for beregningerne i bilag 3.

Estimat for energiforbrug

For at kunne foretage et estimat over energisparepotentialet ved øget uddannelse af installatører af luft til luft varmepumper, er der identificeret en række potentielle fejl, som kan opstå i forbindelse med installationen og den efterfølgende brug. De potentielle fejl er beskrevet i bilag 2 med en beskrivelse af fejlen, en vurdering af øget elforbrug ved fejlen, en vurdering af hyppigheden af fejlen, en vurdering af uddannelsesbehovet for undgå fejlen, samt en vurdering af i hvilket omfang VE-godkendelsesordningen vil kunne hindre fejlen. Der eksisterer for nuværende ikke et kursus for luft til luft varmepumper under VE-godkendelsesordningen, så Teknologisk Institut har antaget kursets indhold på baggrund af erfaring med de nuværende kurser under VE-godkendelsesordningen for luft til vand- og jordvarmepumper samt erfaring om luft til luft varmepumper. Det er disse antagelser, som ligger til grund for en



vurdering af, hvorvidt den enkelte fejl vil kunne imødegås af uddannelse under et kommende kursus for luft til luft varmepumper under VE-godkendelsesordningen. Beregningerne af energisparepotentialer er beskrevet i bilag 3. Resultaterne er opsummeret i Tabel 5.

Akkumulerede energispare potentiale	2025	2030
Enfamiliehuse	7 GWh	17 - 23 GWh
Sommerhuse + tilbygninger til enfamiliehuse	13 GWh	35 - 46 GWh
Total	20 GWh	52 - 69 GWh

Tabel 5 - Akkumuleret energisparepotentialer

Konklusion

Luft til luft varmepumper udgør størstedelen af de varmepumper, som sælges i Danmark, og single-split er den mest udbredte type. Et single-split anlæg dækker sjældent hele rumvarmebehovet og bruges hovedsageligt som supplement. Single-split anlæg benyttes både af virksomheder og private bygningsejere, hvor de bruges til både opvarmning og køling. Markedssegmentet for private bygninger, som enfamiliehuse og sommerhuse, vurderes dog at være det større end salg til professionelle bygningsejere. Interviews indikerer, at det største marked i det private markedssegment er sommerhuse, men der er stigende efterspørgsel på køling i enfamiliehuse og særligt i nybyggeri. Køling i nybyggeri indgår sjældent i projekteringen, da der ikke er tradition for at installere køling og det vil gøre det vanskeligt at overholde energirammen. Reglerne for overholdelse af energirammen gælder også for ombygninger og vedligehold af bygningen, da det skal modsvarer af energibesparende tiltag, men det er usikkert, om der foretages en energirammevurdering ved installation af køling. Denne udfordring er dog relateret til manglende overholdelse af Bygningsreglementets regler og det er således usikkert, hvorvidt en obligatorisk VE-godkendelsesordning vil forhindre boligejere i at installere køling i deres hjem.

Der opleves fejl i installation af luft til luft varmepumper, hvor nogle opstår, fordi installationerne skal gå hurtigt for at gøre dem rentable, mens andre vurderes at kunne tilskrives manglende uddannelse i luft til luft varmepumper. Gennemsnitligt vurderes der at være et energisparepotentialer på 257,5 kWh/år for et enfamiliehus og 222,5 kWh/år for et sommerhus. Potentialerne omfatter forbrug både til opvarmning og køling.

Bestanden af luft til luft varmepumper ventes at vokse fra ca. 250.000 i 2020 til ca. 500.000 i 2025 og til 750.000-880.000 i 2030. Hver enkelt luft/luft-varmepumpe har typisk mindre kapacitet og forbrug end en luft/vand- eller væske/vand-varmepumpe, men antallet af solgte enheder er flere gange større



og det samlede elforbrug er derfor ikke ubetydeligt. Derfor er det væsentligt at sikre energieffektiv installation og drift, fx via VE-godkendelsesordningen.

Energisparepotentialet ved en obligatorisk VE-godkendelsesordning ud fra ovenstående fremskrivning vurderes at være cirka 20 GWh i 2025 og cirka 53.3 - 70.6 GWh i 2030. Derfor anbefaler Teknologisk Institut den løsning.

Der må dog forventes en vis implementeringstid, fordi den fornødne uddannelse først vil skulle udvikles, udbydes og gennemføres. Luft/luft-varmepumper installeres ofte af en installatør med KMO-bevis. Derfor kunne det være relevant at sammenkoble VE-godkendelsesordningen for luft til luft varmepumper og KMO-uddannelserne.

Denne analyse er baseret på Teknologisk Instituts erfaring, interviews med relevante leverandører og litteraturstudier. Det vil være relevant at følge op med en teknisk gennemgang af konkrete installationer, på samme måde som i den nyligt gennemførte analyse af luft/vand- og væske/vand-installationer.



Referencer

- [1] T. H. Christensen *et al.*, "Varmepumper og elforbrug," Hørsholm, 2011.
- [2] Energistyrelsen, "Hvordan er landets boliger opvarmet og hvor ofte skiftes opvarmningsform?," no. december 2016, pp. 1–19, 2017, [Online]. Available: <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/opvarmningsundersoegelsen.pdf>.
- [3] Energistyrelsen, "Varmepumpestatistikken," 2021. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/installation_af_varmepumper_2014-2019_i.xlsx.
- [4] Energistyrelsen, "Varmepumper installeret halvårligt fra 2009 til første halvår 2020," pp. 1–6, 2020, [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/udvikling_i_salg_af_varmepumper_fra_2009.pdf.
- [5] B. Huang, P. M. S. Hansen, J. Viegand, P. Riviere, H. Asloune, and F. Dittmann, "Air conditioners and comfort fans , Review of Regulation 206 / 2012 and 626 / 2011 Final report / Task 1," 2018. [Online]. Available: <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-01796759>.
- [6] C. H. Stignor and T. Walfridson, *NORDSYN STUDY ON AIR-TO-AIR HEAT PUMPS IN HUMID NORDIC CLIMATE*. Nordisk Ministerråd, 2019.
- [7] C. M. Hvenegaard, S. V. Pedersen, D. Mikkelsen, and J. Jensen Borup, *Den lille blå om varmepumper*. Dansk Energi, 2019.
- [8] B. Huang, P. M. S. Hansen, J. Viegand, P. Riviere, H. Asloune, and F. Dittmann, "Air conditioners and comfort fans , Review of Regulation 206 / 2012 and 626 / 2011 Final report /Task 2," no. May, pp. 1–62, 2018, [Online]. Available: <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-01796759>.
- [9] EA Energianalyse, "Elektrificering - Perspektiver for elektrificeringens indflydelse på installationsfagene," 2019, [Online]. Available: https://www.tekniq.dk/~media/files/videncenter/driftogmarked/elektrificering_perspektiver_for_elektrificeringens_indflydelse_paa_installationsfagene_oktober_2019.ashx.
- [10] Finansministeriet, *Klimaaf tale for energi og industri mv* . Finansministeriet, 2020, pp. 1–16.
- [11] Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg." Energistyrelsen, 2021, [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_heating_installations_-_0003.xlsx.



Bilag 1 – Hovedpointer fra interviews

I udarbejdelsen af dette notat er der afholdt interviews med tre leverandører af luft til luft varmepumper. Hovedpointerne fra de interviews er samlet herunder ud fra den spørgeramme, som blev benyttet.

- **Hvad er det for et markedssegment luft til luft varmepumperne adresserer?**
 - Det primære markedssegment for luft til luft varmepumper er sommerhuse, hvor de bruges til opvarmning og frostsikring.
 - I parcelhuse bruges luft til luft varmepumper som supplerende varme, men i mange tilfælde installerede de også, fordi der er efterspørgsel på køling.
 - Der er også tilfælde, hvor nogle husejere ønsker et anlæg som både kan køle og varme og derfor køber en luft til luft varmepumpe.
 - Generelt har varmepumpeleverandørerne begrænset indsigt i, hvad luft til luft varmepumperne bruges til, da de sælges til grossister og herfra sælges videre til installatører.
- **Hvordan er oplevelsen af fordelingen mellem de forskellige typer af luft/luft varmepumper?**
 - Single-splitanlæg i sommerhuse udgør den store andel af luft til luft varmepumper.
 - Det er et vanskeligt marked at tjene penge i, hvor der bruges listepreiser på installationer og der arbejdes med små avancer.
 - Multisplitanlæg bliver mere og mere udbredte og i parcelhuse er det, fordi der ønskes køling i flere rum, men de udgør stadig en begrænset mængde.
- **Hvordan er forventningerne ift. fordelingen i brugen ift. køling eller opvarmning?**
 - I sommerhuse som stadig udgør størstedelen af markedssegmentet, så efterspørgslen på opvarmning.
 - Der opleves en stigning i efterspørgsel på køling, men det er mere udbredt i enfamiliehuse
 - Ved nybyggeri er det køling, som der er efterspørgsel efter. Luft til luft varmepumperne eftermonteres ofte efter et par år for at kunne køle opholds- og soveværelser ned.
- **Opleves der et potentiale for at opnå mere energieffektive installationer af luft til luft varmepumper?**
 - KMO vurderes ikke tilstrækkeligt til at sikre gode installationerne i alle tilfælde.
 - Der opleves sjuskefejl, fordi det skal gå så hurtigt for at gøre det rentabelt. Det vurderes dog svært at komme til livs.
 - Flere virksomheder inviterer deres installatører ind for at undervise installatørerne i korrekte installationer, og der vurderes at være et behov for uddannelse.
 - Det opleves, at der ses lidt samme tendens, som man tidligere har set på solceller, hvor mange installatører uden de fornødne kompetencer har søgt ind på markedet.
- **Er der behov for uddannelse ift. opstilling af luft/luft udover det eksisterende i KMO?**



- Hvis der laves en uddannelse til luft/luft varmepumper, så skal der gerne være overlap mellem el-delen, det VVS-tekniske og det køletekniske.
- Der ses et stort overlap imellem brancher, hvor elektrikere laver VVS-arbejde og omvendt. Generelt er der mange faggrupper, som bevæger sig ind på andres område for at diversificere deres forretning. Det kan skabe et uddannelsesbehov.



Bilag 2 – Mulige installationsfejl

En række potentielle fejl i forbindelse med installation af luft til luft varmepumper er identificeret med henblik på at udregne et energisparepotentiale ved implementering af en obligatorisk VE-godkendelsesordning for installation af luft til luft varmepumper. Et eksempel på fremgangsmåden er beskrevet under tabellen.

Potentiel fejl	Beskrivelse af fejlen		
<i>Placering af inde og udedel</i>	Mange luft til luft varmepumpers inddel placeres under loftet, hvor luften i forvejen er varmest. Mange installationsvejledninger foreskriver den placering, fordi produkterne er designet som airconditionanlæg. Når formålet primært er opvarmning, giver den placering øget energiforbrug, fordi kondenserings-temperaturen stiger og der skabes varmekortslutning, mens indeklimaet kan blive udfordret på grund af træk. Ideelt bør varmepumpen placeres i gulvhøjde for at skabe god varmefordeling og godt indeklima.	Uddannelsesbehov	Hyppighed
		Mellem	60 %
		Øget energiforbrug	Undgåelse ved VE-G
		9 %	15 %
<i>Støj - inddel</i>	Hvis ikke støj indgår i overvejelserne i forbindelse med installation, kan det medføre, at varmepumpens inddel efter installation bliver nødt til at køre i silent-mode, hvilket sænker blæserhastighed, som hæver kondenserings-temperatur og fører til et øget energiforbrug.	Uddannelsesbehov	Hyppighed
		Mellem	15 %
		Øget energiforbrug	Undgåelse ved VE-G
		24 %	40 %
<i>Indeslutning af varmepumpen</i>	Nogle varmepumpeejere ønsker at pakke varmepumpens uddel væk med en trækasse eller andre konstruktioner, men hvis ikke dette gøres korrekt, vil der ske en kortslutning af luft omkring varmepumpens uddel, hvilket vil lede til et øget energiforbrug. Vurderingen af øget energiforbrug er baseret på tidligere undersøgelser af dette fænomen.	Uddannelsesbehov	Hyppighed
		Mellem	40 %
		Øget energiforbrug	Undgåelse ved VE-G
		15 %	80 %
<i>Mangelfuld isolering af kølerør</i>	Kølerør skal ifølge Bygningsreglementet isoleres i henhold til DS452. Fejlene kan opstå ved brug af præisolerede rør med utilstrækkelig isoleringsevne, brug af ikke-UV bestandigt isoleringsmateriale, som nedbrydes med tiden og montering af isoleringsmængde/materiale med utilstrækkelig isoleringsevne.	Uddannelsesbehov	Hyppighed
		Høj	50 %
		Øget energiforbrug	Undgåelse ved VE-G
		8 %	50 %
<i>Brug af auto-funktion</i>	I denne tilstand kan varmepumpen begynde at køle i opvarmingsperioden for at ramme sætpunkttemperaturen [1]. Varmepumpe bør altid indstilles i den funktion, som ønskes dvs. opvarmningstilstand eller køletilstand.	Uddannelsesbehov	Hyppighed
		Lav	50 %
		Øget energiforbrug	Undgåelse ved VE-G
		10 %	25 %
<i>Sommerhus-funktion ift. frostfri-funktion</i>	Ved installation i sommerhuse kan luft til luft varmepumpe benyttes til frostsikring, men det kræver, at varmepumpen har en energieffektiv sommerhusfunktion. Her kan indstilles til en temperatur på 8-12 °C. Nogle anlæg er dog primært udviklet som airconditionanlæg og mangler den funktion og der benyttes derfor unødigt energi i vinterperioden til frostsikring [1].	Uddannelsesbehov	Hyppighed
		Mellem	40 %
		Øget energiforbrug	Undgåelse ved VE-G
		25 %	75 %

Tabel 6 - Oversigt over potentielle installationsfejl for luft til luft varmepumper

Metodik for udarbejdelsen af tabel 6 er eksemplificeret nedenfor.



Potentiel fejl	Forudsætninger for hyppighed	Forudsætninger for undgåelse ved VE-G	Forudsætninger for øget energiforbrug
<i>Placering af inde og udedel</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Vurderes at være en udbredt udfordring. - Flere producenter skriver i deres installationsvejledninger, at anlægene skal placeres under loftet og garantien bortfalder, hvis retningslinjerne ikke følges. - På baggrund af ovenstående antages en hyppighed på 60 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Da placeringen er relateret til installationsvejledningen for anlægene, kan øget uddannelse i begrænset omfang løse udfordringen. - Øget uddannelse hos installatør kan dog betyde, at produkter af højere kvalitet og tilpasset det nordiske marked benyttes i højere grad. <p>På baggrund af ovenstående antages, at 15 % af tilfældene kan undgås ved obligatorisk VE-godkendelsesordning.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Antaget temperaturforskel på 3 grader fra gulv som ideel placering til loft - Det antages, at energieffektiviteten sænkes med 3 % per grad kondenseringstemperaturen hæves. - På baggrund af ovenstående antages et øget energiforbrug på 9 % per installation.

Fejl som ikke vurderes at kunne hindres af VE-godkendelsesordningen

Potentielle fejl	Beskrivelse af fejlen	Konsekvenser
<i>Køling generelt iht. BR18</i>	For køleanlæg henvises til DS469 i Bygningsreglementet, hvor den dimensionerede udetemperatur for køling er fastsat til 26 °C, hvilket betyder, at hvis Bygningsreglementet skal overholdes må køling kun benyttes ved udetemperaturer på 26 °C eller derover. Det forhindrer dog ikke bygningssejere i at begynde køling ved lavere indetemperatur.	VE-godkendelsesordningen vurderes at have begrænset indvirkning på, hvorvidt varmepumpeejeren efter installationen sænker temperaturen for, hvornår køling starter. Installatøren kan informere kunden om reglerne, men det er varmepumpeejers adfærd, som er afgørende for, hvor meget køling der benyttes.
<i>DIY varmepumpeinstallation fra byggemarkeder og lign.</i>	Det er i dag lovpligtigt at have minimum et KMO-bevis for at kunne installere en luft til luft varmepumpe, men til trods for det, så ses der eksempler på, at der foretages gør-det-selv installationer, som er ulovlige. Da det allerede er ulovligt at installere luft til luft varmepumpe uden minimum et KMO-bevis, vurderes effekten af en obligatorisk VE-godkendelse at være begrænset med mindre, at der stilles krav om VE-godkendelse for at kunne købe en luft til luft varmepumpe.	Uden den fornødne uddannelse er der risiko for kølemiddeludslip, hvilket vil medføre ineffektiv drift og drivhusgasemissioner fra kølemidlet. Herudover er der også risiko for, at der ikke suges vakuum, så der er luft i kølekredsen. Luft i kølekredsen sænker energieffektiviteten betragteligt.

Fejl som ikke påvirker varmepumpens energiforbrug

Potentielle fejl	Beskrivelse af fejlen	Konsekvenser
<i>Afledning af kondensvand</i>	Udedelen skal være hævet over terræn, så sne og blade ikke forhindrer optimal drift. Den skal drænes tilfredsstillende for tøvand fra afrimning, da varmeveksleren ellers med tiden bli-	Manglende afledning af kondensvand kan give vand/fugtskader både inden- og uden-dørs, hvilket kan beskadige klimaskærme og interiør i bygningen, mens det også kan beskadige varmepumpen selv.



	ver blokeret af is, når udetemperaturen falder. Er varmepumpen tiltænkt at blive brugt til køling er det vigtigt, at der er sikret afledning af vand fra indedelen.	
--	---	--



Bilag 3 – Beregning af energibesparelse

Energisparepotentialet er beregnet med udgangspunkt i de identificerede fejlmuligheder, jf. bilag 2, samt nedenstående fremskrivning af bestanden af luft til luft varmepumper.

Antaget fremskrivning af luft til luft varmepumper	2020	2025	2030
Antaget lavt scenarie for bestand af varmepumper	Ca. 250.000	Ca. 500.000	Ca. 750.000
Antaget højt scenarie for bestand af varmepumper	Ca. 250.000	Ca. 500.000	Ca. 900.000

Tabel 7 - Skønnet bestand af luft til luft varmepumper frem til 2030 [9].

Energisparepotentialet er beregnet ud fra metodikken i bilag 2, som tager hensyn til hyppigheden af fejlen, hvorvidt VE-godkendelsesordningen vil kunne imødekomme fejlen, det øgede energiforbrug ved fejlen. Alle fejl undtagen sommerhus-funktionen til at holde bygningen frostfri er antaget at være gældende for både enfamilie- og sommerhuse med samme procentvise bidrag til øget energiforbrug. Det giver en gennemsnitlig energibesparelse på 257,5 kWh/år for et enfamiliehus og 222,5 kWh/år for et sommerhus. Grunden til den forholdsvis lille forskel på enfamilie- og sommerhuse trods større forbrug i enfamiliehuse er, at fejl i sommerhusfunktionen vurderes at være relativt udbredt og medfører et betydeligt merforbrug af strøm. Med gennemsnitsbesparelserne og fremskrivningen i antallet af varmepumper frem mod 2030 er de akkumulerede besparelser beregnet i Tabel 8.

Akkumulerede energisparepotentiale	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Enfamiliehus [GWh]	0	2	4	7	9	11 - 13	13 - 16	15 - 20	17 - 23
Sommerhuse + tilbygninger til Enfamiliehus [GWh]	0	4	9	13	18	22 - 26	26 - 33	31 - 40	35 - 46
Total	0	7	13	20	30	33 - 40	39 - 49	46 - 59	52 - 69

Tabel 8 - Akkumulerede energibesparelser ved implementering af VE-godkendelsesordning for luft til luft varmepumper. Afvigelse mellem totalen og summen af energibesparelser for enfamiliehus og sommerhuse skyldes afrundinger.

I beregningen er følgende antagelser benyttet:

- 60 % af de solgte luft til luft varmepumper fra 0-6 kW installeres i enfamiliehus eller sommerhuse (Delvist baseret på interview med forhandlere)
- 94 % har kapacitet på 0-6 kW (som det har været tilfældet i perioden fra 2015 til 2020)
- Der sælges lige mange varmepumper hvert år i perioden 2021-25
- Ditto i perioden 2025-30.
- 30 % benyttes til opvarmning og køling i enfamiliehus og 70 % til opvarmning og køling i sommerhuse og tilbygninger til enfamiliehus som anneks, garage eller lignende.
- Krav om VE-godkendelse træder i kraft 2022.
- Energibesparelsen høstes et år efter installationstidspunktet.



- Varmepumpens forbrug er 2.500 kWh per år i et enfamiliehus (jf. Den lille blå om varmepumper [7]). Forbruget inkluderer både opvarmning og køling.
- Forbrug i et sommerhus eller en tilbygning til et enfamiliehus er halvt så stort, dvs. 1.250 kWh.
- En installations tekniske levetid er 12 år, jf. Teknologikataloget [11].



TEKNOLOGISK
INSTITUT