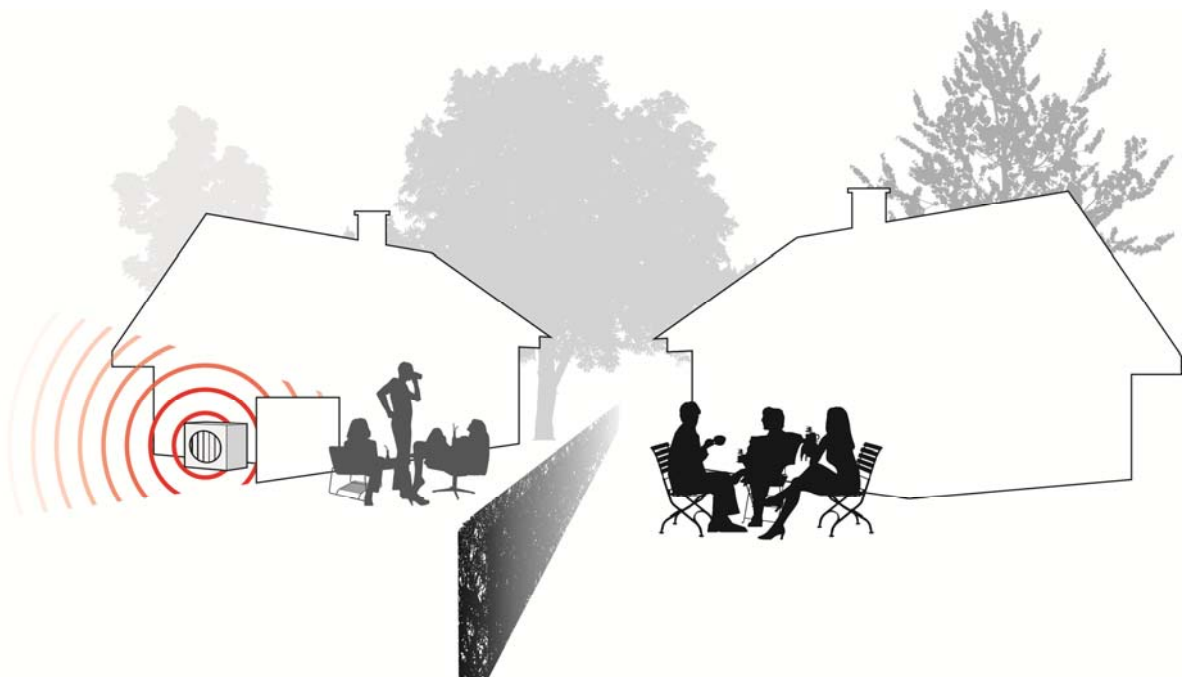


Styr på støjen

– en guide til installation af luft til vand-varmepumper



FORORD

Denne guide er udarbejdet for Energistyrelsen med henblik på at give et simpelt værktøj til begrænse støjgenerne fra varmepumper. Der forventes etableret et stort antal varmepumper i Danmark – herunder en del baseret på at hente varme fra udeluften. Hvis ikke støjhensyn tages med i overvejelserne ved opstilling af denne type varmepumper, er der risiko for unødige støjgener for naboerne.

Guiden er derfor udarbejdet for at give et planlægningsværktøj til kommende varmepumpeejere, installatører og kommuner, som kan anvendes med et beskedent kendskab til lydforhold. Dette gælder især det beregningsprogram, som kan anvendes via Energistyrelsens hjemmeside (www.ens.dk). Guiden indeholder udover en beskrivelse af brugen og grundlaget for beregningsværktøjet også forskellige anvisninger til god montage, støjdemping mv. Disse anvisninger er især rettet mod installatørerne og forståelse af disse dele af guiden er ikke nødvendig for brugen af beregningsprogrammet.

Beregningsprogrammets primære formål er, at varmepumper bliver placeret så støjmæssigt optimalt på grunden som muligt. Endvidere illustreres behovet for, hvor støjsvag varmepumpen i de enkelte tilfælde skal være. I bestræbelsen på at gøre brugen af beregningsprogrammet ligetil, er der foretaget en række forenklinger af Miljøstyrelsens præcise beregningsmodel for støjdbredelse. Forenklingerne betyder, at beregningsprogrammets resultater ikke kan bruges til en formel dokumentation af overholdelse af støjgrænser, men resultaterne giver i langt de fleste tilfælde et godt og retvisende billede af de støjmæssige konsekvenser af en given varmepumpeplacering.

Udarbejdelsen af guiden og beregningsprogrammet er foretaget med velvillig bistand fra en række virksomheder i Varmepumpefabrikantforeningen, leverandører af støjdempningsudstyr m.fl. Energistyrelsen og Miljøstyrelsen har endvidere bidraget med væsentlige indspil. Vi takker alle for gode bidrag.

Grontmij A/S

Indholdsfortegnelse	Side
1 Indledning	4
2 Varmepumper	4
3 Støjmyndighed	5
4 Støj fra Luft til Vand-varmepumper	5
4.1 Hvordan opstår støjen?	5
4.2 Hvordan måles støjen?	6
4.3 Driftsforholdenes betydning	7
4.3.1 Driftsstyring	8
4.4 Støjregler	8
4.4.1 Støj ved naboen	8
4.4.2 Støj hos ejeren	9
5 Støjudbredelse	10
5.1 Udendørs støj	10
5.2 Indendørs støj	11
6 Beregningsmodel	11
6.1 Støjdata	12
6.2 Driftsforhold	13
6.3 Sådan bruger du beregningsmodellen	13
7 Støjreduktion	16
8 God montage	16
8.1 Vibrationskilder og udbredelsesveje	17
8.1.1 Udendørs enhed	17
8.1.2 Indendørs enhed	17
8.1.3 Rørforbindelser	18
8.2 Håndregler for vibrationsisolering	19
8.2.1 Udendørs enhed	19
8.2.2 Indendørs enhed	20
9 Kontrolmåling	21
10 Støjdæmpning	21
10.1 Støjskærm	21
10.2 Lydsluse	23
10.3 Kabinetvibrationer	24
10.4 Kabinetstøj	24
11 Eksempler	25
11.1 Uheldig placering	25
11.2 Gode og dårlige placeringer	26
11.2.1 Stribebyggeri	26
11.2.2 Tæt byggeri	27
11.2.3 Rækkehuse	28
11.2.4 Etageboliger	29
11.3 Kontrolmåling af støj	30

1 INDLEDNING

Denne guide er udarbejdet som en hjælp til at vælge støjmæssige gode løsninger, når du vil opstille en varmepumpe. Det gælder både ved valg af et passende produkt og især ved valg af det sted, hvor varmepumpen opstilles.

En varmepumpe er ofte en god løsning, hvis du vil spare på energien. Når du installerer en varmepumpe, er det dog vigtigt, at du forholder dig til de støjgener, den kan medføre for både dig selv og din nabo. I værste fald kan din nabo kræve, at din varmepumpe bliver fjernet, hvis den støjer for meget.

Denne guide giver dig værktøjer og anbefalinger til, hvordan du på forhånd kan få en indikation af, om den varmepumpe, du planlægger at installere, giver unødige støjgener. Guiden omhandler varmepumpesystemer af luft-vand typen. For andre varmepumpetyper er det ikke alt i guiden, som er relevant, men en række af anbefalingerne kan med fordel følges også for disse.

Guiden giver via et beregningsværktøj på Energistyrelsens hjemmeside (www.ens.dk) en illustration af støjkonsekvenserne i omgivelserne, hvis du opstiller varmepumpen et givent sted. Guiden kan dog ikke bruges som en dokumentation af støjbelastningen af naboer. Dette kræver, at støjen i den konkrete situation måles eller beregnes ved brug af Miljøstyrelsens vejledninger vedrørende støj ([1], [2], [3] og [4]).

I det følgende kan du læse om luft til vand-varmepumper, hvor varmen hentes fra udeluften og overføres til et vandbaseret radiatorsystem, gulvvarmesystem eller brugsvandssystem. Guiden vedrører kun varmepumper med en varmeeffekt på mindre end 200 kW.

2 VARMEPUMPER

Luft til vand-varmepumper består af tre elementer:

- a) En udvendig fordamper, som altid er forsynet med en ventilator, der øger varmeoptaget fra udeluften.
- b) En kompressor, som producerer de trykforandringer, der gør det muligt at hente varmeenergi ud af udeluften.
- c) Et væskebaseret rørsystem, som sender vand gennem en radiator eller gulvvarmeslanger.

Kompressoren er som oftest placeret i den udendørs varmepumpeenhed. I nogle varmepumpeanlæg placeres kompressoren dog indendørs, hvilket kan mindske den udendørs støj, men til gengæld give støj indendørs.

Det væskebaserede varmepumpeanlæg er forsynet med en cirkulationspumpe og en varmeveksler.

3 STØJMYNDIGHED

Det er kommunen, der er miljømyndighed, når det drejer sig om nabostøj fra varmepumper. Kommunen er desuden myndighed i forhold til opfyldelse af de bygnings- og installationsmæssige forhold.

Du skal ikke søge om godkendelse, når du vil installere en luft til vand-varmepumpe, men du skal naturligvis overholde kravene til støjniveau. Kommunen bliver derfor først involveret, hvis den bliver gjort bekendt med et problem, f.eks. hvis den modtager en klage over støjen.

4 STØJ FRA LUFT TIL VAND-VARMEPUMPER

4.1 Hvordan opstår støjen?

Den udendørs varmepumpe-enhed har to dominerende støjklider:

- Ventilatoren, der suger luft henover en fordamperflade
- Kompressoren, der komprimerer kølemidlet

Støjen fra ventilatoren er susende og kan i nogle tilfælde indeholde en tone, som kan høres tydeligt i den øvrige støj. Støjen skyldes luftturbulensen omkring ventilatorens vinger, og den stiger meget kraftigt, når omdrejningshastigheden øges. Da fordampereffekten også stiger med omdrejningshastigheden, må producenten overveje disse hensyn. En lille ventilator, der roterer hurtigt, støjer meget mere end en stor, der roterer langsomt.

Kompressoren støjer i de fleste varmepumper mindre end ventilatoren. Støjen fra kompressoren er typisk dybere i tonen end støjen fra ventilatoren og kan have en lidt bankende karakter. I nogle tilfælde kan støjen fra kompressoren give anledning til en lavfrekvent lyd, dvs. en meget dyb tone.

Både ventilatoren og kompressoren giver vibrationer i varmepumpens bærende konstruktion. Herfra bliver vibrationerne overført til det, som bærer varmepumpen (understøtningen), men oftest også til varmepumpens kabinet (de dækkende plader). Kabinettets plader kan fungere på samme måde som en højttaler. Denne støj er dog normalt indbefattet i leverandørens støjangivelse, men fejl i varmepumpen kan øge støjen i forhold til det angivne.

Hvis der ikke etableres en god vibrationsisolering i forhold til understøtningen, kan varmepumpen støje mere, end leverandøren har angivet. Det er især tilfældet, hvis varmepumpen installeres på en let konstruktion som f.eks. et tag eller en trævæg, som varmepumpens vibrationer utilsigtet får til at virke som en stor højttaler. I disse tilfælde virker vibrationsisolatorer (gummifødder) kun meget dårligt. Varmepumpen bør derfor monteres efter anbefalingerne i afsnit 8.

4.2 Hvordan måles støjen?

Støj måles med en lydtrykmåler. En lydtrykmåler måler al den lyd, der findes i det punkt, hvor mikrofonen er placeret. Mikrofonen kan ikke skelne lyden fra al den anden lyd, der er i omgivelserne, dvs. baggrundsstøjen. Det er derfor vigtigt, at du sikrer dig, at det er varmepumpen, der laver den dominerende lyd, når du skal foretage en kontrolmåling. Det sikrer du dig typisk ved at måle relativt tæt på varmepumpen, helst på et stille tidspunkt af døgnet. Baggrundsstøjen kan måles ved at slukke for varmepumpen og straks efter måle den tilbageværende støj. Baggrundsstøjen skal gerne være mindst 10 dB lavere end støjen fra varmepumpen. Er det ikke tilfældet, skal der foretages en korrektion for baggrundsstøj (jf. [2]).

Støjens lydtryk måles i decibel (dB) og udtrykkes sædvanligvis som 'dB(A)', hvor A-et angiver en frekvensvægtning, som får den målte lyd til at ligne det, som vores ører opfatter. Man kan ikke lægge to decibel-værdier sammen som et simpelt regnestykke, således er f.eks. $40 \text{ dB(A)} + 40 \text{ dB(A)} = 43 \text{ dB(A)}$ og ikke 80 dB(A) .

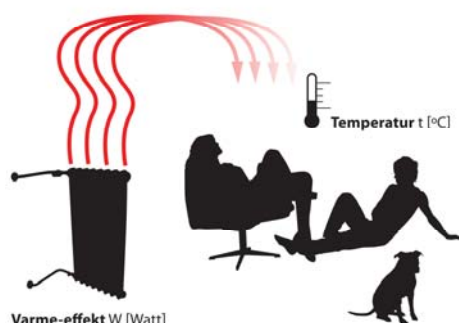
Du behøver ikke at have kendskab til decibel-regning for at bruge det tilhørende beregningsprogram. Det er dog vigtigt, at du ved, at få decibels forskel dækker over en stor forskel i lydtrykket. Når decibel-tallet øges med 6-10 dB opfattes lydensom dobbelt så høj.

Du skal kende varmepumpens støjniveau i omgivelserne, før du installerer den – ellers risikerer du at skulle fjerne den igen. Du kan af gode grunde ikke måle støjen, før du har installeret varmepumpen, men du kan beregne den forventede støj. For at beregne støjen skal du bruge den metode, der er angivet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5, 1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder" [3]. I forbindelse med denne guide er der dog udviklet en forenklet beregningsmodel, som er beskrevet i afsnit 6. Denne metode er dog kun til orientering, og du kan derfor ikke bruge resultaterne som dokumentation overfor kommunen. Du kan derimod bruge beregningsmodellen til at vælge en støj-mæssigt god placering til din varmepumpe.

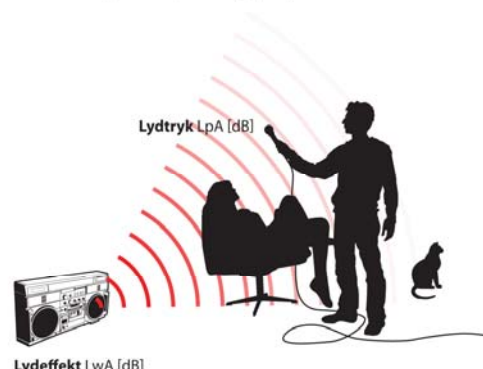
For at kunne beregne støjen ved naboen, skal du kende den lydenergi, varmepumpen udsender, også kaldet 'lydeffektniveauet' (i Miljøstyrelsens vejledninger kaldes den også for 'kildestyrken'). Lydeffektniveauet måles også i dB, hvilket kan være forvirrende, da lydtryk og lydeffektniveau langt fra er det samme.

Lydeffektniveau og lydtrykniveau hænger direkte sammen – men på en lidt kompliceret måde. Det kan være nemmere at forstå forskellen mellem lydtryk og lydeffektniveau ved at sammenligne med temperatur og varmeeffekt (se figur 4.2.1). En radiator beskrives ved den varmeeffekt, den kan afgive. Varmeeffekten er fuldstændig uafhængig af, hvor radiatoren placeres. Den temperatur, som opnås ved radiatorens brug, afhænger derimod meget af det rum, radiatoren placeres i. For lyd gælder det samme. Lydeffektniveauet er uafhængigt af varmepumpens placering, men den støj (lydtryk), som opstår ved varmepumpens drift, afhænger af de omgivelser, varmepumpen opstilles i.

Sammenhæng mellem varme-effekt og temperatur:



Sammenhæng mellem lydeffekt og lydtryk:



Figur 4.2.1 – Sammenhæng mellem effekt og temperatur/lydtryk

Støjen ved naboen skal måles som en middelværdi over mindst en halv time (gælder i perioden kl. 22.00 til kl. 07.00). Hvis støjen er konstant, kan du måle i kortere tid, men står varmepumpen stille inden for en halv time, skal der korrigeres for stilstandsperioden. Det er således lettest at måle i en fuld halv time (starttidspunktet er helt valgfrit). Hvis varmepumpen kun kører i dag- og aftenperioden skal der midles over en længere periode (fra 1 time til 8 time), men det er sjældent tilfældet.

For at fastlægge middelværdien skal du bruge en integrerende lydtrykmåler, der midler støjen over måleperioden. Lydtrykmåleren måler en værdi, som benævnes L_{eq} eller L_{Aeq} , der er internationale betegnelser.

I Miljøstyrelsens vejledninger bruges i forhold til støjgrænser betegnelsen ' L_r '. ' L_r ' er lig L_{Aeq} plus et tillæg. Tillægget er 5 dB, hvis der i støjen er en tydelig tone, eller hvis støjen har markante impulser. I øvrige tilfælde er tillægget 0 dB.

4.3

Driftsforholdenes betydning

Støjdata opgives typisk for en normal driftssituation og svarer til det typiske støjni-veau ved almindelig brug.

Følgende driftssituationer kan optræde:

- Normaldrift
- Maksimaldrift
- *Silent mode* (for nogle modeller)
- Afrimning

Forskellen i støjdsendelse i de fire driftssituationer afhænger af varmepumpens opbygning, men der kan være relativt store forskelle:

Maksimaldrift:

Ved maksimaldrift kan støjen stige betydeligt, typisk op til omkring 5 dB i forhold til normaldrift. Stigningen afhænger især af, hvordan normaldriften er sat i forhold til maksimaldriften. Dette afhænger af varmepumpens fabrikat og model.

Silent mode:

I *silent mode* er støjen lavere end ved normaldrift, men forskellen er oftest kun lidt lavere, dvs. 1-2 dB mindre. For varmepumper, hvor kompressoren sidder indendørs, kan *silent mode* være noget mere støjsvag, ofte 4-5 dB lavere. Disse tal bør fremgå af leverandørens salgsmateriale.

Afrimning:

Varmepumpen har en funktion, der automatisk afrimer den, når kølefladen iser til. Under afrimningen ændrer støjen markant karakter i forhold til normaldrift. Oftest vil støjniveauet ikke stige – selvom det kan opfattes sådan.

4.3.1 Driftsstyring

Der findes forskellige måder at styre en varmepumpe på. Nogle modeller kører on/off. Det vil sige, at en buffertank varmes op, mens varmepumpen kører, og der bruges af den lagrede varme, mens pumpen står stille. Det betyder, at varmepumpen kører med fuld kapacitet, når den er i drift, og dermed har den optimale effekt. Desværre hænder det, at on/off-styrede varmepumper bliver installeret uden den nødvendige buffertank, hvorved der opstår mange korte driftsperioder og dermed en mere generende støj.

Andre varmepumper kan formindske ydelsen via omdrejningsregulerede kompressorer og evt. omdrejningsregulerede blæsere. En sådan regulering vil betyde, at varmepumpen kører i længere tid med et lavere gennemsnitligt støjniveau. Reguleringen kan være mere nabovenlig, men man skal huske på, at støjniveauet ved fuldlast – dvs. en frostklar vintermorgen – bliver maksimal uanset styringsform. Hvis kommunen har givet påbud om at overholde en støjgrænse, vil det normalt gælde for den mest støjende driftstilstand.

Du skal desuden være opmærksom på, at specielt ved lave varmeforbrug kan energieffektiviteten for en varmepumpe være relativ ringe. Dette er specielt vigtigt ved nye huse med et lavt energiforbrug i overgangssæsonerne forår og efterår.

4.4 Støjregler

4.4.1 Støj ved naboer

Du bør placere din varmepumpe, så den generer både din nabo og dig selv mindst muligt. Støjen fra varmepumpen er især generende ved vinduer til soveværelser og stuer samt på terrasser. Det gælder uanset, om det er naboens eller dine egne. Placeringen er afgørende for støjniveauet på de udsatte steder. Større afstand mindsker støjniveauet, men f.eks. en bygning kan også formindske støjen. En støjsvag varmepumpe hjælper dig også med at holde støjniveauet nede.

Varmepumper er underlagt miljøloven på samme måde som virksomheder. Det betyder, at din varmepumpe skal overholde nogle støjgrænser ved naboerne. Det er kommunen, der fastlægger den støjgrænse, varmepumpen skal overholde ved naboer. Det er normalt Miljøstyrelsens vejledende støjgrænser, der er gældende. Støjgrænserne fremgår af Miljøstyrelsens vejledninger, som du finder på www.mst.dk. Den vigtigste vejledning er "Ekstern støj fra virksomheder" (nr. 5/1984) [1].

Støjgrænserne varierer døgnet igennem. Natperioden vil altid have den laveste støjgrænse. Varmepumper skal især producere varme i de tidlige morgentimer, hvor det er koldest uden for og der anvendes brugsvand til badning mv. Da natperioden går helt til kl. 7 om morgenen, er det derfor normalt støjgrænsen for natperioden, som i miljømæssig henseende bestemmer, hvor meget en varmepumpe må støje.

Støjgrænserne varierer også med områdets karakter, dvs. afhængigt af om du bor i et parcelhusområde, etageboligområde, industriområde eller et helt fjerde område. Der henvises til Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 [1] for de forskellige områdetyper. I størstedelen af de tilfælde, hvor varmepumper installeres, gælder én af de støjgrænser, du kan se i tabel 4.4.1.

Døgnperiode	Støjgrænse L_r for boligområder		
	Sommerhusområder	Tæt lav boligområde (parcelhuse, rækkehuse mv.)	Etageboliger Blandet bolig og erhverv Det åbne land (enkeltliggende huse)
Hverdage kl. 07 – 18 Lørdage kl. 07 – 14	$L_r \leq 40$ dB	$L_r \leq 45$ dB	$L_r \leq 50-55$ dB
Hverdage kl. 18 – 22 Lørdage kl. 14 – 22 Søndage kl. 07 – 22	$L_r \leq 35$ dB	$L_r \leq 40$ dB	$L_r \leq 45$ dB
Alle dage kl. 22 – 07	$L_r \leq 35$ dB	$L_r \leq 35$ dB	$L_r \leq 40$ dB

Tabel 4.4.1 – Miljøstyrelsens vejledende støjgrænser (uddrag)

Støjgrænsen (L_r) gælder lydtrykkniveauet (middel over en tidsperiode, som om natten er 30 minutter) hvor som helst hos naboen. Det vil ofte være naboen's skel, der er mest støjbelastet, men andre steder – f.eks. ved et vindue på første sal – kan sommetider være mere støjbelastet. For enkeltliggende boliger i det åbne land (f.eks. landbrugsejendomme) gælder støjgrænsen kun tæt på boligbygningen (op til 15 meter fra boligbygningen).

Hvis støjen fra varmepumpen indeholder en tydelig hyle- eller brummetone, tillægges støjen 5 dB. Det vil sige, at der lægges 5 dB til det støjniveau, der måles eller beregnes, inden resultatet sammenlignes med grænseværdien.

I særlige tilfælde er kompressorstøjen så dominerende, at støjen opfattes som basagtig (kaldes "lavfrekvent støj"). Miljøstyrelsen har opstillet særlige kriterier for vurdering af lavfrekvent støj (jf. [4]). Et særligt kendetegn ved disse støjregler er, at støjen skal kontrolmåles indendørs ved naboerne. Forholdene omkring lavfrekvent støj er så komplicerede, at det kræver professionel assistance (se Miljøstyrelsens liste over laboratorier, der er godkendt til "Miljømåling – ekstern støj"). Det anbefales, at der vælges varmepumper, hvis støjudsendelse ikke har en lavfrekvent karakter.

4.4.2 Støj hos ejeren

Det er Bygningsreglementet, der stiller krav til de støjforhold, der må være hos brugeren af varmepumpens bolig, dvs. hos dig.

Bygningsreglement 2010 stiller for den udendørs støj samme krav til støjen ved egne vinduer og udendørs opholdsarealer, som Miljøstyrelsens vejledende støjgrænser for støjen ved naboerne. Det vil sige, at tabel 4.4.1 også gælder på samme grund, som varmepumpen opstilles på.

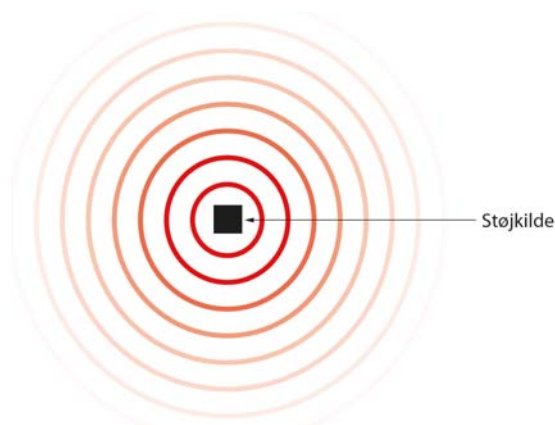
For vinduer er det dog alene vinduer til opholdsrum, hvor støjkra­vet er gældende. Vinduer til sekundære rum som bryggers, toiletter, udhuse mv. er ikke omfattet. Udendørs opholdsarealer omfatter altaner, terrasser og lignende steder på grunden, hvor boligens brugere med rimelighed kan forventes at opholde sig med "afslapning" som formål.

Bygningsreglement 2010 stiller endvidere krav til det indendørs støjniveau fra varmepumpen. Støjkra­vet er $L_{Aeq} \leq 30$ dB. For luft til vand-varmepumper er dette sjældent et problem, såfremt anlægget installeres fornuftigt. Der henvises til afsnit 8, som beskriver god montagepraksis.

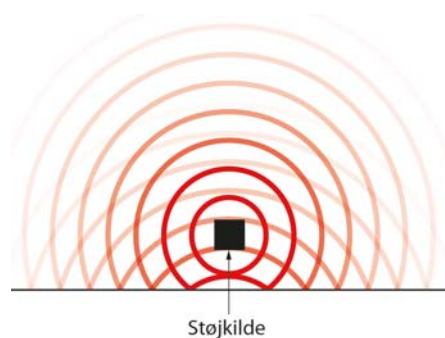
5 STØJUDBREDELSE

5.1 Udendørs støj

Støjen fra den udendørs varmepumpe-enhed udbredes normalt udelukkende til omgivelserne gennem luften. Lydens udbredelse kan illustreres med kugler, som til stadighed dannes og bevæger sig væk samtidig med, at de vokser og vokser (se figur 5.1). Hvis en del af lyd­kuglen rammer f.eks. en væg, bliver lyden reflekteret væk igen. Den reflekterede lyd lægger sig oveni den anden støj, så lydniveauet stiger (se figur 5.2). Hvor meget lydniveauet stiger afhænger af overfladens evne til at absorbere lyd.



Figur 5.1 Lydudbredelse udendørs – fri udstråling



Figur 5.2 Lydudbredelse udendørs – reflekterende overflade

Den lydabsorberende evne afhænger af overfladens karakter. Terrænet er en overflade, der altid optræder. Den lydabsorberende evne afhænger af, om der er fliser, asfalt eller lignende hård overflader eller jord, græs eller løst grus. De hårde flader reflekterer næsten al den lyd, som rammer, mens græsarealer mv. absorberer en stor del af den lyd, som rammer.

Det terræn, som ligger imellem varmepumpen og naboen, er derfor af stor betydning, for det støjniveau, som når frem til naboen.

Det hus, som varmepumpen typisk stilles op ad, reflekterer lyden. Det er husets overflade (teglsten, træbeklædning, eternit, beton osv.), som reflekterer lyden. Det betyder, at i de retninger, hvor der er fri sigt til varmepumpen og den reflekterende væg, bliver støjen ca. 2 dB højere. Støjen kan reduceres ved at montere en lydabsorbent på husmuren bag varmepumpen. Absorbenten kan f.eks. være opbygget, som vist på figur 10.1.3 – gerne uden den tætte plade.

Udover terrænet og det hus, som varmepumpen står op ad, kan andre bygninger og lignende lodrette flader reflektere lyden og dermed øge støjbelastningen af naboen. Det er dog lidt komplekst, hvor refleksionen får betydning. Bruges der støjskærme ved varmepumpen er det dog altid vigtig, at skærmen er lydabsorberende på fladen ind mod varmepumpen.

En korrekt beregning af støjbredden foretages ved hjælp af metoden, som er beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5, 1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder" [3]. Der findes forskellige beregningsprogrammer, som har beregningsmetoden indarbejdet, men de er normalt relativt dyre og kræver en god akustisk forståelse at anvende. I forbindelse med denne guide er der lavet et beregningsværktøj med udgangspunkt i den korrekte beregningsmetode, men som i forenklet form gør det muligt for dig at vurdere støjbredden uden at have kendskab til akustik.

5.2 Indendørs støj

Den indendørs lydudbredelse sker i princippet på samme måde som den udendørs, der er bare mange flere reflekterende overflader. For vandbaserede systemer er det dog sjældent den støj, der udstråles fra installationen, der bliver generende. Det er derimod vibrationer fra installationen, som via ophængene transmitteres rundt i husets vægge. Herfra udstråles vibrationerne som støj i naborummene. Se i afsnit 8, hvordan du kan undgå dette.

Indendørs støj kan også komme fra den udendørs varmepumpe-enhed, hvis den monteres uhensigtsmæssigt på husets væg eller tag. Monteres varmepumpen på bygningen, kan vibrationer, som overføres via installationens ophæng, medføre støj, der udstråles fra de indvendige bygningsdele.

6 BEREGNINGSMODEL

Beregningsmodellen på Energistyrelsens website er et værktøj, du kan bruge til at finde en god placering til din varmepumpe og vurdere, hvor støjsvag varmepumpen skal være for ikke at give dig og din nabo unødige støjgener. Modellen kan ikke beregne det præcise støjniveau ved naboen – hertil henvises til Miljøstyrelsens beregningsmodel (se Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder" [3]). Modellen er tænkt som et planlægningsværktøj, du kan bruge til at vælge den støjmæssigt rigtige varmepumpe og placere den med færrest mulige støjgener for såvel dig selv som din nabo.

Beregningsmodellen er begrænset til varmepumper med en varmeeffekt på under 200 kW. Ved større anlæg bliver anlæggets udstrækning og støjstråling så kompliceret, at der bør foretages nøjagtige støjeregninger med hensyn til de specifikke lydforhold.

Beregningsmodellen tegner forskellige støjkurver afhængigt af, hvor du placerer din varmepumpe på kortet. Støjkurverne viser, hvor støjen er henholdsvis over og under de 35 dB og 40 dB, der er typiske støjgrænser (jf. afsnit 4). Endvidere tegner modellen en 45 dB-kurve til orientering. Principielt skal støjgrænsen overholdes alle steder, men det er især vigtigt, at støjen er lav ved soveværelsesvinduer og terrasser.

6.1

Støjdata

Et afgørende udgangspunkt for en støjeregning er den lydenergi (=lydeffektniveau, jf. afsnit 4.2), varmepumpens udendørs enhed udsender. Disse data finder du som oftest i leverandørens eller producentens salgsmateriale.

For en del varmepumper opgives lydeffektniveauet ('Sound Power Level') ikke. I stedet opgives en lydtrykniveau i en bestemt afstand fra varmepumpen. Beregningsmodellen kan også håndtere støjdata på denne form, men er lydeffektniveauet opgivet, så er det dét, du skal bruge. Figur 6.1 viser et eksempel på støjdata fra en brochure. I figuren er angivet en atypisk betegnelse 'Støjniveaumåler for udvendig udendørsopstilling'. Det må ud fra størrelsen af tallet vurderes at være lydeffektniveauet for den udendørs enhed. Denne slags upræcise betegnelser forekommer ofte i leverandørernes materiale. I tilfælde af, at lydtrykket er angivet, glemmer nogle leverandører at oplyse den afstand, hvori lydtrykket er målt.

Er du på nogen måde i tvivl om en støjværdi, så kontakt leverandøren og få den oplyst. Det er helt afgørende, at du bruger den rigtige værdi.

Effekttagelse ekstra varme	kW	6,2
Effektal i henhold til EN 14511		
Effektal ved A7/W35 (EN 14511)		2,89
Effektal ved A2/W35 (EN 14511)		3,41
Effektal ved A7/W35 (EN 14511)	Lydeffektniveau	3,93
Effektal ved A10/W35 (EN 14511)		4,23
Køleeffektal ved A35/W7		2,4
Lydniveauer		
Støjniveaumåler udvendig udendørsopstilling (EN 12102)	dB(A)	60
Lydtrykniveau i 5 m afstand i frit felt	dB(A)	38
Lydtrykniveau i 10 m afstand i frit felt	dB(A)	32
Anvendelsesgrænser		
Anvendelsesgrænse varmeside min	°C	15
Anvendelsesgrænse varmeside max	°C	60
Indsatsgrænse varmekilde min.	°C	-20
Indsatsgrænse varmekilde maks.	°C	40
Elektriske data		
Anlaufstrøm (mit/ohne Anlaufstrombegrenzer)	A	45 *
Afsikring kompressor	A	C25
Sikring elektr. efteropvarmning + kompressor (L1, L2, L3)	A	C35
Afsikring styring	A	C16
Frekvens	Hz	50
Faser kompressor		1/N/PE
Faser varme		1/N/PE

Figur 6.1 Eksempel på brochure med støjdata

Den internationale standard DS/ISO 13261-1 beskriver, under hvilke driftsvilkår mv. lydeffektniveauet skal være fastlagt. Selve målingen foretages efter en standard i ISO 3740-serien (forskellige metoder afhængig af målebetingelserne). Der henvises i en række tilfælde til andre standarder (f.eks. i figur 6.1), hvilket ikke er formelt korrekt, men det kan dog oftest give brugbare resultater alligevel.

6.2 Driftsforhold

Som udgangspunkt for støjberegningen anvendes støjdata svarende til normal drift. Her skal du sikre dig, at varmeydelsen for den varmepumpe, du vil installere, svarer til det faktiske opvarmningsbehov – også på en kold vintermorgen. Hvis pumpen har for lille effekt, vil den i lange perioder køre med sin maksimale ydelse og dermed støje meget mere end ved den forudsatte normaldrift.

Nogle varmepumper har en såkaldt *silent mode*. Denne indstilling støjer sjældent ret meget mindre end ved normal drift. Du kan godt foretage støjberegninger med *silent mode*-værdien, men det giver kun mening, hvis varmepumpen fysisk begrænses til kun at kunne køre i denne tilstand, hvilket ofte ikke er økonomisk optimalt.

6.3 Sådan bruger du beregningsmodellen

VARMEPUMPE OG PLACERING
Herunder skal du indtaste oplysninger om din varmepumpe og dens placering. Du kan se resultatet af dine indtastninger på illustrationen til højre.

Angiv din varmepumpes lydeffektniveau (L_{WA}) dB ?

Se, hvor du finder oplysningerne på leverandørens dataark. ?
Klik [her](#), hvis lydeffektniveauet ikke er angivet på leverandørens dataark.

Jeg vil placere min varmepumpe mod husmuren. ?

Jeg vil placere min varmepumpe ud fra husmuren, dvs. med siden til muren.

Jeg vil placere min varmepumpe på et areal med hårdt underlag, hvor mere end halvdelen af arealet mellem varmepumpen og naboen består af fliser, beton eller asfalt. ?

Jeg vil placere min varmepumpe på et areal med blødt underlag, hvor mindre end halvdelen af arealet mellem varmepumpen og naboen består af fliser, beton eller asfalt.

Ingen støjskærm ?

Støjskærm foran varmepumpen

Støjskærm på venstre side af varmepumpen

Støjskærm på højre side af varmepumpen

Støjskærm på venstre og højre side af varmepumpen

[Tilbage](#) [Se støjudbredelse på kort](#)

Støjudbredelse fra varmepumpen

Meter

10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10

Husmur

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

Beregningen er orienterende.

Figur 6.3.1 – Startbillede i beregningsprogram

Når du starter programmet, ser du et skærbillede, hvor du skal indtaste oplysninger om din varmepumpe og dens placering.

Angiv din varmepumpes lydeffektniveau

Du skal kende den lydenergi, din varmepumpe udsender, for at kunne beregne støjniveauet hos din nabo. Lydenergien kaldes 'lydeffektniveauet' og forkortes 'L_{WA}'. Lydeffektniveauet er som regel angivet på leverandørens dataark. Hvis lydeffektniveauet ikke fremgår af leverandørens dataark, kan du beregne det ud fra et opgivet lydtryk i en given afstand ved at klikke på linket "[her](#)" øverst til venstre på siden.

BEREGNING AF LYEFFEKTNIVEAU

Herunder skal du indtaste oplysninger om varmepumpen. Du finder oplysningerne på leverandørens dataark.

Angiv målene på din varmepumpe i millimeter:

Bredde (b) mm

Højde (h) mm

Dybde (d) mm

Angiv din varmepumpes lydniveau:

Lydniveau (LpA) dB(A) på meters afstand

Se, hvor du finder oplysningerne på leverandørens dataark. (?)

[Tilbage](#)

[Beregn](#)

Placering af varmepumpen



a) Den afstand fra varmepumpen, det anførte LpA er målt på.

Er du stadig i tvivl om, hvor du finder oplysningerne, kan du kontakte din leverandør.

Figur 6.3.2 – Beregning af lydeffektniveau ud lydtrykniveau i given afstand

Beregning af lydeffektniveau

Du kommer nu til siden 'Beregning af lydeffektniveau', hvor du skal indtaste oplysninger om varmepumpen. Angiv først højden, bredden og dybden på din varmepumpe i millimeter, og dernæst varmepumpens lydniveau samt den afstand, lydniveauet er målt i. Du finder oplysningerne på leverandørens dataark (eventuelt på leverandørens hjemmeside).

Fremgår måleafstanden ikke af leverandørens dataark, bør du kontakte vedkommende og få den oplyst. Der er oftest anvendt en måleafstand på 1 meter, så du kan eventuelt prøve med denne værdi. Det er dog vigtigt, at du inden det endelige valg af placering og varmepumpe får oplyst den rigtige måleafstand. Resultatet bliver helt forkert, hvis støjen reelt er målt i en anden afstand.

Når du har indtastet oplysningerne, klikker du på 'Beregn'. Herefter kommer du tilbage til siden 'Varmepumpe og placering'.

Angiv nu, om du vil placere din varmepumpe mod husmuren eller ud fra husmuren. Det har stor betydning for støjbredelsen, hvordan du placerer din varmepumpe i forhold til husmuren.

Placering af varmepumpen

Vælg dernæst, om du vil placere din varmepumpe på et hårdt eller et blødt underlag (jf. afsnit 5.1). Det underlag, du placerer din varmepumpe på, er afgørende for, hvor meget den støjer hos din nabo. I beregningsmodellen arbejdes der med to tilfælde. I det ene tilfælde er der kun fliser helt lokalt omkring varmepumpen og græs (jord, grus) resten af vejen over til naboen. I det andet tilfælde er der fliser på mindst halvdelen af strækningen fra varmepumpen til naboen.

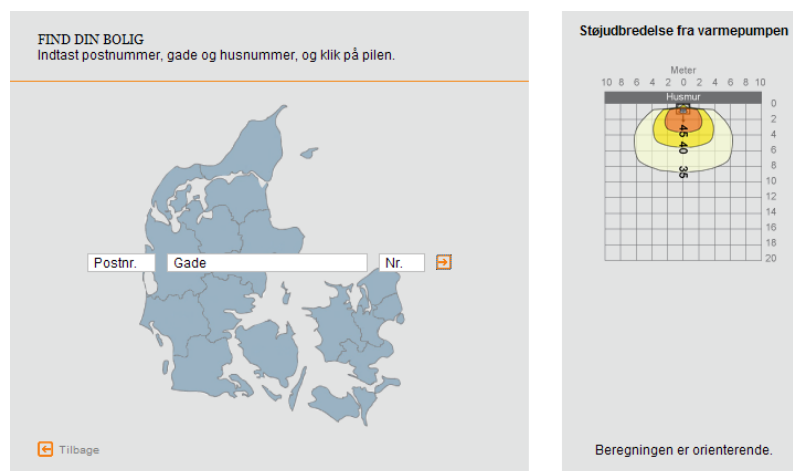
Opstilling af støjskærm

Herefter skal du vælge, om du vil opstille støjskærm. Du kan mindske støjen hos din nabo med 5-10 dB ved at stille en eller flere støjskærme op rundt om din varmepumpe. Du kan højst stille støjskærme op på to sider af varmepumpen.

Husk, at bygninger kan fungere som støjskærme (se afsnit 10.1 for krav til udstrækning).

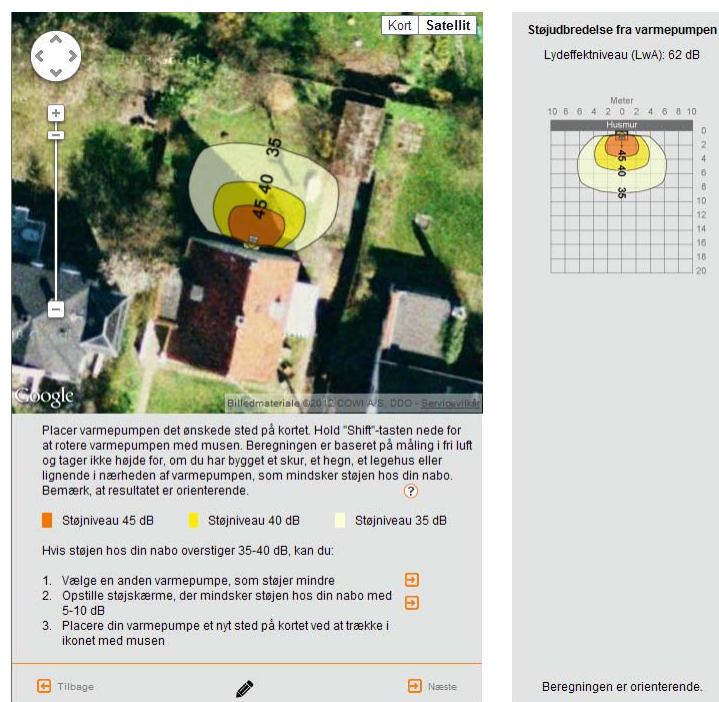
Når du har indtastet alle oplysningerne om din varmepumpe, klikker du på pilen 'Se støjbredelse på kort'.

Herefter åbnes et nyt vindue, hvor du skal indtaste den adresse, du vil installere din varmepumpe på. Når du har indtastet adressen, klikker du på pilen.



Figur 6.3.3 – Valg af lokalitet for varmepumpen

Herefter ser du et luffoto af adressen. Hold venstre musetast nede, træk varmepumpen hen til det sted, hvor du vil placere den op ad din bolig¹, og slip så musetasten. Hold herefter 'Shift'-tasten nede samtidig med venstre musetast, for at dreje varmepumpen. Varmepumpen skal placeres, så ingen af støjkurverne går ind over den bygning, den stilles op af. Herefter kan du se støjudbredelsen på luffotoet. Vurder, om placeringen af varmepumpen giver en acceptabel støjbelastning hos dig selv og din nabo.



Figur 6.3.4 – Beregningsresultat

Hvis lydforholdene ikke er acceptable, har du følgende valgmuligheder:

¹ Beregningsprogrammet forudsætter, at varmepumpen opstilles op ad en væg.

1. Du kan vælge en anden varmepumpe, som støjer mindre – eller den samme med et "støjdæmnings-kit", hvis det tilbydes af leverandøren. Det foregår i vinduet for indtastning af støjdata. Herefter placerer du igen din varmepumpe på luffotoet og foretager beregningen af støjniveauet.
2. Du kan vælge at opstille støjskærm på 1-2 sider af varmepumpen. Skærmen skal opfylde de krav, der er anført i afsnit 10.1. En støjskærm kan godt være en bygning som f.eks. en garage eller et udhus. Du kan vælge forskellige kombinationer af skærmopstillinger i samme menu som under a) i ovenstående. Du kan normalt ikke opstille støjskærme på alle tre sider af varmepumpen, da den derved ikke kan få tilført luft nok. I menuen 'valg af placering' vælger du en placering af varmepumpen. En ny beregning foretages.
3. Du kan placere varmepumpen et nyt sted på kortet. Programmet gemmer de valgte varmepumpedata og går til valg af placering menuen (adressedata bevares). En ny beregning foretages.

7 STØJREDUKTION

Støjbelastningen kan reduceres på forskellige måder:

- a) Øg afstanden, hvis muligt
- b) Vælg en mindre støjende varmepumpe
- c) Få varmepumpen støjdæmpet. Mange leverandører tilbyder et "støjdæmnings-kit", som dæmper støjen uden større tab af energiydelse
- d) Afskærm varmepumpen. Det kan eventuelt ske ved at "gemme" varmepumpen bag en bygning som f.eks. et udhus. Ellers kan du opstille en egentlig støjskærm ved varmepumpen. Det er vigtigt, at afstanden mellem varmepumpen og støjskærmen er så stor, at der sikres tilstrækkelig ventilation (se leverandørens monteringsanvisning).

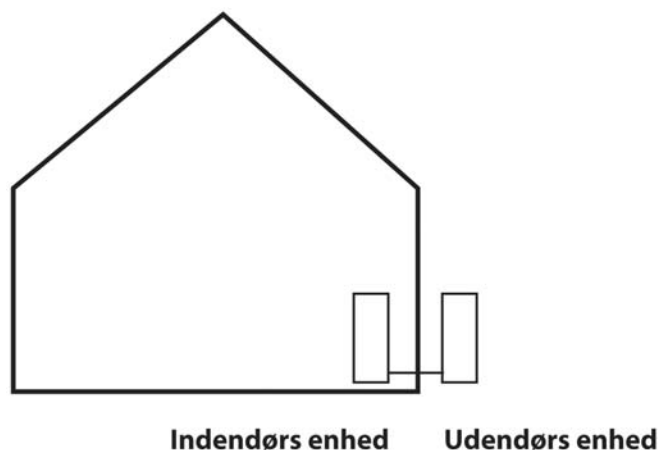
Se afsnit 9 for nærmere beskrivelse af eksempler støjdæmpende tiltag.

8 GOD MONTAGE

Varmepumpens placering er meget vigtig, men også den måde, den monteres på, har betydning for støjen. Beregningsmodellen, som er beskrevet i afsnit 6, forudsætter, at der ikke udstråles støj fra andet end varmepumpens dele.

Luft til vand-varmepumpen består som sagt af en udendørs installation (varmepumpe) og en indendørs installation (varmeveksler og cirkulationspumpe), se figur 8.1. Når varmepumpen arbejder, opstår der vibrationer i pumpens forskellige dele. De samme gælder for den indendørs enhed. Det er vigtigt, at disse vibrationer kun i meget lille omfang overføres til omgivelserne, da de her kan blive udstrålet som støj. Vibrationerne kan overføres både via enhedernes opstillingspunkter og via rørforbindelserne.

For at begrænse støjen i omgivelserne, er det vigtigt at alle dele forsynes med en god vibrationsisolering ved opstilling/montage. Bemærk, at de fleste brugsanvisninger ikke forholder sig til støjmæssig god montage. I dette afsnit finder du generelle retningslinjer for en støjmæssig god montage. Er monteringsforholdene særligt komplicerede, så kontakt en rådgiver, som har erfaring med støj- og vibrationsforhold.



Figur 8.1 - Eksempel på placering af varmepumpe-enhederne

8.1 Vibrationskilder og udbredelsesveje

De mest almindelige årsager til vibrationer er:

- Udendørs enhed: Kompressor, evt. cirkulationspumpe og ventilator
- Indendørs enhed: Varmeveksler og cirkulationspumpe
- Rørforbindelser: Fastgørelser og gennemføringer i vægge

Vibrationerne giver ikke skader på bygninger, men de kan give støjgener.

8.1.1 Udendørs enhed

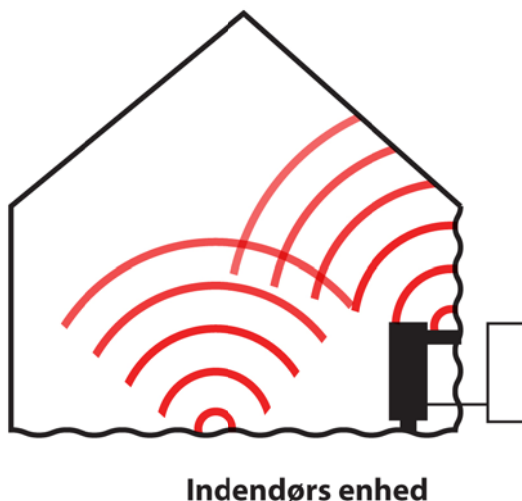
Varmepumpen opstilles bedst på terrænet. Herfra kan vibrationer dog forplantes gennem jorden til omkringliggende bygninger, hvor de via bygningsfundamentet udstråles som støj fra gulve og vægge.

Hvis det ikke er muligt at opstille varmepumpen på terræn, er det vigtigt, at du monterer pumpen på en konstruktion, der er så stiv og tung som muligt. Vægge og tage sættes let i bevægelse, hvilket skaber støj. Du bør derfor undgå at montere din varmepumpe på lette vægge af gips, træ o. lign.

8.1.2 Indendørs enhed

Vibrationer fra den indendørs enhed kan transmitteres til bygningens gulve og vægge via det, der understøtter enheden. Du bør undgå at montere din varmepumpe på væggen – i hvert fald på lette vægge. Tilsvarende bør du ikke installere varmepumpen på en let gulvkonstruktion (f.eks. trægulv på strøer eller bjælker). Vibrationer fra den indendørs enhed kan blive stærkt generende for ejendommens beboere – især som lavfrekvent støj.

Er det nødvendigt at understøtte den indendørs varmepumpe-enhed på en let væg eller et gulv, anbefales det, at du lægger en tyk betonflise e. lign. under enhedens vibrationsdæmpere.



Figur 8.1.2 – Betydning af stiv montage af indendørs enheder

8.1.3 Rørforbindelser

Rørene, som forbinder enhederne, vibrerer som følge af overførsel af vibrationer fra varmepumpen, men også varmepumpens væskepulsationer kan give vibrationer. Hvis rørene er stift monteret til bygninger – herunder i dæk eller vægge – kan vibrationer blive udstrålet som støj fra bygningsfladerne.

Rørforbindelser skal derfor have et fleksibelt element mellem varmepumpen og indføringen i huset. For tynde rørledninger kan det fleksible element laves alene ved en 90° skarp bøjning. For tykkere rør anvendes en såkaldt "lyre", hvor røret slår en stor "U"-bøgt. Der kan også anvendes flexslanger, som er gummislanger med en vævet stålsok. En flexslange skal bukkes mindst 60°, for at fleksibiliteten opnås.

Rørbæringer bør være af den vibrationsisolerende slags (f.eks. stålbøjle med gummidellelæg, se figur 8.1.3 og 8.1.4, der er eksempler på gode bæringer). Rørgennemføringer i vægge bør udføres, så røret ikke berører væghullet. Der fuges uden om røret med elastisk fugemasse.



Kilde: Mefa Nordic

Figur 8.1.3: Isoleret rørbærer



Kilde: Vibratex

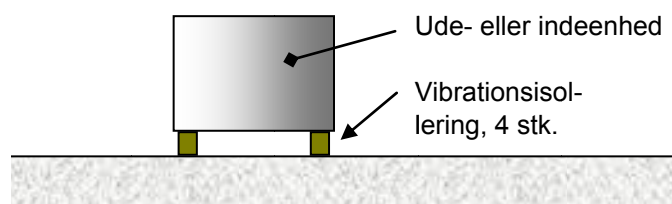
Figur 8.1.4 Isolator til loftophæng

Du bør undgå rørbæringer på lette vægge. Kan det ikke lade sig gøre, så skal du sætte bæringer på den stiveste del af væggen eller loftet, dvs. der hvor der er en bagvedliggende stolpe eller bjælke.

8.2 Håndregler for vibrationsisolering

For at vibrationsisolatorerne leverer den isolationsprocent, som er angivet i katalogerne, skal underlaget være tungt, stift og homogent. Det kan f.eks. være en betonflise eller et betongulv/dæk. Er underlaget let, og giver lidt efter, kan vibrationsisoleringen helt forsvinde. Underlaget under varmepumpen bør som minimum veje det samme som varmepumpen.

Vibrationsisolatorerne skal endvidere være rigtig afstemt til varmepumpens vægt. Hvis vibrationsisolatoren er beregnet til at bære meget mere end varmepumpens vægt, bliver vibrationsisoleringen kraftigt reduceret. Vejer varmepumpen mere end vibrationsisolatorernes angivne bæreevne, vil isoleringsevnen helt forsvinde.



Figur 8.2.1 Vibrationsisolatorer (maskinsko) under varmepumpe



Kilde: Vikas



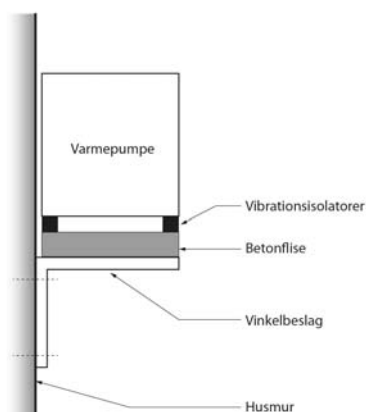
Kilde: Vikas

Figur 8.2.2 Eksempler på vibrationsisolatorer

8.2.1 Udendørs enhed

Du skal sikre følgende:

- vægten af det underlag (fliser, beton e. lign.), varmepumpen dækker, skal mindst udgøre varmepumpens vægt
- Bruger du undtagelsesvis ophængsbøjler til at understøtte varmepumpen, kan du med fordel lægge f.eks. en tyk betonflise under pumpens vibrationsisolatorer (se figur 8.2.3)
- I stedet for at montere varmepumpen på en let væg, giver det ofte mindre støj, hvis du monterer den på stolper, der er forankret i terrænet.
- Vælg 4 stk. vibrationsdæmpere, hvis maksimale bæreevne hver er ca. 30% højere end en fjerdedel af varmepumpens vægt; se figur 8.2.1 og 8.2.2
- Placer svingningsdæmperne i hvert hjørne

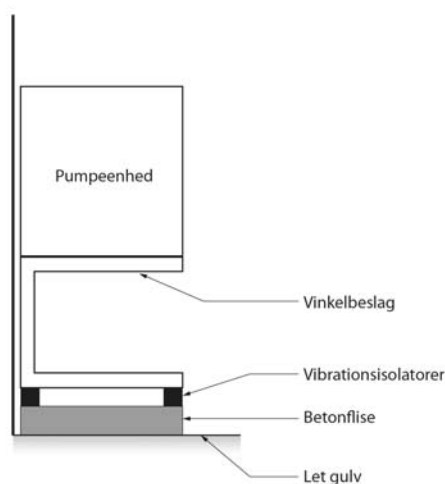


Figur 8.2.3 Eksempel på ophæng af varmepumpe

8.2.2 Indendørs enhed

Følgende skal sikres:

- vægten af det underlag (fliser, beton e. lign.), varmepumpen dækker, skal mindst svare til varmepumpens vægt
- Bruger du undtagelsesvis ophængsbøjler eller et let gulv til at understøtte varmepumpen, kan du med fordel lægge f.eks. en tyk betonflise under varmepumpens vibrationsisolatorer (se figur 8.2.3 og 8.2.4)
- I stedet for at montere enheden på en let væg eller let gulv, giver det ofte mindre støj, hvis du monterer den på stolper, der er støbt ned i terrænkonstruktionen. Vibrationsisolatorer monteres mellem varmepumpen og søjlerne
- Vælg f.eks. 4 stk. vibrationsisolatorer, hvis maksimale bæreevne hver er ca. 30% højere end en fjerdedel af enhedens vægt; se figur 8.2.1 og 8.2.2. Det er vigtigt, at bolte o. lign. ikke kortslutter isolatorerne
- Placer svingningsisolatorerne i hvert sit hjørne



Figur 8.2.4 – Opstilling på let gulv

9 KONTROLMÅLING

Hvis du gerne vil sikre dig, at din varmepumpe lever op til leverandørens støjdeklaration, når den er installeret, kan du bruge nedenstående målemetode. Det er tilstrækkeligt med en billig støjmåler, som kan måle dB(A). Mange mobiltelefoner har en støjmåler indbygget, og der findes også apps til smartphones. Mobiltelefoner er ikke nøjagtige støjmålere, men de kan give dig et rimeligt fingerpeg (hvis de er korrekt kalibreret).

Det er støjen ved naboen, der er afgørende. Her er der dog ofte megen anden støj, som er blandet med støjen fra varmepumpen. Der findes ingen støjmålere, som kan skille den ene slags støj fra den anden. Derfor må man i stedet måle støjen fra varmepumpen tæt på pumpen. Her er støjen normalt så dominerende, at anden støj er uden betydning. Leverandøren er kun ansvarlig for, at den støj, varmepumpen udsender, ikke overstiger det, som loves i salgsmaterialet. Hvordan støjen udbredes til naboen, er dit eget ansvar.

Kontrollen af den udsendte støj foretages 1 meter foran varmepumpen, når den er i maksimal drift. Kontrollér dog at driftstilstanden er korrekt (tryk, temperaturer mv. er inden for det driftsinterval, som leverandøren tillader). Målingen bør så vidt muligt foretages før opstilling af eventuelle støjskærme. Hold støjmåleren 1,2-1,5 meter over underlaget. Undgå, at stå lige foran eller bagved lydmåleren set i forhold til varmepumpen. Aflæs det gennemsnitlige støjniveau. I beregningsprogrammet er der vist en kontrolværdi, som er baseret på leverandørens deklaration (findes under 'Yderligere info', som fås ved trykke på "Næste" efter placering af varmepumpen. Hvis den måleværdi, du har fundet frem til, er mere end 5 dB² højere end den værdi, beregningsprogrammet viser, er der en vis sandsynlighed for, at varmepumpen ikke lever op til det, den lover i salgsmaterialet. Kontakt da leverandøren, og få en afklaring.

10 STØJDÆMPNING

Du kan dæmpe støjen fra varmepumpen på forskellige måder. Nedenfor kan du se eksempler på nogle af de metoder, du kan bruge til at nedbringe støjen.

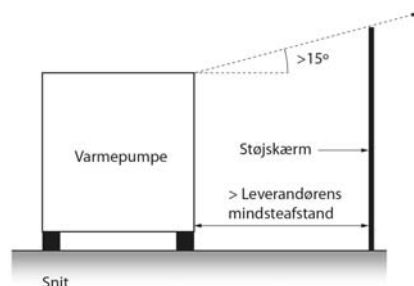
10.1 Støjskærm

En støjskærm kan nedsætte støjen ved naboen med 5-10 dB, hvilket er en væsentlig nedsættelse. Der er dog nogle krav, skærmen skal opfylde, for at du opnår denne effekt:

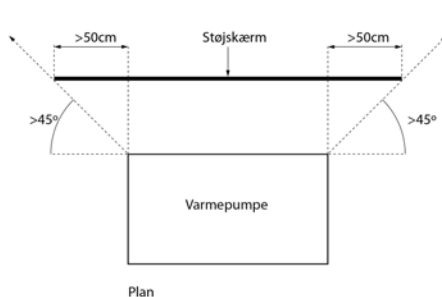
- Skærmen skal være "lufttæt" og fremstillet af et materiale, som vejer mindst 12 kg/m², f.eks. metal, træ eller glas. Hvis der er fliser under skærmen, skal skærmen gå helt ned til fliserne. Hvis der er græs, jord eller grus under skærmen, kan en lille sprække på op til 5 cm højde langs jorden tillades.
- Skærmen skal dække hele vejen rundt om varmepumpen i retning mod naboen (se figur 10.1.1 og 10.1.2). Hvis terrænet stiger mod naboen, skal skærmen være højere end det på figur 10.1.1 anførte.

² Der vil naturligt være forskelle i støjen fra den ene varmepumpe til den anden. For helt ens varmepumper må der forventes variationer på ±2-3 dB fra den ene enhed til den anden. Måleresultatet skal derfor afvige markant fra deklarationsværdien før der er væsentlig sandsynlighed for fejl.

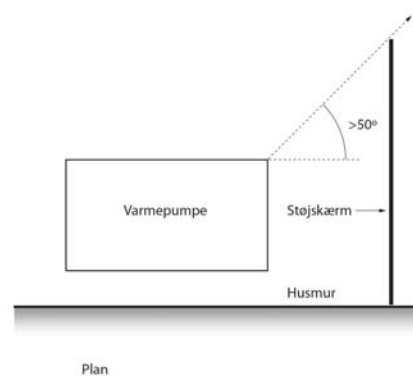
- Skærmen skal have en lydabsorberende overflade ind mod varmepumpen og kan f.eks. bygges op som vist på figur 10.1.3. Der findes en række standardprodukter på markedet, som opfylder dette krav.



Figur 10.1.1 Krav til støjskærmens højde

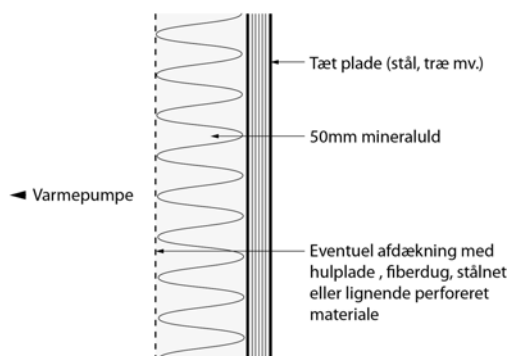


Skærm foran



Skærm ved siden

Figur 10.1.2 Krav til støjskærmens udstrækning



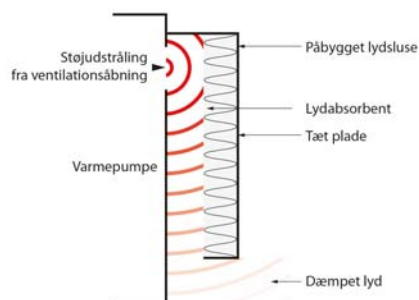
Figur 10.1.3 Opbygning af skærm

Beregningsprogrammet anvender skærme, som netop opfylder de i figur 10.1.1 – 10.1.3 angivne krav. Hvis støjskærmen udføres med en større udstrækning, kan der opnås en større reduktion af nabostøjen, men dog typisk kun relativt få ekstra dB.

10.2

Lydsluse

Da ventilatorstøjen ofte er dominerende, kan det være en god ide at montere en såkaldt lydsluse for at dæmpe støjen. I en lydsluse tvinges lyden gennem smalle passager, hvor den kan ramme et lydabsorbent materiale mange gange. Se figur 10.2.1 for eksempler på udformning af en lydsluse.



Figur 10.2.1 Principopbygninger af lydsluser

Jo smallere og jo længere luftspalten er, jo mere mindskes støjen. Tykkelsen af lydabsorbenten har dog også en betydning. En tyk lydabsorbent er normalt bedre end en tynd.



Kilde: Gastech

Figur 10.2.2. Eksempel på monteret lyddæmper

Det er ikke kun via ventilatorafkastet, at ventilationsstøjen kommer ud af varmepumpen. Luften suges også ind i varmepumpen – enten i bunden eller på bagsiden. Det kan være nødvendigt også at forsyne disse åbninger med en lydsluse, da der kan komme lige så meget støj ud denne vej.

Når du anvender lydsluser, er det vigtigt, at du sikrer dig, at varmepumpen stadig kan få den nødvendige driftsluft. Du bør ikke montere lydsluser uden accept fra leverandøren/installatøren, da garantien ellers kan bortfalde. Nogle leverandører har standardløsninger, som du kan tilkøbe uden at miste garantien.

10.3 Kabinetvibrationer

Det kabinet, der omslutter varmepumpen, er typisk fremstillet af en tynd plade. Hvis vibrationer fra kompressoren eller ventilatoren overføres til kabinettet, kan kabinetets plader fungere som en utilsigtet højttaler.

Det bedste er at afkoble kabinettet fra de bærende dele i varmepumpen – hermed normalt også fra ventilatoren og kompressoren – men det kræver ofte store indgreb i varmepumpens konstruktion, som kun leverandøren kan foretage.

Risikoen for at kabinettet fungerer som højttaler kan nedsættes ved at montere svingningsdæmpende folie på indersiden (se figur 10.3.1). For tynde plader er det ofte en effektiv løsning. Folien monteres på så store arealer som muligt, men undlades, hvor der er afstivningsribber mv. Folien skal monteres med en god vedhæftning til kabinettet over hele foliets areal.



Kilde: B6-Akustik

Figur 10.3.1 Eksempel på antivibrationsfolie

10.4 Kabinetstøj

Inde i kabinettet giver ventilatoren og kompressoren anledning til en del støj, som dels udstråles gennem ventilationsåbninger, dels direkte gennem kabinettets plader. En lydabsorbent, monteret inde i kabinettet, kan mindske denne støj.

Lydabsorbenten er typisk en 2-3 centimeter tyk skumgummiplade (se figur 10.4.1). Pladen kan eventuelt være forsynet med en tynd plastik- eller metalfolie, der kan forhindre tilsmudsning over tid, hvilket kan være en fordel. Lydabsorbenten monteres på så mange indvendige flader som muligt, men dog således, at varmepumpen kan få den nødvendige driftsluft.

De enkelte absorbenter behøver ikke at være sammenhængende for at virke godt, men en stor del af kabinettets flader bør være dækket. Det er dog områderne tæt på ventilatoren og kompressoren, der er mest effektive. Lydabsorbenterne kan eventuelt også indgå som lydsluse for ventilationsluften.

Da montering af lydabsorbenter er et væsentligt indgreb i varmepumpen, bør du få leverandørens/installatørens accept, da garantien ellers kan bortfalde. Nogle leverandører har standardløsninger, som du kan tilkøbe uden at miste garantien.



Kilde: B6-Akustik

Figur 10.4.1 - Eksempel på skumabsorbent**11****EKSEMPLER****11.1****Uheldig placering**

En sportsklub i en mindre landsby installerede en varmepumpe ved klubhuset. Klubhuset lå mellem to naboboliger i én stribe langs hovedgaden gennem landsbyen. Placeringen blev betinget af en enkel montage, og således at varmepumpen var gemt lidt af vejen (se figur 11.1.1).



Copyright © Kort & Matrikelstyrelsen

Figur 11.1.1 Varmepumpe ved klubhus

Der blev ikke tænkt over de støjmæssige konsekvenser. Straks efter installationen af varmepumpen kom der klager over støjen fra naboen syd for klubhuset. Nord for klubhuset var støjen fra varmepumpen godt skærmet, så her generede varmepumpen ikke. Kommunen foretog støjmålinger ved den sydlige nabo, som viste støjniveauer på 44 dB. Baggrundsstøjen var dog på samme niveau, så den rigtige støjbelastning kunne ikke fastlægges. Kommunen hentede herefter hjælp til dels at fastlægge støjbelastningen, dels at få forslag til støjdemping.

Støjregningen viste, at støjbelastningen ved naboen ikke var højere end 36 dB, hvilket stort set opfyldte støjkravet. Det blev dog alligevel besluttet at foretage en støjdemping. Varmepumpen blev flyttet rundt om hjørnet og forsynet med støjskærme på siderne (se figur 11.1.2).



Istyrelsen

Figur 11.1.2 Flyttet og støjskærmet varmepumpe

Resultatet var en støjbelastning på 30 dB af naboerne både nord og syd for klubhuset – og to tilfredse naboer.

11.2 Gode og dårlige placeringer

Den gode placering af varmepumpen afhænger af de lokale forhold – især af, hvor naboerne er placeret (retning og afstand). Hvor meget varmepumpen støjer har naturligvis også betydning, men der er typisk meget bedre økonomi i at finde en støjmæssig optimal placering. Nedenfor kan du se nogle eksempler på gode og dårlige placeringer.

11.2.1 Stribebyggeri

I de yderligt placerede udstykninger, hvor der kun ligger én stribe huse på hver side af vejen – og åbent terræn uden for baghaverne – er der gode muligheder for en støjmæssig god placering.



Figur 11.2.1 Placeringer ved stribebyggeri

Placering A er det dårlige valg. Varmepumpen er gemt godt af vejen for ejeren, og rørforbindelserne er korte, men varmepumpen er placeret lige ud for naboens hovedterrasse. En utilfreds nabo er nærmest undgåelig.

Placering B er et bedre valg. Bryggerset støjfskærmer naboens terrasse. Suppleres der med en støjskærm mod naboen, kan støjbelastningen af naboen holdes lav. Rørforbindelserne er kun marginalt længere end placering A. Ulemperne er dog støj på ejerens sekundære opholdsareal. En støjskærm på begge sider af varmepumpen kan dog reducere støjen langs husgavlen.

Placering C er den bedste rent støjmæssigt. Gemt omme bag havekurene belaster varmepumpen kun det ikke-støjfølsomme naboareal. Varmepumpen kan opstilles med helt frie luftbevægelser, hvilket giver den bedste driftsøkonomi. Ulemperne er relativt lange rørforbindelser.

11.2.2 Tæt byggeri

Når husene ligger tæt omsluttet af hinanden, kræver placeringen af varmepumpen stor omtanke. Det er nærmest umuligt at finde en retning, hvor varmepumpen kan støje frit. Som udgangspunkt må der vælges en særlig støjsvag varmepumpe.



Copyright © Kort & Matrikelstyrelsen

Figur 11.2.2 Placering i tæt byggeri

Placering A er dårlig. Varmepumpen er godt gemt af vejen for ejeren, men pumpen vil belaste i hvert fald to naboer med meget støj. En støjfskærmning kan kun mindske støjen ved den ene nabo, ellers kan varmepumpen ikke få nok luft.

Placering B er god. Der er stor afstand til naboen mod både øst og vest (støjen ved vejen har ikke betydning). Støjen mod nord kan mindskes ved at opstille en støjskærm foran varmepumpen. En anden mulighed er at vende varmepumpen, så den står parallelt med bygningens facade. Støjen ud fra siden af varmepumpen er markant lavere end foran og bagved varmepumpen. Støjen mod nord bliver således begrænset blot ved at vende varmepumpen.

Placering C er også god. Ejers egen bolig skærmer mod naboerne i alle retninger, på nær mod øst. Den mellemliggende vej kan sikre tilstrækkelig stor afstand til naboen i denne retning. Der kan eventuelt opstilles en skærm foran varmepumpen. Det vil dels begrænse støjen mod øst, dels skjule varmepumpen, så den ikke er synlig fra vejen.

11.2.3 Rækkehuse

I rækkehusbebyggelser er afstanden til naboen meget lille. En særligt støjsvag varmepumpe må vælges. Der er ikke mange brugbare placeringer.



Copyright © Kort & Matrikelstyrelsen

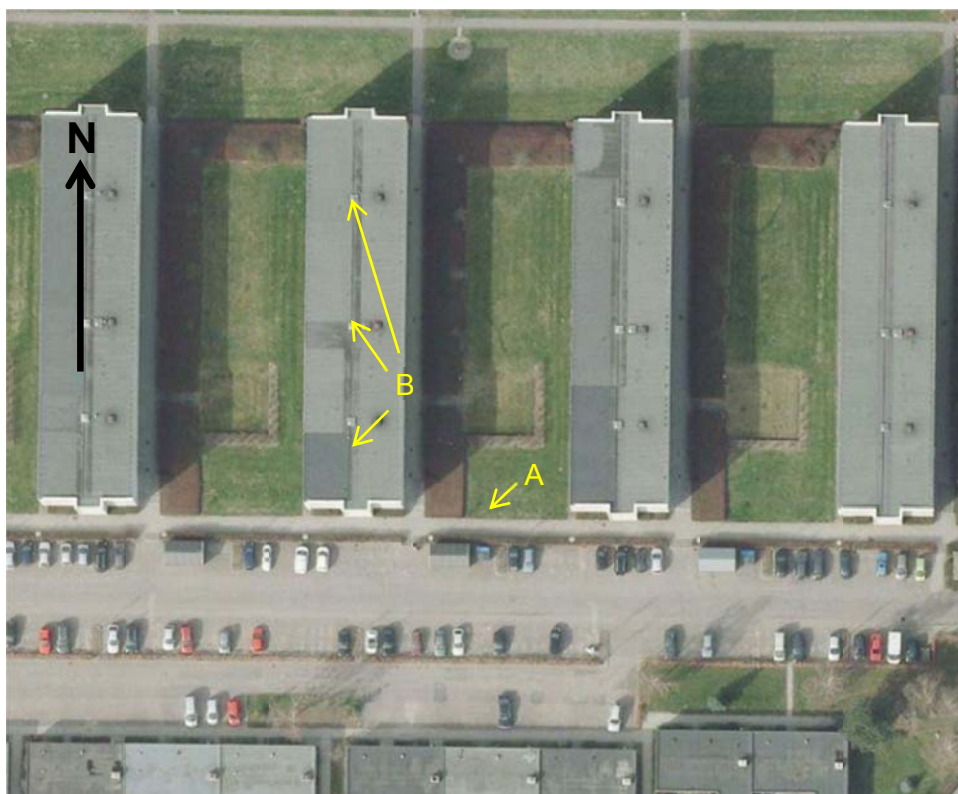
Figur 11.2.3 Rækkehusbebyggelse

Placering A er den naturlige placering, lige uden for bryggerset. En skærm på begge sider af varmepumpen kan skåne både naboens og ejerens facade og opholdsarealer. Mod naboen bør skærmen være ekstra høj og ekstra lang for at sikre en god støjskærmning. En del af både ejerens og naboens fjernere haveområde vil blive støjbelastet.

Placering B kan etableres ved at opstille en støjskærm på nordsiden (modsvarende den normale "op ad hus"-placering) og østsiden. Varmepumpen vil støje ud over vejen, men det er først ved genboen, at støjen kan blive kritisk. Det er afstanden til genboen og varmepumpens lydeffekt, der afgør, om støjen bliver kritisk. Placering B giver et lavt støjniveau i haverne omkring varmepumpen. Til gengæld bliver rørforbindelserne lange.

11.2.4 Etageboliger

Det kan også være svært at finde en god placering til sin varmepumpe ved etageboliger. Denne vejledning er begrænset til mindre varmepumper. Varmepumper af begrænset størrelse kan kun dække varmekonsumet for et mindre antal lejligheder. Flere pumper pr. bygning kan således komme på tale.



Copyright © Kort & Matrikelstyrelsen

Figur 11.2.4 Etageboliger

Placering A kan ske i en U-formet afskærmning, som er åben ud mod P-pladsen. Det kan skærme støjbelastningen af opholdsarealer og lejligheder i terrænniveau, men det er vanskeligt at skærme støjen mod de højere beliggende lejligheder. Løsningens anvendelighed afhænger meget af de lokale forhold (afstande, bygningshøjder mv.). En egentlig støjberegning efter Miljøstyrelsens vejledninger bør gennemføres i disse tilfælde. Løsningen kan også medføre meget lange rørforbindelser.

Placering B, hvor varmepumperne distribueres ud over en flad tagflade, kan være en god løsning. Rørforbindelser kan holdes relativt korte. Ved at sætte støjskærme på øst- og vestsiden begrænses støjen mod nabobygningerne. Varmepumperne bør placeres så langt inde på tagfladen som muligt, idet tagkanterne så bedst muligt fungerer som støjskærm.

11.3 Kontrolmåling af støj

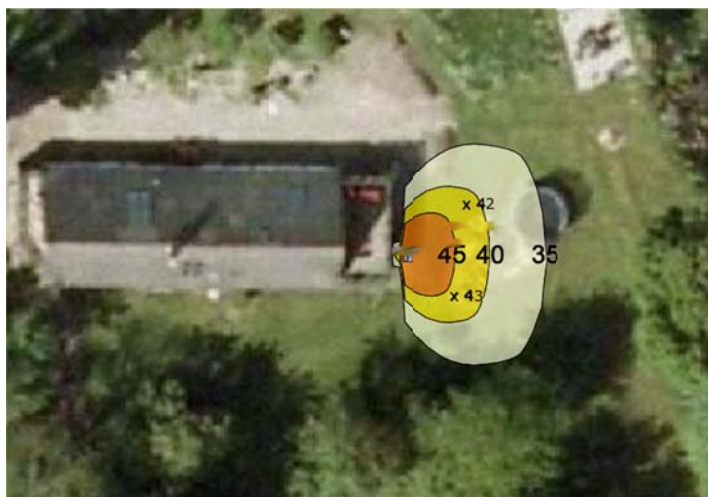
Når du har installeret din varmepumpe, er det en god ide, at du sikrer dig, at installationen og varmepumpen lever op til de støjdata, der fremgår af leverandørens salgsmateriale. Du kan med fordel anvende metoden, beskrevet i afsnit 9. Fordelen ved at måle så tæt på varmepumpen er, at al anden støj har lille indflydelse på måleresultatet. Du bør ikke gennemføre målingen, hvis du tydeligt kan høre anden støj end den, der kommer fra varmepumpen, f.eks. støj fra forbipasserende biler. I dette tilfælde skal du vælge et andet tidspunkt at måle støjen på, hvor der er mere roligt.

Ved brug af beregningsprogrammet på Energistyrelsens hjemmeside kan du beregne en grænse for den støj, som varmepumper bør udsende. Dette er et støjniveau målt 1 meter foran varmepumpen. Der anvendes en almindelig lydmåler. Figur 11.3.1 viser udførelsen af en kontrolmåling. Der vil altid være afvigelser fra katalogdata, så først, når den målte værdi overstiger grænsen med mere end 5 dB, er der væsentlig sandsynlighed for, at der er fejl på varmepumpen, dens driftstilstand eller montagen.



Figur 11.3.1 Kontrolmåling af installation

I forbindelse med støjmålingen gennemførtes også kontrolmålinger i omgivelserne. Resultaterne fremgår af figur 11.3.2 som punktværdier, der sammenlignes med beregningsprogrammets støjkurver.



Copyright © Kort & Matrikelstyrelsen

Figur 11.3.2 Kontrolmåling i omgivelser

Litteratur

- [1] Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 "Ekstern støj fra virksomheder"
- [2] Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984 "Måling ekstern støj fra virksomheder"
- [3] Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder"
- [4] Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9, 1997 "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø"
- [5] Erhvervs- og Byggestyrelsen, Bygningsreglement 2010 (BR 10)