

Varmepumper

Støy fra varmpumper

Dette notatet tar i hovedsak for seg støy som oppstår utvendig i et boligmiljø når man installerer en veggmontert varmpumpe på fasaden til et hus. Alle maskiner støyer mer eller mindre, inklusive maskiner som har vifter, det gjelder støvsugere, PC-er, kopimaskiner, så vel som air-conditioning-aggregater og varmpumper.

I Miljøverndepartementets Veileder til Retningslinjene for behandling av støy i Arealplanlegging (T-1442), heter det i avsnitt 8.6: Noen av de mer støyende varmpumpene for småhus, må plasseres opptil 30-40 meter fra nærmeste vindu om sjenerende støy skal unngås. Så ille trenger det ikke være dersom man velger blant de mest stillegående varmpumpene. Men det er ikke alltid så lett å velge mellom de supertilbud som tilbys på markedet.

Innledning om varmpumper for vanlige bolighus

Varmpumper henter varmeenergi fra uteluften og frakter den inn i huset -- i form av:

- A): oppvarmet ventilasjonsluft, eller som :
- B): oppvarmet vann

Varmpumper av type A kaller vi luft-til-luft-varmpumper (L:L). Type B kalles luft-til-vann-varmpumper (L:V). Begge typer har en utvendig del, med en vifte og en kompressor som genererer støy. En L:L-varmpumpe skaper også noe innvendig støy i rommet der varmluften blåses inn.

Det finnes også vann-til-vann-varmpumper (V:V) -- som henter energien opp fra brønner i grunnen, fra sjøvann, etc. Disse overfører varmen til bygningens vannbårne varmesystem. Slike varmpumper blir normalt plassert i et teknisk rom i kjelleren, og skaper dermed ingen støy utenfor huset.

Fastmonterte varmpumper, så vel som air-conditioning-aggregater (AC), vifter eller andre tekniske enheter blir omfattet av støykrav etter de tekniske byggeforskriftene (TEK). I veiledningen til TEK henvises det til Norsk Standard 8175 (utgave 2005). I denne finnes det en rekke ulike kravsett for støy. Kravsett C oppgis som minimumskravene. Vi vil i det følgende konsentrere oss om boligbygg.

I standarden finnes krav til utvendig støy fra tekniske anlegg og aggregater herunder varmpumper og AC-aggregater. Kravene gjelder for det A-veide lydtrykknivået som kan måles eller beregnes utenfor fasaden til en boenhet i et nabobygg, eller for den saks skyld en annen boenhet i samme bygning (rekkehus, tomannsbolig, osv.). De fleste seriøse varmpumpefabrikanter oppgir lyddata sammen med de øvrige tekniske spesifikasjoner. Men

ikke alle forhandlere eller installatører vet å tolke verdiene og bruke disse til korrekte støyberegninger. Vi skal derfor se nærmere på dette.

Byggeforskriften stiller støykrav både utendørs og innendørs

Lydtryknivået (LpA) -- eller støynivået som mange sier, har differensierte kravverdier over døgnet. På dagtid (kl 06-18) aksepteres høyere støynivåer enn på kveld (18-22). Lavest støynivå skal det være på natten (22-06). Dette er både forståelig og logisk, fordi de fleste ønsker nattero, og sove med vinduet åpent eller på gløtt. Fordi en varmepumpe eller AC-aggregat avgir samme støynivå uansett tid på døgnet, er det nattkravet som gjelder. Det betyr at en varmepumpe (VP) ikke må forårsake større lydtrykk enn 35 dBA utenfor fasaden til naboboligen eller naboleiligheten.

Med vinduet på gløtt om natten, kan man ha håp om at innendørs støynivå i soverommet blir < 25 dBA. Dette kan imidlertid være krevende. Mange varmepumper har nemlig flertrinns styring, og avgir mest støy under drift på det høyeste effektrinns. Dette styres automatisk med termostater både ute og inne. Det er selvsagt den avgitte støy når varmepumpen arbeider på høyeste effektrinns som teller i forhold til byggeforskriftens krav. Dette vil normalt være når varmebehovet er størst vinterstid. Men fordi mange L:L-varmepumper kan reverseres og benyttes som AC-aggregater om sommeren, kan støy på høyeste nivå opptre også når det oppstår stort kjølebehov.

De fleste tilfeller der VP-støy skaper konflikt mellom naboer i et boområde, gjelder der noen ettermonterer en VP på sin egen enebolig for å spare energi. Har boligeieren kjøpt en L:L-varmepumpe på et byggvarehus, og montert den selv uten å tenke på støy, kan det lett gå galt. Man trenger nemlig ikke sende søknad om byggetillatelse for små varmepumper (se hjemmesiden til statens byggetekniske etat e-Melding av 9.01.2007). Bedre kontroll med mulige støyulemper har man dersom vedkommende bor i et rekkehus eller leilighet. I disse tilfellene må boligeieren normalt søke styret i boligselskapet om tillatelse for en slik fasadeinstallasjon. Et oppegående styre vil da be om støydokumentasjon fra VP-leverandøren og en garanti fra boligeieren om at byggeforskriftens støykrav blir overholdt. I boligblokker med leiligheter over, under og til siden kan det rett og slett være forbud mot å installere VP, AC, vifter, etc. på fasadene.

Litt støyteori og enkel støy matematikk

Støy er en konsekvens av all energibruk der maskiner, motorer, vifter, osv. er i drift. Mesteparten av energien blir omsatt til positivt og nyttig arbeid, men det er ikke til å unngå at noe energi går til spille og forurenses omgivelsene i form av støy. I vårt tilfelle vil en del av viftenergien til varmepumpen bre seg utover som luftbåren støy.

Støy måles og oppgis i måleenheten desibel (dB). I de fleste tilfeller der støyen skal relateres til hvordan mennesker sjeneres av støy, benyttes parameteren desibel A (dBA). Bokstaven A betyr at støymåleren lagt inn et såkalt A-filter, slik at målingene best mulig blir tilpasset ørets oppfatning av lyden. Som kjent er ørets følsomhet for lyd størst i det middelfrekvente området, mens lavfrekvent lyd ikke høres like sterkt. I målerens A-filter blir en stor del av den lavfrekvente støyenergien filtrert vekk. Både for støy i arbeidsmiljø, trafikkstøy (vei, fly og bane), bygge- og anleggsstøy osv., bruker man i hovedsak målinger og beregninger i dBA. Det samme gjelder data for støyegenskapene til maskiner, gressklippere, husholdningsmaskiner, og varmepumper.

Viktigste støyparameter er lydeffektnivået i desibel (dB)

Den viktigste parameter for å dokumentere støyegenskapene til maskiner -- inklusive varmpumper, er det A-veide lydeffektnivået L_{wA} i dB. Dette er en verdi som er målt i et lydlaboratorium, og kalkulert som om lydenergien sendes ut fra et sentralt punkt. L_{wA} er definert som den lydenergi som passerer gjennom en kuleflate med 1 m^2 overflate -- som (teoretisk) omgir maskinen. Fordi arealet på en kule med radius r er lik: $4\pi r^2$, blir dette i tallverdi likt med lydtrykknivået L_{pA} målt på en avstand $r = 0,28 \text{ m}$ fra sentrerpunktet for lydutbredelsen (teoretisk eller i praksis). I denne avstand blir tallverdien for L_{wA} og L_{pA} helt lik, oppgitt i dBA.

Når en leverandør oppgir maskinens lydeffektnivå (L_{wA}), er dette alltid målt og etterberegnet som om maskinen svever -- eller er opphengt, i frittfelt. Målingene foretas i lydlaboratorier. Da er det ingen innvirkninger pga refleksjoner av lyden fra vegger, tak, gulv (eller bakken). Lyden utbreder seg fritt i alle retninger -- radielt utover som på et kuleskall. Når avstanden til en lydkilde doubles, blir lydtrykknivået (målt i absolutte tall, målt i Pascal (Pa)) redusert til en firedel. Slik blir det fordi det er den samme lydenergien nå skal fordele seg over et areal som er fire ganger så stort. Når avstandene ikke blir for store, kan vi se bort fra luftdempning av støyen og dempning på grunn av myk mark (f.eks. i villahager).

Av praktiske grunner blir lyd og støy målt og beregnet med en logaritmisk skala -- opprinnelig med enheten Bel (B). Men for å unngå for mange desimaler, ganges Bel-verdien med 10 og oppgis i desibel (dB). Fordi Bel-skalaen er logaritmisk, vil en avstandsdobling bety at lydtrykknivået reduseres med 6 dB. Dette kommer av at logaritmen til 4 ($\log 4$) = 0,6 regnet i B, og dermed blir 6 oppgitt i desibel (dB). Alle vanlige kalkulatorer har funksjon for å finne logaritmen til et hvert tall, så det er ganske enkelt å kalkulere hvordan lydtrykknivået (L_{pA}) avtar i økende avstander fra en varmpumpe.

For frittfeltforhold (dvs. ingen refleksjoner, altså) lyder formelen for lydtrykknivået L_{pA} i en hvilket som helst avstand r fra støykilden (oppgitt i meter) slik:

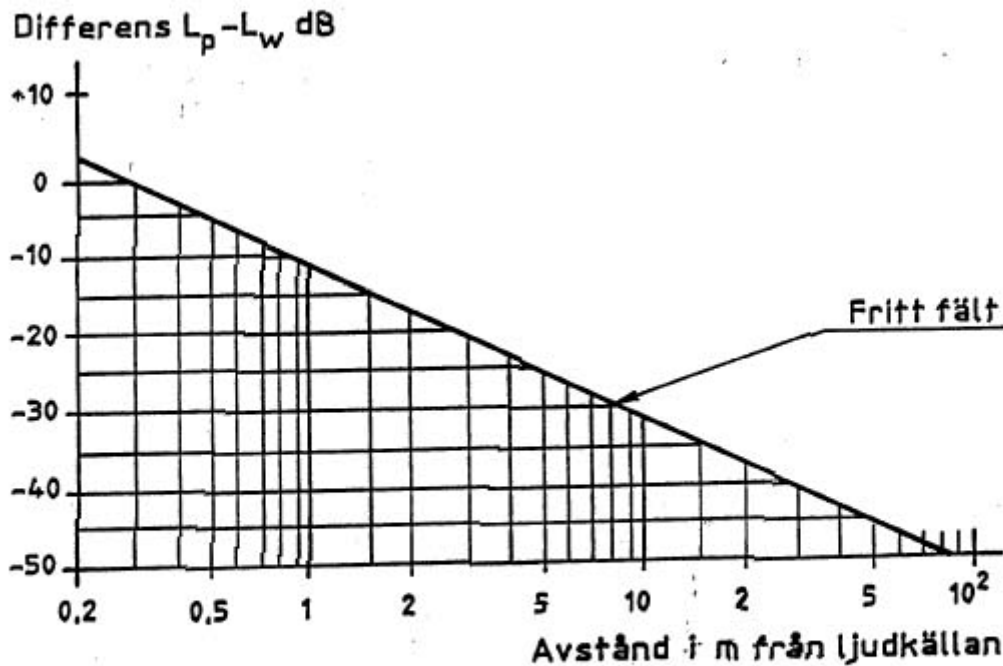
$$L_{pA} = L_{wA} - 10 \log (4\pi r^2)$$

eller utregnet:

$$L_{pA} = L_{wA} - 10 (\log (4\pi) + \log (r^2)) \text{ (hjelpelidd)}$$

$$L_{pA} = L_{wA} - 11 - 20 \log (r)$$

Hvordan lydtrykknivået avtar med økende avstand fra lydkilden fremgår også av figur 1: Differensen (tallverdien) i dB mellom L_p og L_w øker som funksjon av økende avstander fra lydkilden målt i meter. NB: Dette gjelder fremdeles i frittfelt, der refleksjoner ikke gjør seg gjeldende. Vi kan se av figur 1 at L_p dermed blir 31 dB lavere enn L_w (i tallverdi) dersom avstanden r blir 10 meter (ute i frittfelt).



Figur 1. Skillnad mellan tryck- och effektnivåer som funktion av avståndet mellan ljudkälla och mottagare vid helfärisk utbredning i fritt fält.

Refleksjoner øker lydtryknivået

Men så er det dette med refleksjoner da. Når en varmpumpe blir plassert utenpå på en husfasade, vil støyen bre seg halvsfærisk utover i omgivelsene som på en halvkule, med bare halvparten av kulearealet. Fordi kildestøyen (L_w) er den samme som før, blir lydtryknivået (i absolutte tall (i Pa)) ute i omgivelsene nå dobbelt så stort -- og dermed 3 desibel (dB) høyere enn målt/beregnet i fritt felt. Dersom varmpumpen blir plassert et stykke opp på fasaden, men nå også inne et hjørne, tvinges støyen til å utbre seg kvartsfærisk, dvs. utover på en kvart kuleflate. Da øker støyen med 6 dB i forhold til fritt feltsverdien. Slik kunne vi fortsette -- se oversikten nedenfor.

Støyutbredelse økning i lydtryknivå (L_p),
i forhold til formel (1) og figur 1

- 1/1 -sfærisk 0 dB
- 1/2 -sfærisk 3 dB
- 1/4 -sfærisk 6 dB
- 1/8 -sfærisk 9 dB

I de aller fleste tilfeller står varmpumpen montert på en fasade slik at støyutbredelsen er 1/2 sfærisk (som på et halvkuleskall). Men i noen tilfeller er den plassert opp under en balkong, eller inn i et hjørne, slik at støyutbredelsen skjer på en 1/4 kuleflate. Jo trangere varmpumpen blir plassert, dess ugunstigere kan det være når det gjelder spredning av støy utover mot nabobygg - støynivået vil da øke.

La oss ta et regneeksempel før vi går videre: Vi har kjøpt en varmpumpe som har en oppgitt kildestyrke, dvs. et lydenerginivå på $L_{wA} = 65$ dB . Denne blir montert på fasaden slik at støyen bre seg utover halvsfærisk. Bruker vi Formel (1) pluss tillegget for 1/2-sfærisk

refleksjon (se ovenfor), finner vi at støynivået (lydtrykknivået) LpA -- i en avstand $r = 5$ m fra den fasademonterte varmepumpen, blir:

$$\begin{aligned} LpA &= 65 - 11 - 20 \log(5) + 3 \\ &= 65 - 11 - 20(0,7) + 3 = 43 \text{ dBA} \end{aligned}$$

Hvis vi dobler avstanden til $r = 10$ meter, blir lydtrykknivået (LpA) 6 dB lavere enn dette -- dvs. på 37 dBA.

Utenfor naboens fasade oppstår ny refleksjon

La oss tenke oss at avstanden på $r = 10$ meter i eksempelet ovenfor er til nabohusets fasade. Når varmepumpestøyen treffer denne fasaden oppstår det en ny refleksjon -- støyen reflekteres og kastes tilbake med samme intensitet. I et punkt like utenfor fasaden blir lydtrykknivået derfor doblet (i forhold til frittfeltverdien). Dobling av lydtrykket betyr en øking på 3 dB. Det betyr altså at støynivået (LpA) blir lik $37 + 3 = 40$ dB.

Dette regneeksempelet viser det at den tekniske byggeforskriftens minstekrav (i NS 8175) om at $LpA \leq 35$ dB om natten ikke blir oppfylt. Det samme er tilfelle dersom vi beregner 5 meter opp på fasaden -- utenfor naboleiligheten (f.eks. et rekkehus eller i en firemannsbolig). . Da får vi $LpA = 43$ dB (se eksempelet i forrige avsnitt). Dette kunne være akseptabelt på dagtid, men ikke om kvelden og på natten -- der grenseverdiene er satt til hhv. 40 og 35 dBA. Da må vi evt. lete etter en mer stillegående varmepumpe. Dersom $LWA = 60$ dB eller lavere, burde man være rimelig trygg " men dette er ingen garanti - man må beregne det.

Støy på uteoppholdsplass kan også være sjenerende

Dersom man har en skjermet uteoppholdsplass på en terrasse eller i hagen, vil et støynivå på f.eks. 43 dBA (som beregnet ovenfor) oppfattes noe sjenerende. I Sverige har mange kommuner hittil praktisert et krav om at støynivået på uteplass (LpA) målt i nabogrensen må være ≤ 40 dBA. Dette kan være greit også for oss å ha som en veiledende norm.

Leverandørene oppgir også andre støydata

Data for varmepumpens lydeffektnivå (LWA) er obligatorisk. Kjenner man ikke denne, må man få denne oppgitt fra fabrikanten -- og da for varmepumpens drift på største effekttrinn. Mange varmepumpeleverandører oppgir imidlertid også hvilket lydtrykknivå LpA varmepumpen gir på en viss avstand (også her målt i frittfelt, i et lydlaboratorium).

Det vanligste er å oppgi dette lydtrykknivået (LpA) i et punkt 1 meter ut fra varmepumpen, og 1 meter opp. Avstanden r fra varmepumpens støysentrum blir dermed 1,4 meter. Teoretisk skulle man da få et støynivå LpA som i tallverdi ligger 14 dB lavere enn varmepumpens lydeffektnivå LWA . Også denne verdi kan brukes til støyberegninger , men man må hele tiden huske på konsekvensene av refleksjoner i fasadene.

Leverandørene oppgir som regel også varmepumpens støynivå for innedelen. Innestøynivået er alltid en del lavere. Inne i et lukket rom gjelder noe andre forhold når det gjelder å beregne støynivået. På en viss avstand fra støykilden vil refleksjoner fra vegger, tak og gulv føre til en viss utflating av støynivået. I dette notatet kommer jeg ikke nærmere inn på dette. Særlig for L:L-varmepumper kan viftestøyen i rommet hvor varmluften blåses inn bli sjenerende. Dette er imidlertid eierens eget ansvar, dersom varmepumpen blir ettermontert for å spare energi. Dersom man er i tvil, bør dette spørsmålet tas opp med leverandøren og helst på forhånd, før installasjonen gjennomføres.

Men - dersom varmpumpen er en del av det tekniske anlegg som en byggmester har levert som en del av et komplett, nytt hus, gjelder byggeforskriftens krav til maksimalt støynivå for byggets egne tekniske anlegg. Som minstekrav for slik innestøy (Kravsett C) etter NS 8175 gjelder $L_{pAmax} \leq 32$ dB. For å ivareta sjenansen pga lavfrekvent støy i innemiljø, er det også satt en grenseverdi for C-vektet støy fra byggets tekniske anlegg: $L_{pCmax} \leq 47$ dB. Disse krav gjelder for rom for varig opphold, stuer, soverom, osv.

Man skal imidlertid være klar over at minstekravet (kravsett C) ikke gir tilfredsstillende lydforhold i bygninger snarere det som kan betegnes som akseptable forhold. Innledningsvis i NS 8175, sies det at lydforhold på grensen til kravsett C betyr at 20% vil føle seg mer eller mindre sjenert av støyen.

I et boområde må det også gå an å ha soveromsvinduet på gløtt om natten. Vi regner gjerne at differensen mellom innestøy og utestøy er ca. 10 dB når vinduet står på gløtt. Hvis innestøyen skal måles (på et tidspunkt da annen fremmedstøy ikke gjør seg gjeldende), må rommet være vanlig møblert " dvs. ha en etterklangstid T på ca. 0,5 sekunder. Man kan ikke oppfylle byggeforskriftens krav ved å fylle opp rommet med tepper, gardiner, stoppede møbler, og andre tekstiler.

Tommelfingerregel for avstander

I Miljøverndepartementets Veileder om støy som jeg refererte til innledningsvis, står det også følgende (i avsnitt 8.6.4): De mest stillegående varmpumpeanlegg ($L_{wA} = 50$ dB) kan plasseres tilnærmet hvor som helst, mens de mest støyende anlegg ($L_{wA} = 75$ dB) bør plasseres mer enn 40 meter borte, eller støydempes på annen måte. Som jeg viste i regneeksempelet tidligere i dette notat, vil det sannsynligvis oppstå problemer med å møte Byggeforskriftens nattkrav ($L_{pA} \leq 35$ dB) dersom varmpumpens lydeffektnivå (L_{wA}) er noe særlig høyere enn 60 dB med de avstander som i dag er vanlige i et småhusområde.

Kan man skjerme seg mot varmpumpestøy?

I utgangspunktet bør man velge en varmpumpe der byggeforskriftens støykrav blir oppfylt uten spesielle tiltak. Det lar seg imidlertid gjøre å lage en avskjerming med innvendig støyabsorberende overflate rundt en VP, men man må jo sørge for at man ikke begrenser muligheten for å hente energi fra uteluften.

Dersom sjenanse over hos naboen er et problem, kan man kanskje erstatte et stakittgjerde eller flettverksgjerde med et helt tett plankegjerde (en støyskjerm altså). For dersom naboen ikke lenger kan se varmpumpen over gjerdets topp, vil støynivået bli redusert. Men det er ikke umiddelbart greit å snekre opp et 2 meter høyt, tett nabogjerde i eiendomsgrensen. Det må man imidlertid være to om, og som regel står det skrevet noe om gjerdetyper og gjerdehøyder i reguleringsbestemmelsene for boligområdet.

Det beste vil derfor være å oppfylle støykravene uten å ty til reparerende tiltak i ettertid. Her som ellers gjelder det å være føre var og velge støysvakt -- selv om det kanskje koster litt mer.

10.01.2007

Jan From, siving.