



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R88:1989

Buller från stora värmepumpar

Mätning och utvärdering

Bertil Rosquist
Johnny Andersson
Sven Åberg

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Ser

R
Ans

Byggforskningsrådet

R88:1989

BULLER FRÅN STORA VÄRMEPUMPAR

Mätning och utvärdering

Bertil Rosquist
Johnny Andersson
Sven Åberg

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830858-0 från Statens råd för byggnadsforskning till Scandiaconsult AB, Stockholm.

VA NYTT

45128

REFERAT

Rapporten redovisar resultaten av utförda ljudmätningar vid åtta större värmepumpanläggningar i Sverige. Syftet med ljudmätningarna har varit att klarlägga om man kan placera större värmepumpanläggningar integrerat med bostadsbebyggelse utan att förorsaka bullerstörningar vid omkringliggande bostäder. Därtill skulle undersökas värmepumpbyggnadernas ljudisoleringsförmåga, samt inre miljön i anläggningarna. Undersökningen omfattar såväl luftvärmepumpar som sjövärmepumpar.

Värmepumpanläggningarnas inre miljö har visat sig vara mycket bullrig, främst till följd av emission till luften från kompressorer, men även till följd av otillräckligt avvibrerade installationer.

Ljudisoleringen hos byggnadskropparna som innesluter maskinerna är delvis ofullständiga särskilt på grund av otillräckligt ljudisolerade portar och genomföringar.

Ljudemissionen till omgivningen har trots detta vid flertalet av anläggningarna visat sig vara låg och uppmätta ljudnivåer vid närmaste bostäder har i flertalet fall ej överskridit Naturvårdsverkets riktvärden för externt industribuller.

I Bygghörsningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R88:1989

ISBN 91-540-5095-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

1	INLEDNING	7
1.1	Problemet	7
1.2	Projektet	7
1.3	Rapporten	7
2	SAMMANFATTNING	8
3	MYNDIGHETSKRAV OCH REKOMMENDATIONER	9
3.1	Immissionsriktvärden	8
4	MÄTMETOD, MÄTUTRUSTNING	12
4.1	Mätutrustning	12
4.2	Mätmetod	12
4.3	Utvärdering av mätdata	13
4.4	Driftsituationen	14
5	BYGGNADSTEKNISKA ASPEKTER	15
5.1	Bullerbekämpning	15
5.2	Sammansatta väggars reduktionstal	16
5.3	Den sammansatta konstruktionens reduktionstal	17
5.4	Fagersjö - ett praktikfall	18
6	ÅB LIDINGÖ ENERGIVERK	21
6.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter	21
6.2	Värmepumpar, tekniska data	21
6.3	Bullermätning 1986-05-21	22

	Sida	
6.3.1	Meteorologiska förhållanden	22
6.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten	22
6.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter	22
6.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	25
6.3.5	Subjektiva iakttagelser	26
6.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten	26
6.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	26
6.4.2	Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten	27
6.5	Ljudnivåer inne i anläggningen	28
6.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga	29
7	STIFTELSEN KUNGÄLVS BOSTÄDER	30
7.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter	30
7.2	Värmepumpar, tekniska data	30
7.3	Bullermätning 1986-10-01	31
7.3.1	Meteorologiska förhållanden	31
7.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten	31
7.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter	32
7.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	34
7.3.5	Subjektiva iakttagelser	35
7.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten	35
7.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	35
7.4.2	Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten	36
7.5	Ljudnivåer inne i anläggningen	37
7.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga	38
8	STIFTELSEN HYRESFASTIGHETER VARBERG	39
8.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter	39
8.2	Värmepumpar, tekniska data	39
8.3	Bullermätning 1986-09-30	40
8.3.1	Meteorologiska förhållanden	40
8.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten	40
8.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter	41
8.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	43
8.3.5	Subjektiva iakttagelser	44
8.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten	44
8.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	44
8.4.2	Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten	45
8.5	Ljudnivåer inne i anläggningen	46
8.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga	47

	Sida
9	UPPSALA KRAFTVÄRME AB 48
9.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter 48
9.2	Värmepumpar, teknisk data 48
9.3	Bullermätning 1986-11-09 49
9.3.1	Meteorologiska förhållanden 49
9.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten 49
9.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter 49
9.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten 50
9.3.5	Subjektiva iakttagelser 52
9.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten 52
9.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten 52
9.4.2	Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten 53
9.5	Ljudnivåer inne i anläggningen 54
9.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga 56
10	LOUDDEN, STOCKHOLM 56
10.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter 56
10.2	Värmepumpar, tekniska data 56
10.3	Bullermätning 1986-10-16 57
10.3.1	Meteorologiska förhållanden 57
10.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten 57
10.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter 57
10.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten 59
10.3.5	Subjektiva iakttagelser 60
10.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten 60
10.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten 60
10.4.2	Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten 61
10.5	Ljudnivåer inne i anläggningen 63
10.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga 63
11	HÄLLBYBRUNN, ESKILSTUNA 64
11.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter 64
11.2	Värmepumpar, tekniska data 64
11.3	Bullermätning 1986-06-25 65
11.3.1	Meteorologiska förhållanden 65
11.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten 66
11.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter 66
11.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten 68
11.3.5	Subjektiva iakttagelser 70

	Sida	
11.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten	70
11.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	70
11.4.2	Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten	71
11.5	Ljudnivåer inne i anläggningen	72
11.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga	73
12	VISBY	74
12.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter	74
12.2	Värmepumpar, tekniska data	74
12.3	Bullermätning 1986-07-24	75
12.3.1	Meteorologiska förhållanden	75
12.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten	75
12.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter	76
12.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	78
12.3.5	Subjektiva iakttagelser	80
12.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten	80
12.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	80
12.4.2	Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten	81
12.5	Ljudnivåer inne i anläggningen	82
12.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga	83
13	FAGERSJÖ, STOCKHOLM	84
13.1	Områdesbeskrivning, mätpunkter	84
13.2	Värmepumpar, tekniska data	84
13.3	Bullermätning 1985-05-13	85
13.3.1	Meteorologiska förhållanden	85
13.3.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten	85
13.3.3	Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter	86
13.3.4	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	88
13.3.5	Subjektiva iakttagelser	89
13.4	Tolkning och bedömning av mätresultaten	89
13.4.1	Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten	89
13.4.2	Momentan ljudnivå i referenspunkten	90
13.5	Ljudnivåer inne i anläggningen	90
13.6	Byggnadens ljudisoleringsförmåga	91
14	BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER	

1 INLEDNING

1.1 Problemet

Under senare år har det byggts en mängd större värmepumpanläggningar i Sverige och dessa har byggts såväl avskilda från bostäder och rekreatiomsområden som integrerade med dessa.

Det är av stor vikt att undersöka om dessa anläggningar utgör några problem från bullersynpunkt. Det innebär en stor fördel att kunna integrera anläggningarna med bebyggelsen och på så sätt slippa långa distributionssträckor. Det är särskilt angeläget vid små anläggningar med förhållandevis låg effekt. Scandiaconsult AB har fått byggforskningsanslag för att utreda dessa frågeställningar.

1.2 Projektet

I uppdraget har ingått att studera bulleremissionen till omgivningen från åtta värmepumpanläggningar som delvis finansierats med BFR-medel. Syftet med utredningen har främst varit att utröna om det är möjligt att även i fortsättningen bygga värmepumpanläggningar i närhet till bebyggelse, utan att störningar uppstår för de kringboende.

1.3 Rapporten

Föreliggande rapport avser anslag 830858-0 från Statens Råd för Byggnadsforskning. Rapporten har utarbetats av Bertil Rosquist. Medförfattare har varit Johnny Andersson samt Sven Åberg, båda från Scandiaconsult AB.

Rapporten bygger på komplicerade fältmätningar som är svåra att utföra av flera skäl. Vädret måste vara gynnsamt, dvs det bör ej regna eller blåsa mer än 5 m/s. Vidare måste bakgrundsljudet vara lågt, vilket innebär att man måste utföra mätningarna nattetid. Det är också svårt att köra värmepumparna med full effekt, när man har låg abonnentlast. Detta sammantaget medför att varje mätning kräver noggranna förberedelser. En stor del av arbetet i föreliggande rapport ligger i planeringen av mätningarna, så att dessa kan ligga till grund för en objektiv bedömning.

Ett stort tack riktas till personal vid de olika anläggningarna som ställt upp med hjälp nattetid under mätningarna.

2 SAMMANFATTNING

Sverige är ett av de värmepumptätaste länderna i världen. Man beräknar att det idag finns ungefär 120 000 värmepumpar installerade. Av dessa är ca 90 % installerade i egnahemsfastigheter. Antalet anläggningar över 10 MW uppgår till ca 95 st.

Många av anläggningarna är mycket stora i internationell jämförelse. När t ex den stora värmepumpanläggningen i Stora Värtan i Stockholm stod färdig 1985 var den med en värmeeffekt på 80 MW världens största anläggning i sitt slag. Den är nu utbyggd till en total effekt på ca 340 MW. Det är viktigt att vi dokumenterar de erfarenheter vi har på området, dels vad tekniken beträffar och dels från miljösynpunkt.

Någon större undersökning om bullerproblem i samband med drift av större värmepumpanläggningar har tidigare inte gjorts i Sverige. De erfarenheter och resultat som föreliggande undersökning gett är i stort sett positiva.

Av de åtta anläggningar som undersökts, varav hälften med uteluft som värmekälla, är det ingen som uppvisar bristfällig konstruktion, i fråga om ljuddämpning till omgivningen. Detta trots att några av anläggningarna ligger mitt i bostadsområden. Däremot är ljudnivåerna inne i några av anläggningarna mycket höga. I vissa fall har vi i närheten av kompressorerna uppmätt ljudnivåer på 110 dBA, vilket givetvis kräver att den personal som utför underhållsarbete under drift använder hörselskydd av hög kvalitet.

Vi kan med gott fog säga att vi i Sverige är bra på att bygga anläggningar, även med uteluft som värmekälla, som kan placeras mitt i befintlig bostadsbebyggelse utan att omgivningen störs av buller från dessa. Vi bör dock anstränga oss för att sänka ljudnivåerna inne i anläggningarna.

3 MYNDIGHETSKRAV OCH REKOMMENDATIONER

3.1 Immissionsriktvärden

Naturvårdsverkets skrift "Externt industribuller - allmänna råd", ger utomhusriktvärden för externt industribuller. Med riktvärden avses sådana värden som normalt inte bör överskridas. Dessa värden avser frifältsvärden, dvs utan påverkan av reflexer från fasader och dylikt, eller till frifältsförhållanden korrigerade värden. I tabell 3.1 och 3.2 anges dessa värden för såväl nyetablering av industri som för befintlig industri. Som syns är kraven högre (tabell 3.1) för nyetablerad industri än för befintlig.

Huruvida de aktuella värmepumpanläggningarna är att betrakta som befintlig industri eller ej är en bedömningsfråga. Det normala är dock att man med befintlig industri avser sådan industri som är byggd före tillkomsten av de aktuella riktlinjerna. Dessa utkom första gången 1973, men har sedan dess reviderats.

Tabell 3.1 Utomhusriktvärden för externt industribuller angivna som ekvivalent ljudnivå i dBA. Tabellen gäller frifältsvärden vid nyetablering av industri.

Områdesanvändning ¹⁾	Ekvivalent ljudnivå i dBA			Högsta ljudnivå i dBA-läge "FAST"
	Dag kl 07-18	Kväll kl 18-22 samt söndag och helgdag kl 07-18	Natt kl 22-07	Momentana ljud nattetid kl 22-07
Arbetslokaler för ej bullrande verksamhet	60	55	50	-
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap samt utbildningslokaler och vårdbyggnader	50	45	40 ²⁾	55
Områden för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv där naturupplevelsen är en viktig faktor. ³⁾	40	35	35	50

- 1) Vid de fall där kringliggande områden ej utgörs av angivna områdestyper bör bullervillkoren anges på annat sätt, t ex ljudnivå vid stadsplanegräns eller på ett visst avstånd från anläggningen.
- 2) Värdet för natt behöver ej tillämpas för utbildningslokaler.
- 3) Avser områden som planlagts för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv.

Tabell 3.2

Utomhusriktvärden för externt industribuller angivna som ekvivalent ljudnivå i dBA. Tabellen gäller frifältsvärden för befintlig industri.

Områdesanvändning ¹⁾	Ekvivalent ljudnivå i dBA			Högsta ljudnivå i dBA-läge "FAST"
	Dag kl 07-18	Kväll kl 18-22 samt söndag och helgdag kl 07-18	Natt kl 22-07	Momentana ljud nattetid kl 22-07
Arbetslokaler för ej bullrande verksamhet	65	60	55	-
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap samt utbildningslokaler och vårdbyggnader	55	50	45 ²⁾	55
Områden för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv där naturupplevelsen är en viktig faktor. ³⁾	45	40	40	50

- 1) Vid de fall där kringliggande områden ej utgörs av angivna områdestyper bör bullervillkoren anges på annat sätt, t ex ljudnivå vid stadsplanegräns eller på ett visst avstånd från anläggningen.
- 2) Värdet för natt behöver ej tillämpas för utbildningslokaler.
- 3) Avser områden som planlagts för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv.

4 MÄTMETOD, MÄTUTRUSTNING

4.1 Mätutrustning

Brüel & Kjaer	4230	Kalibrator
-"-	4165	Kondensatormikrofon
-"-	2215	Precisionsljudnivåmätare
-"-	2306	Logaritmisk nivåskrivare
-"-	2312	Alfanumerisk printer
-"-	4426	Ljudnivåanalysator
-"-	2209	Precisionsljudnivåmätare
Silva 4000		Vindmätare
Nagra		IV-SJ Bandspelare

Utrustningen uppfyller krav enligt IEC 651 typ 1.

4.2 Mätmetod

En mikrofon placerades 1,5 meter ovan mark, 10 meter framför den mest bulleremitterande fasaden på respektive värmepumpinstallation. Denna punkt kallas referenspunkt. Mikrofonen kopplades till en alfanumerisk printer samt till en logaritmisk nivåskrivare.

Med hjälp av den alfanumeriska printern kan ekvivalent ljudnivå¹⁾, dBA, bestämmas för ett förutbestämt tidsintervall. Här har valts fem-minutersintervall. Den logaritmiska nivåskrivaren har använts för registrering av momentan ljudnivå, dBA, samt för markering av t ex störande inslag, såsom flyg- eller vägtrafikbuller. Markering har skett direkt på tillhörande pappersremsa. På så sätt har icke representativa tidsintervall uteslutits vid ekvivalentnivåberäkningen.

Kontinuerlig registrering av ljudnivåerna i referenspunkten har skett under hela mätillfället. Under tiden har med hjälp av en precisionsljudnivåmätare, som flyttats mellan mätpunkterna, den momentana ljudnivån mätts. Vid dessa mätningar har även infraljud (dvs ljud i området 2-20 Hz) uppmätts.

Mätpunkterna har valts så att vi erhållit en representativ bild av ljudnivåerna vid närmast intilliggande bebyggelse, om sådan funnits. Inspelning på bandspelare har gjorts i samtliga punkter och i de två driftfall som redovisas nedan. Dessa inspelningar kan vid behov användas för ytterligare analyser.

För att rättvist kunna bedöma och jämföra resultaten från mätningarna vid de olika anläggningarna, har mätningarna genomförts på ett konsekvent och lika sätt för varje anläggning. I vissa fall har dock några moment uteslutits på grund av ett för kraftigt bakgrundsbuller, eller annan störande verksamhet.

1) Med ekvivalent ljudnivå avses den konstanta ljudnivå som under den betraktade tidsperioden innebär samma akustiska energiutveckling som det under perioden fluktuerande bullret.

4.3 Utvärdering av mätdata

Den ljudnivå vi erhåller utanför respektive anläggning är beroende av den totala ljudalstringen från de i anläggningen ingående delarna, såsom pumpar, kompressorer, samt den dämpning som byggnadstommen ger. Genom att jämföra ljudnivåerna inne i respektive utanför anläggningen får vi ett mått på denna dämpning. Vi kan på så sätt få fram ett ungefärligt mått på den totala ljudisoleringen hos respektive anläggnings byggnadshölje. Vi tar då ej hänsyn till det faktum, att anläggningarna har olika absorptionsarea respektive olika stor skiljekonstruktionsyta. För att vi ska kunna få ett jämförbart mått mellan anläggningarna har vi här jämfört ljudnivån i referenspunkten med maximalt uppmätt ljudnivå invid kompressor inne i anläggningen.

För tre av anläggningarna, Lidingö, Varberg och Kungälv har vi utfört frekvensanalyser för att kunna jämföra ljudspektrum i referenspunkterna och mätpunkter vid bebyggelse, både vid drift och driftstopp. Analyserna är utförda i frekvensområdet 20-5000 Hz. Dessa analyser redovisas i figur 4.1 till och med 4.4.

I figur 4.1 redovisas frekvensanalys av ljudspektrum för anläggningen i Kungälv, dels i referenspunkten och dels i mätpunkt 1. Vi ser här att ljudnivån i mätpunkt 1 vid full drift underskrider ljudnivån i referenspunkten vid driftstopp. Anledningen är att bakgrundsnivån ökat något under den tid som gått mellan mätningarna, dvs mätning som gjordes i referenspunkten vid driftstopp utfördes vid ett senare klockslag då morgontrafiken ökat något.

Vi ser här hur låg ljudnivån från anläggningen är. Minsta lilla störning från t ex biltrafik gör att det störande ljudet dominerar över ljudet från anläggningen. Trots att ljudnivån i mätpunkt 1 är låg kan vi se att karaktären på ljudspektrum är ungefär lika med det i referenspunkten vid full drift. Kompressorerna har en grundton vid ungefär 200 Hz. Sedan uppträder ljudnivåtoppar i intervaller om cirka 200 Hz.

I figur 4.2 redovisas motsvarande för anläggningen på Lidingö. Även här underskrider ljudnivån i mätpunkt 1 vid full drift ljudnivån i referenspunkten vid driftstopp. Anledningen är dels att referenspunkten ligger närmare trafikerad väg, och dels att det finns några fläktar på intilliggande fastighet som inte gick att stänga av.

Vi ser här att det inte finns några spår av ljud från anläggningen på det ljudspektrum som härrör till mätpunkt 1 vid full drift. Det stämmer också överens med de hörselintryck vi hade vid mätningen. Det var omöjligt att uppfatta något ljud från anläggningen, då vi befann oss i mätpunkt 1.

I figur 4.3 och 4.4 redovisas ljudspektrum vid anläggningen i Varberg. Figur 4.3 visar skillnaden i ljudspektrum i referenspunkten vid full drift respektive driftstopp. Figur 4.4 visar skillnaden i mätpunkt 3 vid full drift respektive driftstopp. Här kan vi se att skillnaden mellan kurvorna är betydligt mindre än i figur 4.3. Vi ser

en topp vid 175 Hz och tre stycken mellan 400-600 Hz. Det är kompressorerna som ger dessa. I övrigt är kurvorna nästan identiska, vilket innebär att ljudet från anläggningen i mät punkt 3 är mycket svagt.

Vid samtliga frekvensanalyser är bandbredden logaritmisk. Det får till följd att kurvorna blir sammantryckta vid höga frekvenser. Det ser därför ut som om ljudnivåvariationerna ligger tätare vid de högre frekvenserna. Anledningen till att man har logaritmisk bandbredd är att hörseln fungerar på samma sätt. När vi lyssnar på t ex musik så gör vi utan att tänka på det en logaritmisk frekvensanalys av det uppfattade ljudet. Det innebär att om vi redovisar ljudspektrum logaritmiskt ger det en bättre anpassning till hur vi själva uppfattar ljudet.

4.4 Driftsituationen

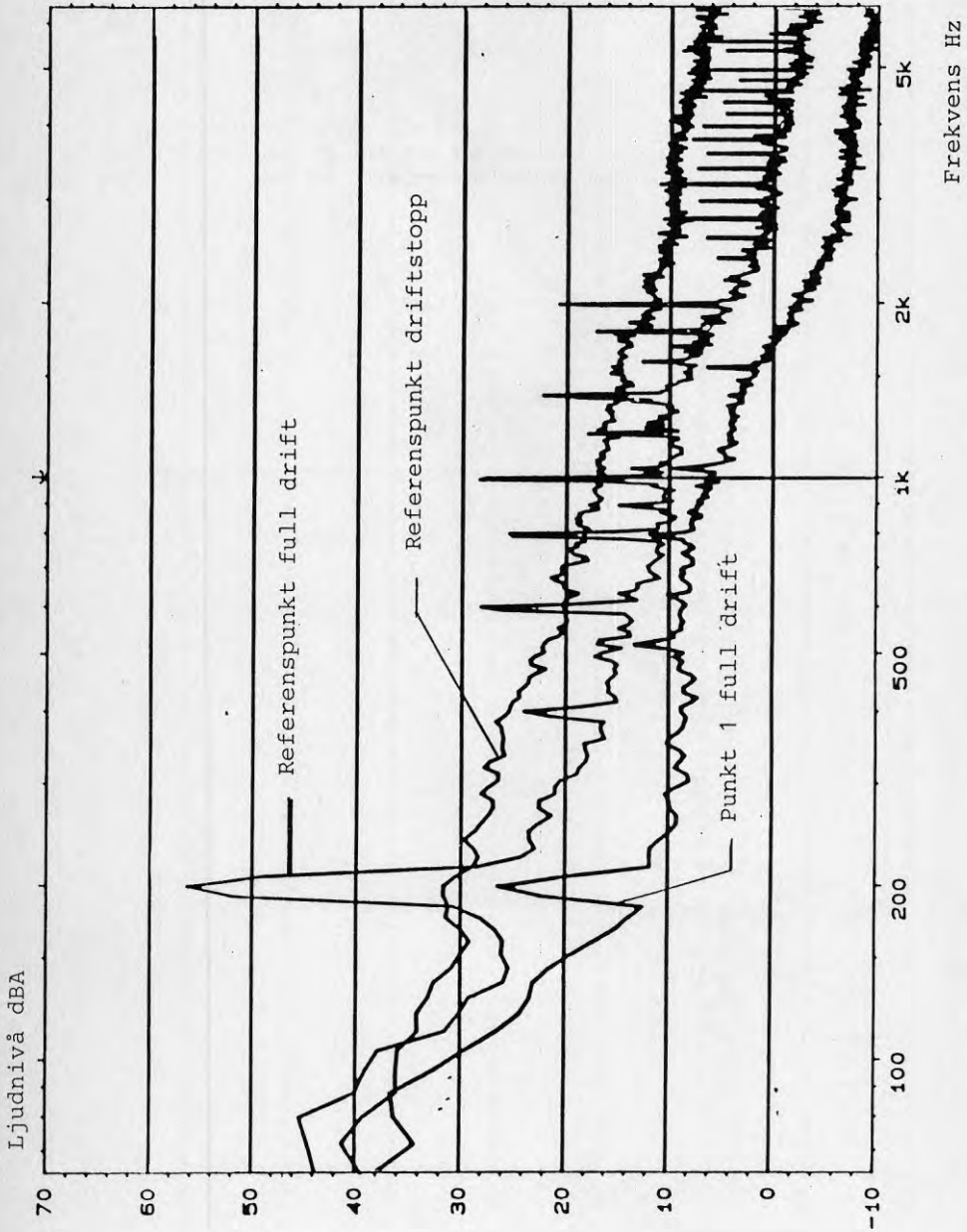
Vid ljudmätningarna har jämförts ljudnivåerna för två driftfall, nämligen

- o Maximalt effektuttag
- o Driftstopp

I något fall har det ej varit möjligt att uppnå full effekt på grund av att driftstörningar inträffat under mättillfället. Det har yttrat sig på så sätt att t ex en kompressor automatiskt stängts av, på grund av att utetemperaturen varit för hög. Hänsyn till detta har tagits vid den bedömning som gjorts för den aktuella anläggningen. Övriga komplikationer och avvikelser finns angivna i texten för respektive anläggning.

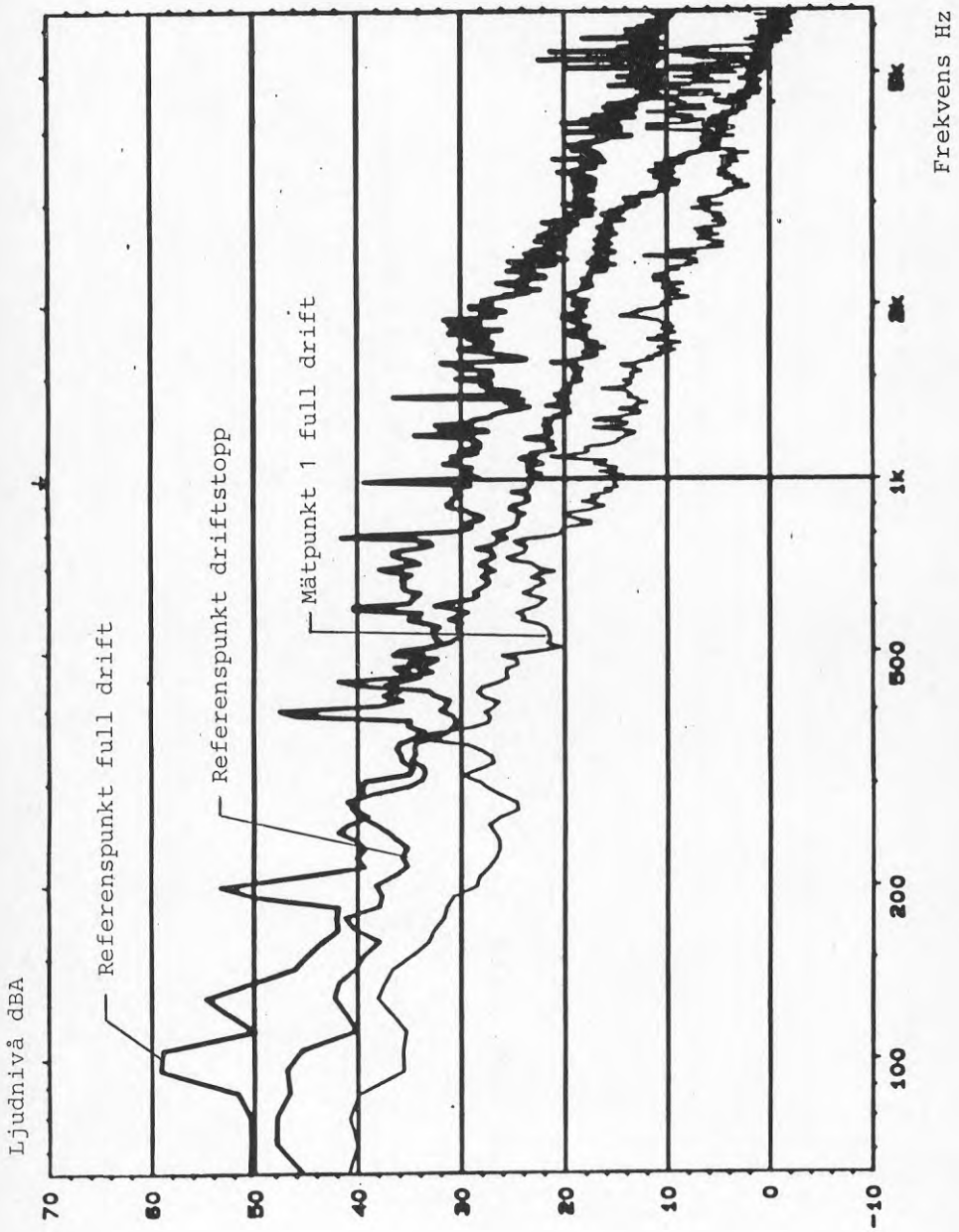
Figur 4.1

Frekvensanalys av ljudspektrum vid anläggningen i Kungälv



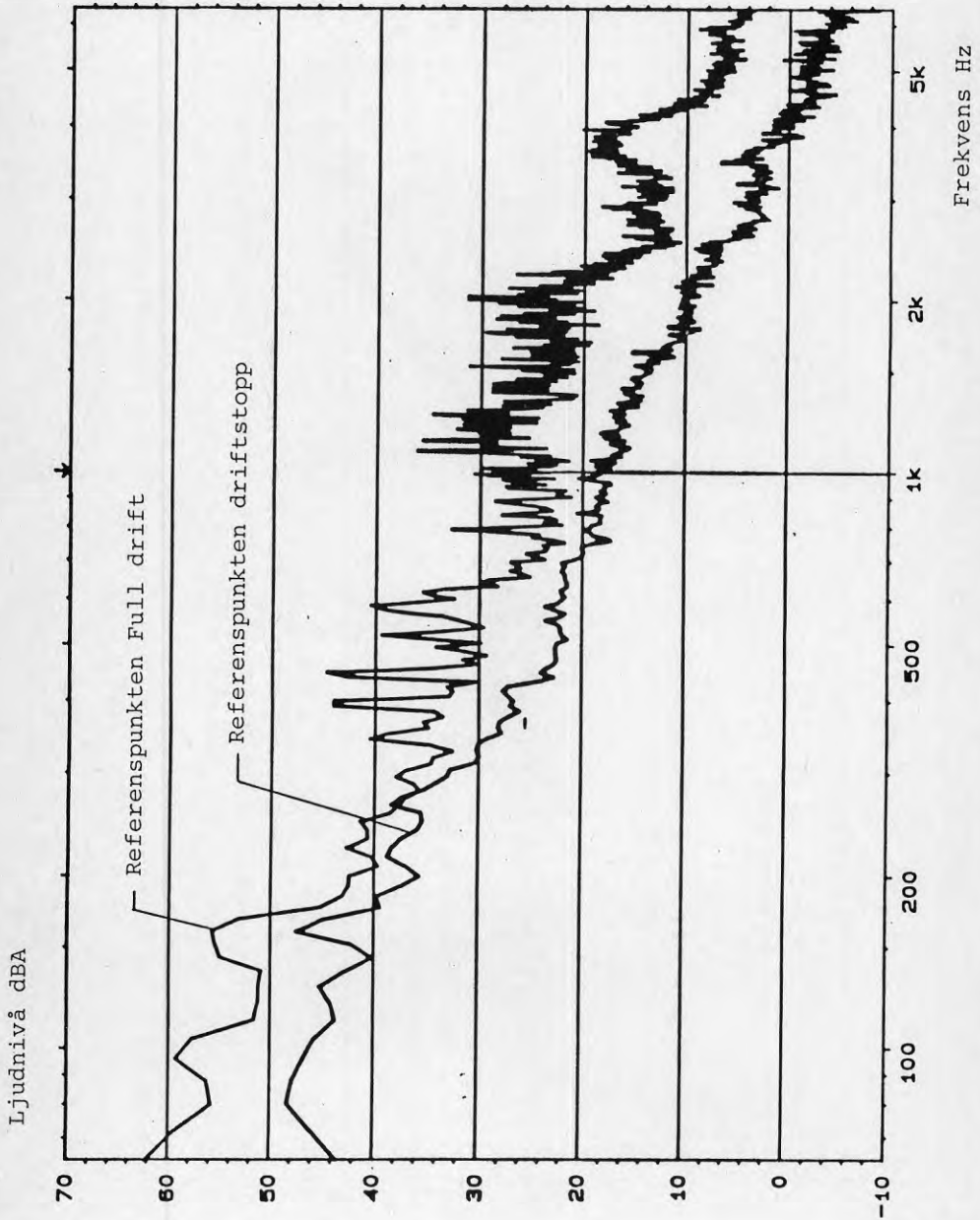
Figur 4.2

Frekvensanalys av ljudspektrum vid anläggningen på Lidingö



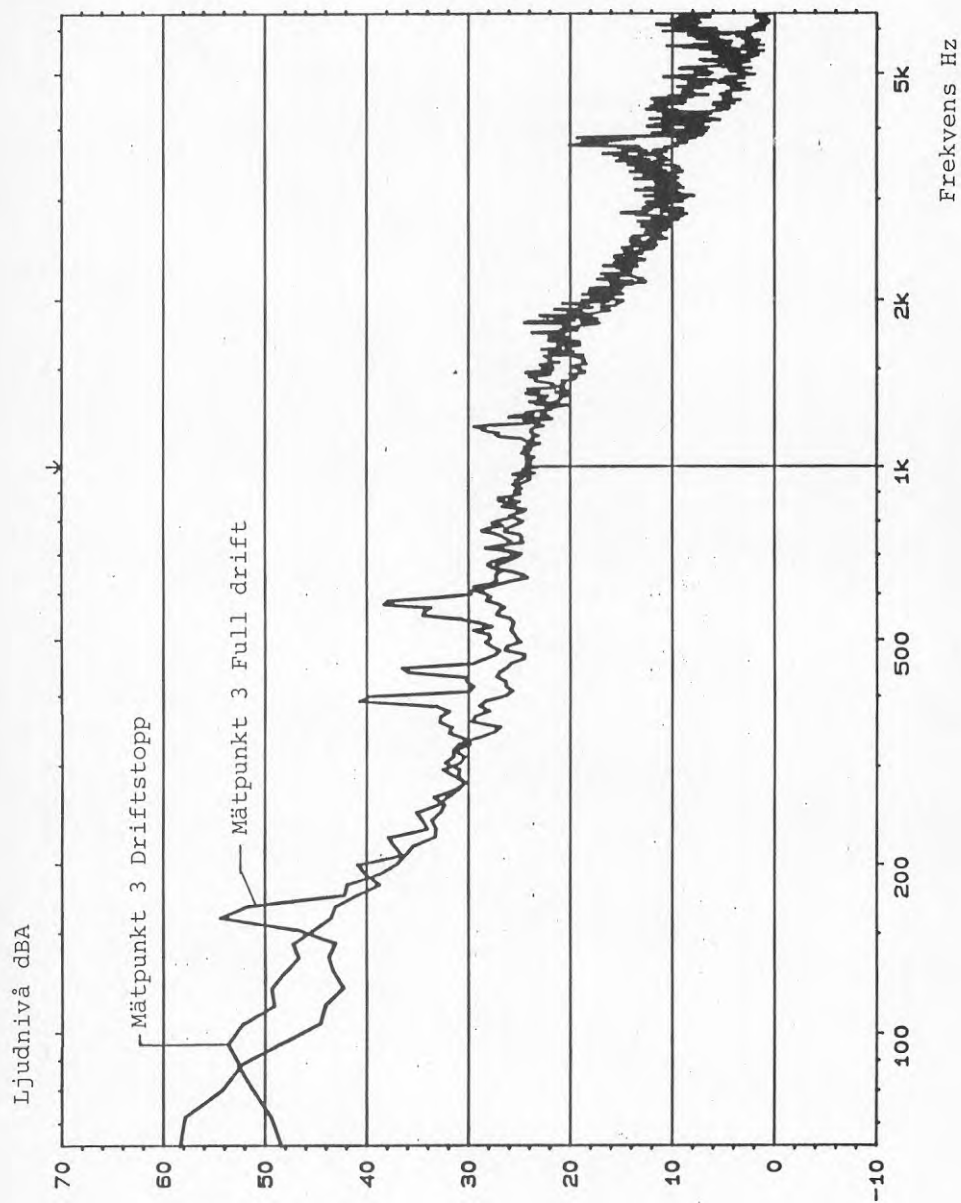
Figur 4.3

Frekvensanalys av ljudspektrum vid anläggningen i Varberg



Figur 4.4

Frekvensanalys av ljudspektrum vid anläggningen i Varberg



5 BYGGNADSTEKNISKA ASPEKTER

5.1 Bullerbekämpning

De åtta anläggningar som vi undersökt har i stort goda egenskaper ur byggnadsakustisk synvinkel. Brister finns dock, vilket innebär att anläggningarna kan göras bättre.

Ett problem när det gäller bullerbekämpning är att om utförandet inte blivit rätt från början, så är det svårt att reparera skadan. Anledningen är att människor som en gång blivit störda av buller nästan alltid fortsätter att klaga, även om man lyckas minska bullret till en nivå, som från början inte skulle upplevts som störande.

Ljud som alstras hos t ex en kompressor har tre spridningsvägar. Först har man luftljud som reflekteras mot omgivande begränsningsytor. Sedan direktljudet som går från ljudkällan direkt till mottagaren. Slutligen har man vibrationer som förs över direkt från ljudkällan till underlaget och där fortplantas som störljud för att på andra ställen kunna alstra nytt luftburet ljud. Eftersom vi är intresserade av störningar vid närmaste bostäder är problemen i värmepump-anläggningar oftast knutna till reflekterat ljud och direktljud. Vibrationerna ger normalt endast störningar inom anläggningen. Där har de emellertid i vissa fall varit mycket kraftiga, vilket vi återkommer till senare.

När man vill sänka ljudnivån från anläggningar av detta slag kan man antingen dämpa ljudnivån vid källan, på vägen eller vid mottagaren. En god regel är att man om så är möjligt, bör försöka dämpa ljudet vid källan. För att dämpa det reflekterande ljudet måste någon form av absorberande hängas upp eller sättas fast på lokalens begränsningsytor.

Man skiljer normalt på två typer av absorberare, membranabsorberare och porösa absorberare. De porösa fungerar på så sätt att en större del av det ljud som träffar ytan kommer att tränga in i materialet och där omvandlas till värme. Endast en liten del av ljudet kommer att reflekteras tillbaka till rummet. Membranabsorberare, t ex skivor, fönsterglas m m, sätts i svängning av den tryckförändring som de utsätts för. Därvid kommer en del av rörelseenergin att omvandlas till värme, dels i materialet, dels i skivans fastspänning längs kanterna.

Hur bra ett material fungerar som ljudabsorberare uttrycks av absorptionsfaktorn, som anger förhållandet mellan den i väggen absorberade ljudenergin i förhållande till den infallande. Detta värde varierar från 0 till 1.

Vi ska nu också ta hand om det direkta ljudet. Det avtar med ökat avstånd från källan, och på ett visst avstånd som varierar beroende på lokalens dämpning m m, så kommer det reflekterande ljudet att dominera över det direkta. Vi befinner oss då i det så kallade

efterklangsfältet. Ett sätt att dämpa direktljudet är att sätta upp en skärmvägg nära källan så att ljudet studsar mot den och vidare mot tak och väggar där ljudet kan dämpas av absorberer. Vi kunde också ha valt att dämpa ljudet genom att bygga in ljudkällan i en ljudisolerad låda.

De metoder som vi ovan beskrivit verkar enkla och pålitliga, men det är mycket man ska tänka på för att utförandet ska bli riktigt. Varje åtgärd kräver att man vet vilken frekvens man vill dämpa och vilken konstruktion som passar bäst för just den frekvensen. Vidare krävs att man inte har några luckor i konstruktionen, dvs den ska vara "jämnstark" när det gäller att dämpa ljudet. En liten konstruktionsmiss i form av t ex en oisolerad dörr eller ett ventilationshål kan medföra att de övriga åtgärderna i stort sett inte har någon inverkan.

5.2 Sammanstatta väggars reduktionstal

När vi talar om en konstruktions förmåga att dämpa buller (luftljud) nämns reduktionstalet för konstruktionen. Det definieras som måttet på en byggnadsdels isolering mot luftljud mellan två rum uppmätt i en byggnad.

Reduktionstalet R definieras som:

$$R = L_s - L_M - 10 \log \frac{A_M}{S}$$

L_s = Genomsnittlig ljudtrycksnivå i sändarrummet

L_M = Genomsnittlig ljudtrycksnivå i mottagarrummet

A_M = Mottagarrummets absorption

S = Byggnadselementets yta

När vi talar om reduktionstal är det således isoleringen mellan två rum som avses. Det kan ej användas som mått på t ex en skärmväggs ljudisoleringsförmåga.

Oftast består en skiljevägg mellan två rum av flera delelement med sinsemellan olika reduktionstal. En dörr eller ett fönsterparti har i allmänhet en helt annan isolering än övriga delar av väggen. Om de olika delelementen har reduktionstalen R_1, R_2, \dots, R_n (dB) och areorna S_1, S_2, \dots, S_n (m^2) kan man beräkna det resulterande reduktionstalet R_{res} för väggen enligt

$$R_{\text{res}} = 10 \log \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{S_1 \times 10^{-\frac{R_1}{10}} + S_2 \times 10^{-\frac{R_2}{10}} + \dots + S_n \times 10^{-\frac{R_n}{10}}} \text{ dB}$$

Antag att vi har en vägg om 10 m^2 varav 2 m^2 utgörs av en dörr.

Antag vidare att väggen har ett reduktionstal på 50 dB vid 250 Hz vilket är fallet för t ex en 15 cm betongvägg, och att fönstret har ett reduktionstal om cirka 30 dBA vid 250 Hz. Vi får då det sammansatta reduktionstalet vid denna frekvens till

$$R_{\text{res}} = 10 \log \frac{2 + 8}{2 \times 10^{-\frac{30}{10}} + 8 \times 10^{-\frac{50}{10}}} = 37 \text{ dB}$$

Vi ser här hur stor inverkan den dåligt isolerade dörren har på konstruktionens totala reduktionstal.

Anledningen till denna redogörelse är, att av de brister vi funnit på de anläggningar vi undersökt, så är denna typ den mest vanliga. De flesta anläggningar har en bra grundkonstruktion men uppvisar brister i form av undermåliga rör genomföringar, dörrar och portar med betydligt lägre reduktionstal än omgivande vägg, vibrationsdämpande åtgärder på t ex kompressorer som blivit verkningslösa på grund av att man i någon punkt "kortslutit" dämpningen. Andra orsaker kan vara att man monterat fläktar på ett sådant sätt att ljudnivån från dessa är dominerande i förhållande till övriga bullerkällor.

Vi kan peka på en mängd utföranden av denna typ, där en liten förbisedd detalj, medfört att i övrigt väl utförda konstruktioner blivit verkningslösa. För att på något sätt dokumentera hur man bör göra har vi valt att beskriva en av anläggningarna i detalj. Vi har valt Fagersjöanläggningen. Här har man redan på ett tidigt stadium försökt ta hänsyn till dessa faktorer, och därmed ansträngt sig att få konstruktionen jämnstark.

5.3 Den sammansatta konstruktionens reduktionstal

Som framgår av föregående avsnitt påverkas reduktionstalet hos en sammansatt vägg mycket starkt av det sämre element.

- En bra ytterdörr, med högt reduktionstal, blir kraftigt försämrad om man tar upp ett brevinkast i dörrbladet!

- En fläktrumsdörr av stål har högt reduktionstal men resultatet blir tyvärr dåligt med utläckande fläktbuller om inte tätningen mellan dörrblad och karm är fullgod!

Ofta målas t ex dörr och karm efter montering varefter dörren stängs innan färgen hunnit att torka helt; detta resulterar sedan vanligtvis i att dörrens tätlist fastnar mellan dörrblad och karm och skadas då dörren första gången öppnas. Ett bra "väggelement" i den sammansatta väggkonstruktionen, med högt reduktionstal enligt katalogdata, kommer därmed att i praktiken bli betydligt sämre. Det är således viktigt att kombinera teori, tekniska data och beräkningar med god övervakning och kontroll på byggnadsplatsen.

På samma sätt kommer ljudreduktionen hos en sammansatt konstruktion att påverkas av alla de byggnadselement, såsom väggar, dörrar, takdetaljer m m, som avskiljer ljudkällan inomhus från omgivningen utanför. Öppningar, t ex dåligt efterlagade ursparingar och håltagningar, kommer likaså att bli helt avgörande för den sammansatta konstruktionens, byggnadshöljets, totala sammansatta reduktionstal.

För att säkerställa att resultatet blir fullgott är det därför viktigt att man definierar en "bullergräns", gräns mellan "ute och inne" - en gräns som så långt som möjligt skall vara ljudtekniskt jämnstark.

5.4 Fagersjö - ett praktikfall

Fagersjöanläggningen, se kapitel 13 samt separat BFR-rapport som redovisar resultatet av den värmetekniska utvärderingen, kan utgöra ett exempel ur praktiken på hur detta kan gå till.

Området består av flerfamiljshus byggda på 1960-talet i anslutning till äldre villor. Flerfamiljshuset är placerade runt ett mindre köpcentrum, lägre beläget intill områdets oljeeldade värmecentral.

Här kompletteras de boendes närmiljö med en ny anläggning. Det är viktigt att denna inte uppfattas som störande av de boende. Den får inte ge upphov till miljöstörningar, t ex till buller som kan störa de boendes nattsömn. Dess utformning arkitektoniskt måste anpassas till området.

Här är det viktigt att göra rätt från början! Man gör intrång på det personliga reviret. Om de boende uppfattar den nya värmepumpen som en störning nyttjar inga argument om energibesparing och riksnytta. Nattsömnen sätts högre!

Har man börjat uppfatta den nya anläggningen som en störning är det svårt, kanske omöjligt, att vända oppositionen genom förbättringar av anläggningsprestanda, t ex genom ljuddämpningsåtgärder. De boende, som en gång blivit störda, kommer att skarpa hörseln och ändå uppfatta det kvarvarande ljudet som störande.

Det är också viktigt att tänka på att en sänkning av ljudnivån utanför anläggningen med 3 dB, här brukar gränsen gå för vad en människa har förmåga att uppfatta i ljudnivåsänkning, kräver en halvering av den utsända ljudeffekten eller en ökning av väggviktens med 50 %!

Det krävs således omfattande och dyra åtgärder för att åstadkomma ett tvivelaktigt resultat i efterhand - det är i förväg man skall anstränga sig att nå ett så bra resultat att man inte behöver korrigera det i efterhand! I många fall ökar svårigheterna att utföra åtgärder i efterhand av att det saknas utrymme för kompletteringar.

Värmepumpanläggningen i Fagersjö, med uteluftförångare och kompressorcentral, har byggts i anslutning till den befintliga värme-centralen. Vissa utrymmen i den befintliga centralen har dessutom utnyttjats för värmepumpstrustning.

Bullret från förångarfläktarna har reducerats genom val av:

- 1 fläktar med hög verkningsgrad i driftpunkten, stor fläkt-diameter och därmed lågt varvtal och låg ljudeffektnivå i förhållande till driftdata - luftflöde och tryckupsättning.
- 2 intagsljuddämpare för förångarluften dimensionerade för god lågfrekvensdämpning och utförda i rät vinkel vilket ytterligare ökat insatsdämpningen
- 3 utloppsljuddämpare för förångarluften dimensionerade för god lågfrekvensdämpning, placerade efter förångarfläktarna och med utlopp rakt uppåt.
Härigenom minskas riktningsverkan för fläktbullret; hög-frekvent ljud har stark riktningsverkan och påverkar om-givningen främst åt det håll som ljudkällan mynnar mot. Denna riktningsverkan avtar mot lägre frekvenser och lågfrekvent buller och ljud kan "svänga runt hörnet".
- 4 fläktbyggnad med högt reduktionstal.
Huset är helt utfört i betong och saknar övriga öppningar mot omgivningen än de ljuddämparförsedda in- och ut-loppsöppningarna för förångarluften.

Anläggningen är mycket kompakt, tillgängligt utrymme har inte medgivit annat, och utrymme för bullerabsorption inom kompressorrummet har varit begränsat. Absorbenter har därför primärt placerats i närfältet kring kompressorerna, främst i taket direkt över kompressorerna.

På planeringsstadiet definierades "bullergränsen" på uppställningsritningarna. Kvalitetsnivån för ljudreduktion bestämdes av betongväggarna. Gränsen markerades på ritningarna och de element som bildade del av denna bedömdes med avseende på ljudreduktionsvärde och valdes så, att de så litet som möjligt försämrade betongväggarnas reduktionstal.

De stora ståldörrarna för in- och uttransport av maskinutrustning utgjorde en svag del av gränsen, alltså måste de förstärkas. Här valdes två dubbelpar dörrar i serie, med åldringsbeständiga gummi-packningar och dörrtillhållare. Utrymme mellan de två dörrparen försågs med absorbentbeklädnad, dels på innerdörrrens utsida och dels på vägg- och takytor i mellanrummet mellan de två dörrparen. Härmed hade dörrarna blivit likvärdiga med väggen i övrigt.

Granskningen fortsatte på detta sätt med genomföringar för kablar och rör tills dess konstruktionen var jämnstark.

Arbetet följdes upp under byggnadstiden för att inte dolda fel skulle kunna försämra resultatet.

Inför idrifttagningen informerades personalen om vikten av att hålla portar och dörrar stängda under drift. Kablar för provisorisk matning eller mätning fick t ex inte dras genom halvöppna dörrar, något som annars ofta är fallet.

Mätningar av bullerimmissionen visade också att målet hade nåtts - med ett mindre undantag!

Av säkerhetsskäl är kompressorsystemen försedda med säkerhetsventiler som skall öppna och släppa ut köldmedium om trycket i systemet av någon anledning skulle stiga över det tillåtna. På utsidan av köldmediekretsarna är ventilerna anslutna till ett gemensamt samlingsrör som är uppdraget genom takkonstruktionen och mynnar över tak.

Vid mätningarna visade det sig att man kunde märka en distinkt bulleremission, märkbart p g a den låga bakgrundsnyvån, från detta tomma tubrör ovan yttertaket.

Tre skäl till denna ljudläckning kunde hittas. Dels var röret ej tätat mot genomföringen i taket, detta åtgärdades, dels trängde ljud från kompressorummet in genom den oinklädda rörväggen och slutligen fortplantade sig ljud via köldmedierör och säkerhetsventiler från kompressoransläggningen till röret och ut ur anläggningen.

Det andra felet åtgärdades genom att röret bekläddes med mineralull som ytskyddades av aluminiumplåt. Detta gjordes både invändigt i kompressorummet och utvändigt ovan yttertaket. Det senare minskade därmed den yta som emitterade ljud mot omgivningen.

Det sista skälet till ljudläckning, ljud via ventilen över till luftpelaren i röret, åtgärdades genom att rörmyningen försågs med en lätttrörlig ändförslutning, utformad som en mineralullskork i rörmyningen och skyddad mot nederbörd av en "kineshatt". Om någon av säkerhetsventilerna skulle blåsa kommer "korken" att lätta men fångas upp av en tunn lina.

Efter denna komplettering blev resultatet bra, några klagomål på bullerstörning har heller ej rapporterats trots att värmepumpansläggningen i Fagersjö, vid tiden för idrifttagandet var världens största uteluftvärmepump!

6. AB LIDINGÖ ENERGIVERK

6.1 Områdesbeskrivning, mätpunkter

Värmeverket är beläget på södra delen av Lidingö, se bilaga 6.1, i ett väl avskilt område ca 100 meter från stranden. Västerut begränsas området av AGA:s industriområde. 100-200 meter norr om området går dels Lidingöbanan och dels den väl trafikerade Södra Kungsvägen. Dessa går parallellt. Omedelbart norr om Södra Kungsvägen, parallellt med denna går Mjölksurrevågen, utmed vilken ett tiotal villor är belägna. Ca 200-300 meter öster om området ligger några små villakvarter. Mot sjösidan finns ingen bebyggelse. Terrängen i närområdet är i stort sett flack och vegetationen är obetydlig mellan värmeverk och bostäder.

Vi har i det här fallet valt två mätpunkter, utöver referenspunkten, båda i omedelbar närhet till bebyggelsen i norr respektive öster.

6.2 Värmepumpar, tekniska data

Värmekälla:	Bräckt havsvatten
Dimensionerande värmeeffekt:	11 MW + 3,7 MW = 14,7 MW vid +8°C havsvattentemperatur
Kompressor typ och antal	1 st 2-steps turbokompressor och 2 st skruvkompressorer
fabrikat:	ASEA-STAL resp TETAB
varvtal:	7000 r/min resp 3000 r/min
Växellåda antal	1 st
varvtal	1500/7000 r/min
Kompressormotorer antal:	1 + 2 st
varvtal:	1500 r/min resp 3000 r/min
märkeffekt:	3,8 MW resp 670 kW
Fjärrvärmepump antal:	1 st
varvtal:	1500 r/min
märkeffekt:	45 kW

6.3 Bullermätning 1986-05-21

6.3.1 Meteorologiska förhållanden

Lufttemperatur:	+8°C
Relativ luftfuktighet:	70 %
Vindhastighet, 1 m över mark:	0 m/s
Vindriktning:	-
Molnighet:	Ingen
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	0 mm

6.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten

Full drift vid anläggningen

Utdrag ur skivvarremsa, utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten redovisas i bilaga 6.2 och 6.3.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan, men vid driftstopp redovisas i bilaga 6.4.

6.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes i respektive mätpunkt momentan ljudnivå, dBA, samt momentana ljudtrycksnivåer, dB, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) respektive 20 Hz - 18 kHz. Mätningarna i omgivningen till värmepumparna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 6.1. I figur 6.1 visas motsvarande jämförelse men endast för referenspunkten.

Mätpunkt	Tidpunkt	Driftläge	Ljudnivå	Ljudtrycksnivåer		Anmärkning
			dBA	2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB	
Ref	04.55	Full	55	65-70	70	
1	05.06	Full	43	50-55	58	Störande vent ljud ²⁾
2	05.14	Full	50	50-55	63	Störande vent ljud ²⁾
Ref	05.52	Stopp	47	50	62	
1	06.00	Stopp	-1)	-1)	-1)	
2	06.05	Stopp	-1)	-1)	-1)	

- 1) Morgontrafiken dränkte ljudet från värmepumparna. Representativ mätning ej genomförbar.
- 2) Avser ljud från takfläktar på intilliggande industrifastighet. Ljudet från dessa kan eventuellt ge något förhöjda ljudnivåer i mätpunkt 1 och 2.

Tabell 6.1 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

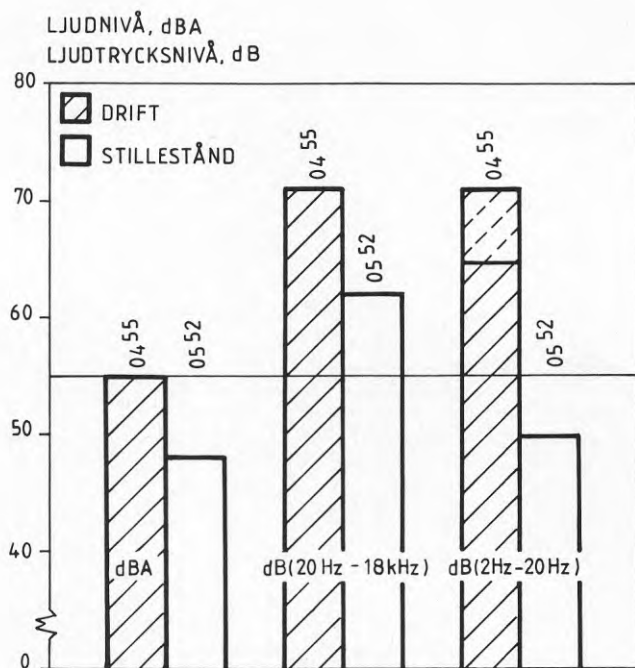


FIG. 6.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.
DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN MARKERAR ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER.

6.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 6.2 och 6.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet. Vi kan här se den sänkning av ljudnivån som vi får då anläggningen stängs av.

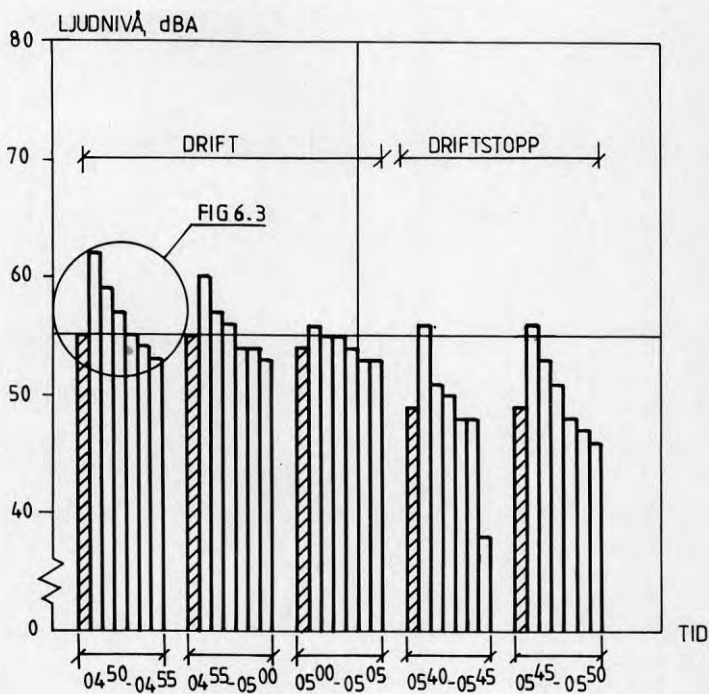


FIG. 6.2 EKVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

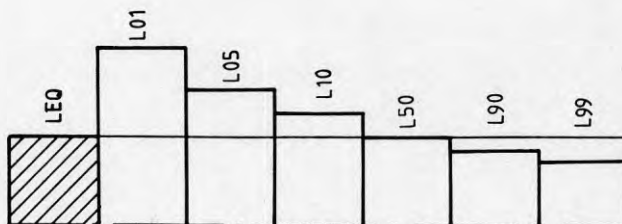


FIG. 6.3 DETALJ UR FIG 6.2

LEQ =	Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet, här fem minuter.
L 01 =	Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden.
L 05 =	Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
L 10 =	Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
L 50 =	Ljudnivå som överskridits under 50 % av intervalltiden.
L 90 =	Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
L 99 =	Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

6.3.5 Subjektiva iakttagelser

I mätpunkt 1 och 2 dominerades bullret av ljud från fläktar på intilliggande hus samt ljud från trafiken. Bidraget av buller från värmepumpanläggningen bedömdes vara av ringa betydelse.

6.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

6.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av ljudnivån med i genomsnitt 4-5 dBA i referenspunkten. Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på 50 dBA och man vid full drift av anläggningen får ett tillskott med 5 dBA upp till 55 dBA, får vi enligt ekv (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1 L_3} - 10^{0,1 L_1}) = 53 \text{ dBA} \quad (1)$$

där L_1 = Bakgrundsnivå (50 dBA)

L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrundsljud

L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrundsljud (55 dBA)

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentan ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse.

Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av störningar får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen. Här kan vi inte göra motsvarande jämförelse, eftersom de momentana ljudnivåerna var påverkade av störande ventilationsljud från fläktar som ej har samband med värmepump-anläggningen. Vi kan däremot utnyttja sambandet att en avståndsfördubbling medför att ljudnivån sjunker med 6 dBA. Detta gäller vid punktformig ljudkälla. Eftersom vi här har en något utbredd ljudkälla gäller sambandet ej exakt i detta fall. Ett bättre värde bör vara cirka 5 dBA. Hänsyn har då ej tagits till markdämpning m m, varför framräknade värden torde vara något lägre än vad som redovisats. Detta innebär att om vi förflyttar oss 80 meter bort från anläggningen sjunker den ekvivalenta ljudnivån med 15 dBA jämfört med ljudnivån i referenspunkten. Ljudnivån i referenspunkten vid full drift exklusive bakgrundsbuller är 53 dBA. Ljudnivån 80 meter från anläggning blir då $53 - 15 = 38$ dBA. Närmaste bebyggelse ligger i detta fall på ca 100 meters avstånd, vilket innebär att ljudnivån här blir ännu lägre.

Detta resultat skall jämföras med de riktvärden som angetts i tabellerna 3.1 och 3.2.

6.4.2 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten

Vi får här mellan drift och driftstopp en skillnad på 8 dBA i området 20 Hz-18 kHz. I infraljudsområdet, dvs i frekvensområdet under 20 Hz, får vi en skillnad på ca 18-20 dB. Känsligheten för infraljud är dock väsentligt mindre än för hörbart ljud. I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:15 ges allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om buller. Här ingår bl a exponeringsvärden för infraljud (tabell 6.2). Dessa värden torde ej vara tillämpbara i vårt fall (för boendemiljö), men bör ändå fungera som en fingervisning. Hur infraljudet påverkar människan är idag ej helt klarlagt. Man tror sig dock veta att besvär som huvudvärk och illamående kan uppträda vid höga nivåer.

Mittfrekvens 1/3-oktavband (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
2	130
2,5	126
3,15	122
4	118
5	114
6,3	110
8	106
10	102
12,5	98
16	94
20	90

Tabell 6.2 Exponeringsvärden för infraljud

Angivna tabellvärden ligger 5-10 dB över perceptionströskeln¹⁾. Exponering för infraljud med nivåer under dessa värden torde normalt inte leda till besvär. Vid kortvarig exponering torde inte heller högre värden normalt medföra besvär.

Med utgångspunkt från kapitel 6.4.1 och 6.4.2 kan vi konstatera, att de aktuella ljudnivåer som det här är frågan om, innebär att värmepumparna enligt gällande normer ej avger störande buller till omgivande bostäder.

6.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

Anläggningen på Lidingö innefattar enligt ovan två värmepumpar, en stor och en något mindre. Personalutrymmen finns i separat byggnad.

I tabell 6.3 anges ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i maskinhallen invid den stora respektive den mindre kompressorn.

1) Med perceptionströskel avses den lägsta vibrationsnivå vid vilken människan kan uppfatta helkroppsvibrationer.

Mätpunkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB
Invid kompressor till stora pumpen	100	70	100
Invid kompressor till lilla pumpen	92	75	92

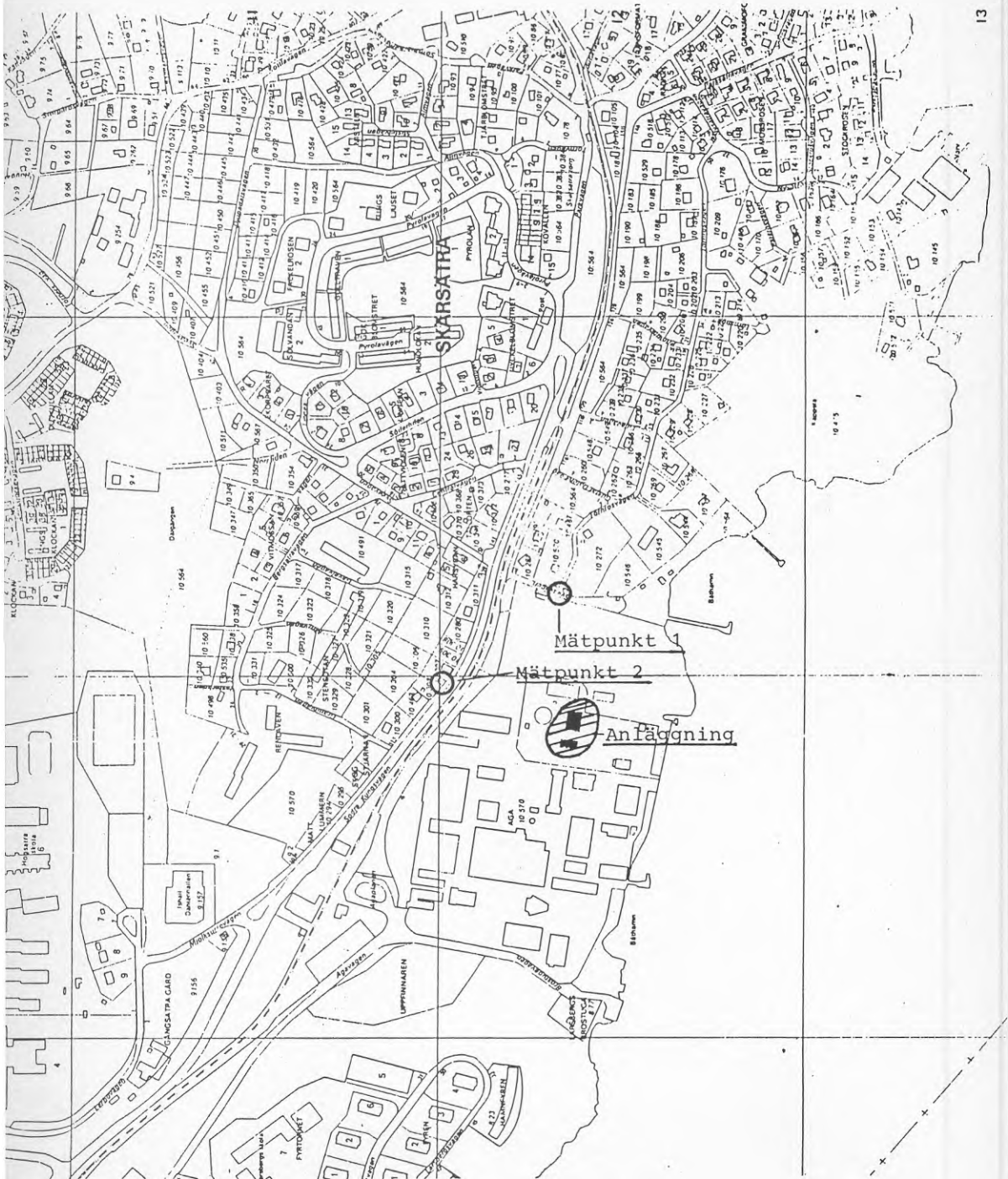
Tabell 6.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer inne i anläggningen.

Som vi ser är ljudnivåerna inne i denna anläggning höga. Personalen har också klagat över detta, eftersom det är ansträngande att vara inne i byggnaden vid reparationsarbeten el dylikt.

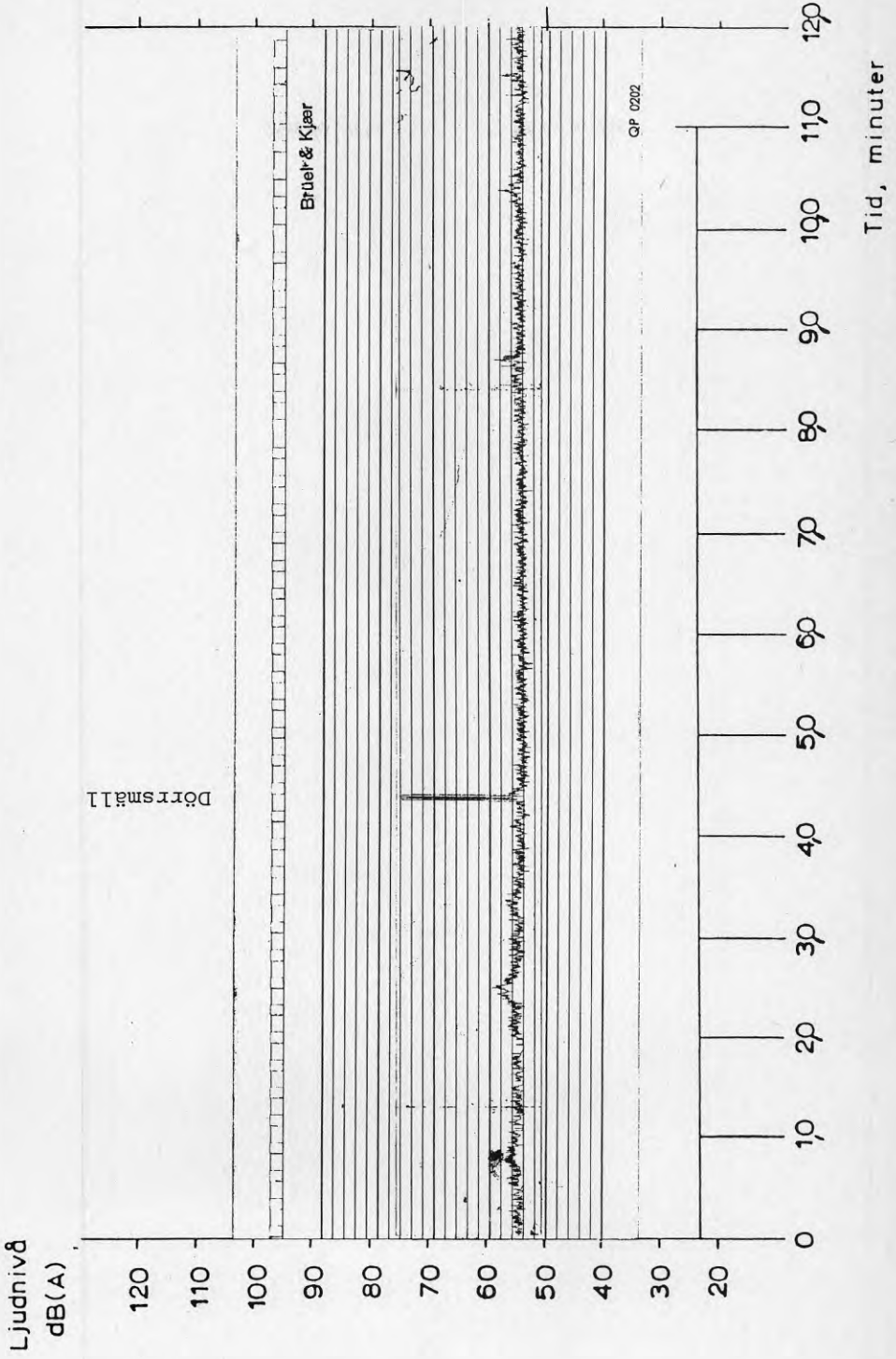
6.6 Byggnadens ljudisoleringsförmåga

Vi får här en skillnad om 45 dBA mellan ljudnivån i referenspunkten och ljudnivån invid kompressor.

Karta över värmepumpenläggningen på Lidingö



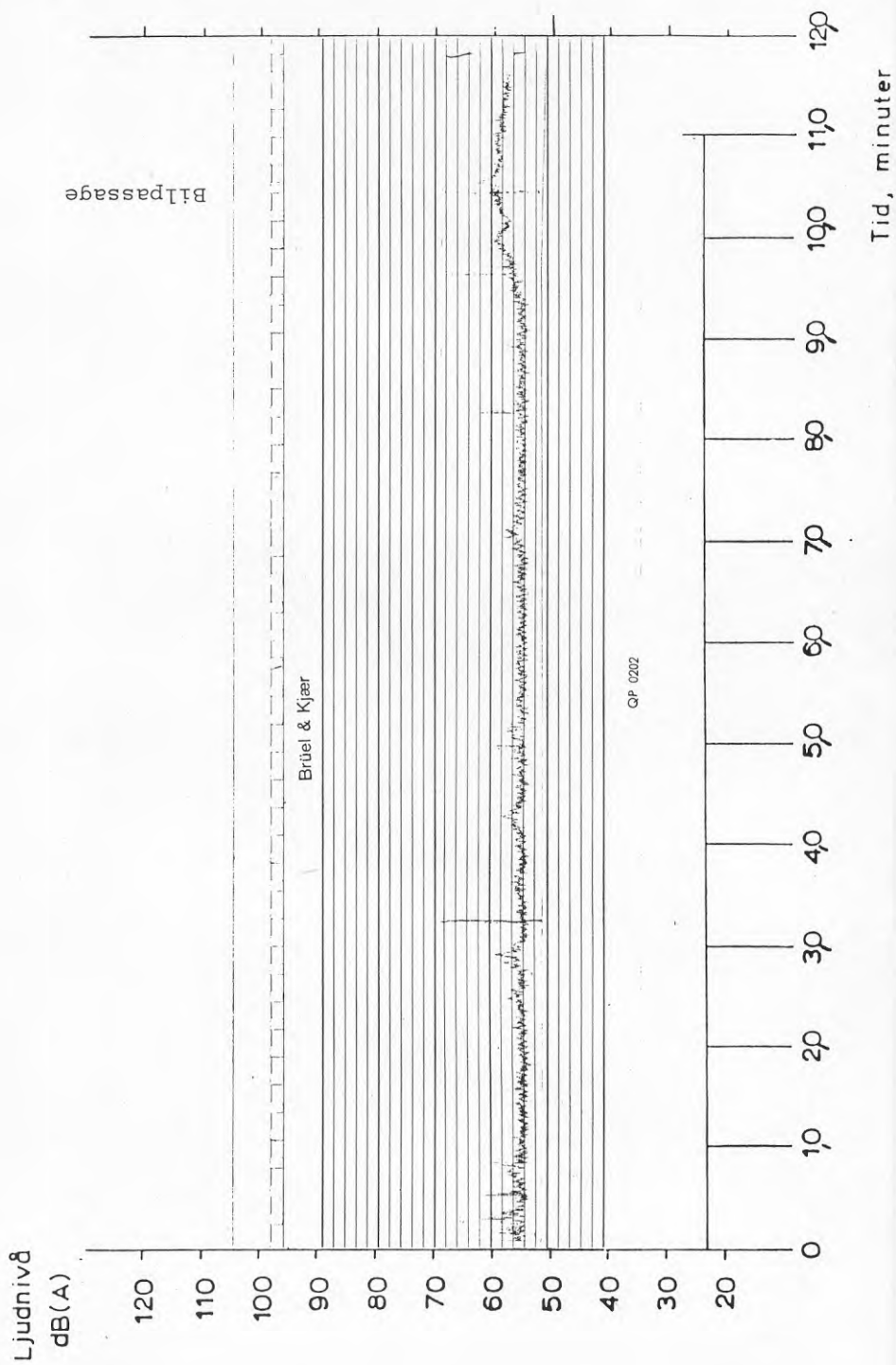
Dat. 86-05-21 kl. 05¹⁰ - kl. 05²² Pos. Referenspunkten



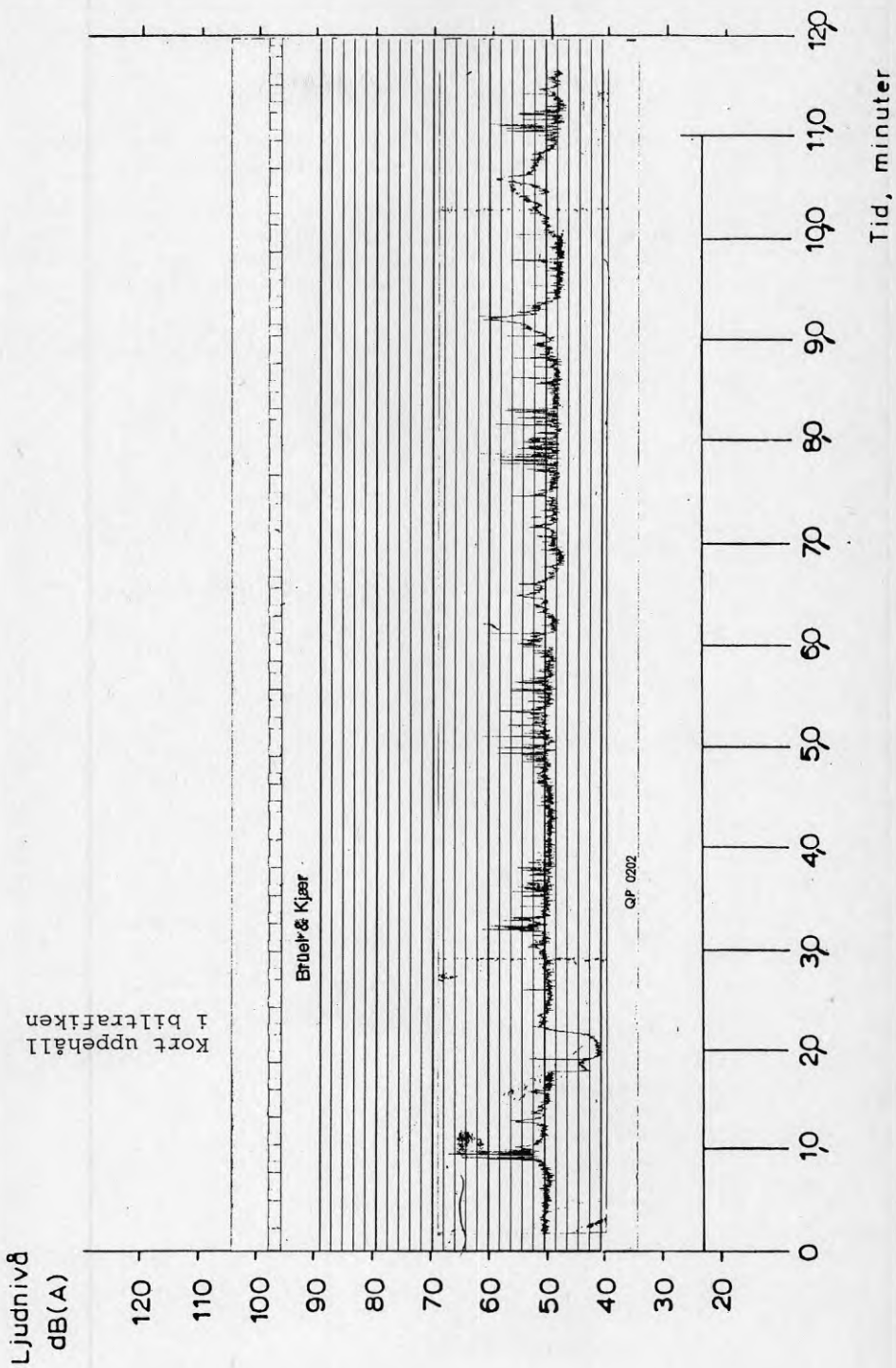
Dat. 86-05-21 kl. 05²² - kl. 05³⁴ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skrivarrensa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

Bilaga 6.3



Dat. 86-05-21 kl. 5:40 - kl. 5:52 Pos. Referenspunkten



7 STIFTELSEN KUNGÄLVBOSTÄDER

7.1 Områdesbeskrivning, mätpunkter

Värmepumpenläggningen är belägen i utkanten av ett bostadsområde med flerfamiljshus, i centrala Kungälv, se bilaga 7.1.

I norr, väster, respektive söder begränsas området av skogspartier. Endast ett fåtal fastigheter är belägna inom dessa. I öster begränsas området av nämnda bostadsområde, samt en panncentral. Terrängen i närområdet är kuperad med höjdskillnader på ett tiotal meter.

Utöver referenspunkten har vi valt två mätpunkter, den ena i anslutning till bostadsområdet i öster, den andra invid närmaste fastighet i sydväst.

7.2 Värmepumpar, tekniska data

Värmekälla: uteluft

Dimensionerande effekt: 3,2 MW vid +8°C utetemperatur

Kompressor
typ: skruvkompressor

fabrikat: TETAB

antal: 2 st

varvtal 3000 r/min

Kompressormotorer
antal 2 st

varvtal: 3000 r/min

märkeffekt: 700 kW

Förångarfläktar
fläkt diameter: 1980 mm

antal: 10 st

varvtal: 320 r/min

Fläktväxel

antal:	10 st
varvtal:	1500/320 r/min

Fläktmotorer

antal:	10 st
varvtal:	1500 r/min
märkeffekt:	11 kW

Värmebärarpump

antal:	2 st
varvtal:	1500 r/min
märkeffekt:	18,5 kW

7.3 Bullermätning 1986-10-01**7.3.1 Meteorologiska förhållanden**

Lufttemperatur:	+5°C
Relativ luftfuktighet:	85 %
Vindhastighet 1 m över mark:	0 m/s
Vindriktning:	-
Molnighet:	Mulet
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	0 mm

7.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten**Full drift vid anläggningen**

Utdrag ur skivvarremsa, utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten redovisas i bilaga 7.2 och 7.3.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan, men vid driftstopp redovisas i bilaga 7.4.

7.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes i respektive mätpunkter momentana ljudnivå, dBA, samt momentana ljudtrycksnivåer, dB, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) respektive 20 Hz - 18 kHz. Mätningarna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 7.1. I figur 7.1 visas motsvarande jämförelse, men endast för referenspunkten.

Mätpunkt	Tid	Driftläge	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivå		Anm
				2-20 Hz dBA	20 Hz - 18 kHz dBA	
Ref	04.33	Stopp	39	60-62	50-56	
1	04.30	Stopp	37	50-54	42-52	
2	04.45	Stopp	45	45-50	45-50	
Ref	05.10	Full	50	74-78	70-74	
1	05.20	Full	40	67-72	60-64	
2	05.25	Full	45	72-76	55-60	

Tabell 7.1 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

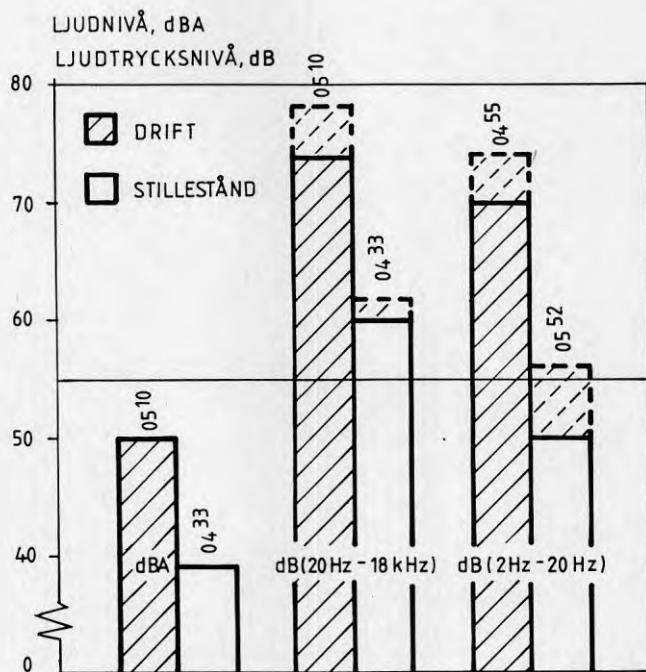


FIG. 7.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.

DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN ANGER ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER.

7.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 7.2 och 7.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet. Vi kan här se den sänkning av ljudnivån som vi får då anläggningen stängs av.

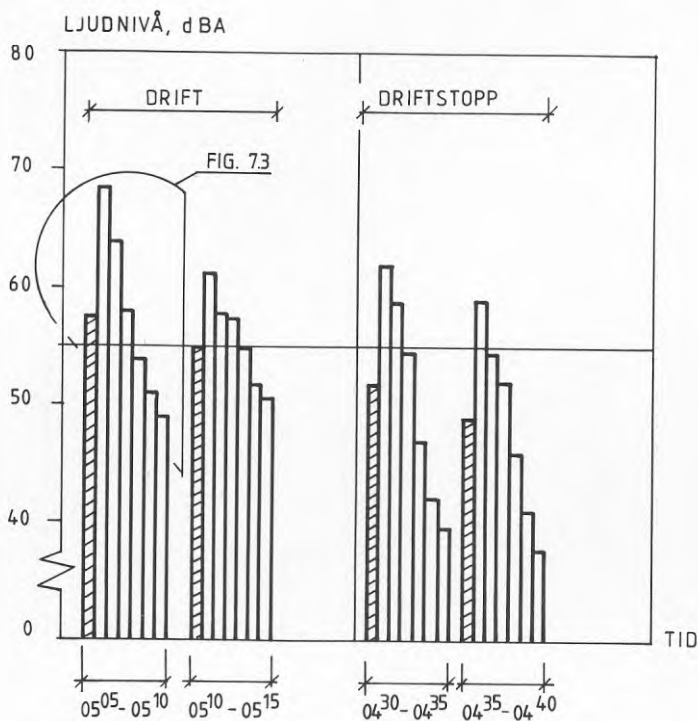


FIG. 7.2 EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

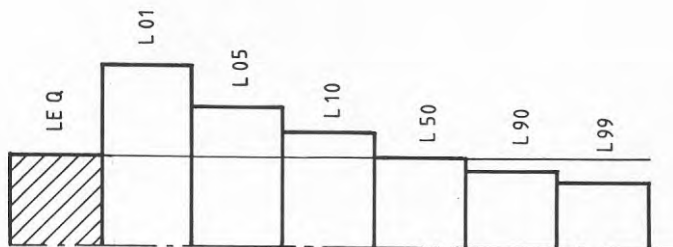


FIG. 7.3 DETALJ UR FIG. 7.2

- LEQ = Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet.
- LO 1 = Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden som i det här fallet är 5 minuter.
- LO 5 = Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
- L 10 = Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
- L 50 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L 90 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L 99 = Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

7.3.5 Subjektiva iakttagelser

Både i mätpunkt 1 och 2 var det svårt att uppfatta något ljud från anläggningen. I mätpunkt 1 som är en fristående villa har man, enligt maskinistens utsago, varit störd av lågfrekvent ljud, främst nattetid. Om denna störning kvarstår har varit svår att få bekräftad.

7.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

7.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av den ekvivalenta ljudnivån med i genomsnitt 3-4 dBA i referenspunkten.

Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på 49-52 dBA och man vid full drift av anläggningen får ett tillskott med 5-6 dBA upp till 55-57 dBA, får vi enligt ekv (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1L_3} - 10^{0,1L_1}) = 54 \text{ dBA} \quad (1)$$

där L_1 = Bakgrundsnivå (49-52 dBA)

L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrundsljud under ljudnivå.

L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrundsljud (55-57 dBA).

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentan ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse.

Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av störningar får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen. Här har vi uppmätt en skillnad i momentan ljudnivå om 5 dBA mellan referenspunkten och mätpunkt vid närmaste bebyggelse. Anledningen till att skillnaden ej är större är den relativt höga bakgrundsnivån.

I tabell 7.1 kan vi se att vi i mätpunkt 2, som ligger vid närmaste bebyggelse ej får någon skillnad i ljudnivå mellan drift och driftstopp. Detta innebär att ljudnivån i mätpunkten - om hänsyn tas endast till bidraget från värmepumpansläggningen - ligger minst 10 dBA under bakgrundsnivån som här är 45 dBA.

Detta resultat skall jämföras med de riktvärden som angetts i tabellerna 3.1 och 3.2.

7.4.2 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten

Vi får här för drift respektive driftstopp en skillnad på 11 dBA i området 20 Hz - 18 kHz. I infraljudsområdet, dvs i frekvensområdet under 20 Hz, får vi en skillnad på ca 18-20 dBA. Känsligheten för infraljud är dock väsentligt mindre än för hörbart ljud. I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:15 ges allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om buller. Här ingår bl a exponeringsvärden för infraljud (tabell 7.2). Dessa värden torde ej vara tillämpbara i vårt fall (för boendemiljö), men bör ändå fungera som en fingervisning. Hur infraljudet påverkar människan är idag ej helt klarlagt. Man tror sig dock veta att besvär som huvudvärk och illamående kan uppträda vid höga nivåer.

Mittfrekvens 1/3-oktavband (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
2	130
2,5	126
3,15	122
4	118
5	114
6,3	110
8	106
10	102
12,5	98
16	94
20	90

Tabell 7.2 Exponeringsvärden för infraljud.

Angivna tabellvärden ligger 5-10 dB över perceptionströskeln¹⁾. Exponering för infraljud med nivåer under dessa värden torde normalt inte leda till besvär. Vid kortvarig exponering torde inte heller högre värden normalt medföra besvär.

Med utgångspunkt från kapitel 7.4.1 och 7.4.2 kan vi konstatera att de aktuella ljudnivåer som det här är frågan om, innebär att värmepumpanläggningen enligt gällande normer ej avger störande buller till omgivande bostäder.

7.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

Kungälvsanläggningen innefattar ej några personalutrymmen, utan endast ett kontrollrum. Anläggningen är normalt obemannad.

I tabell 7.3 redovisas ljudnivåer och ljudtrycksnivåer invid kompressor samt i kontrollrum. Ljudnivåerna är höga, både i maskinhallen och kontrollrummet.

1) Med perceptionströskel avses den lägsta vibrationsnivå vid vilken människan kan uppfatta helkroppsvibrationer.

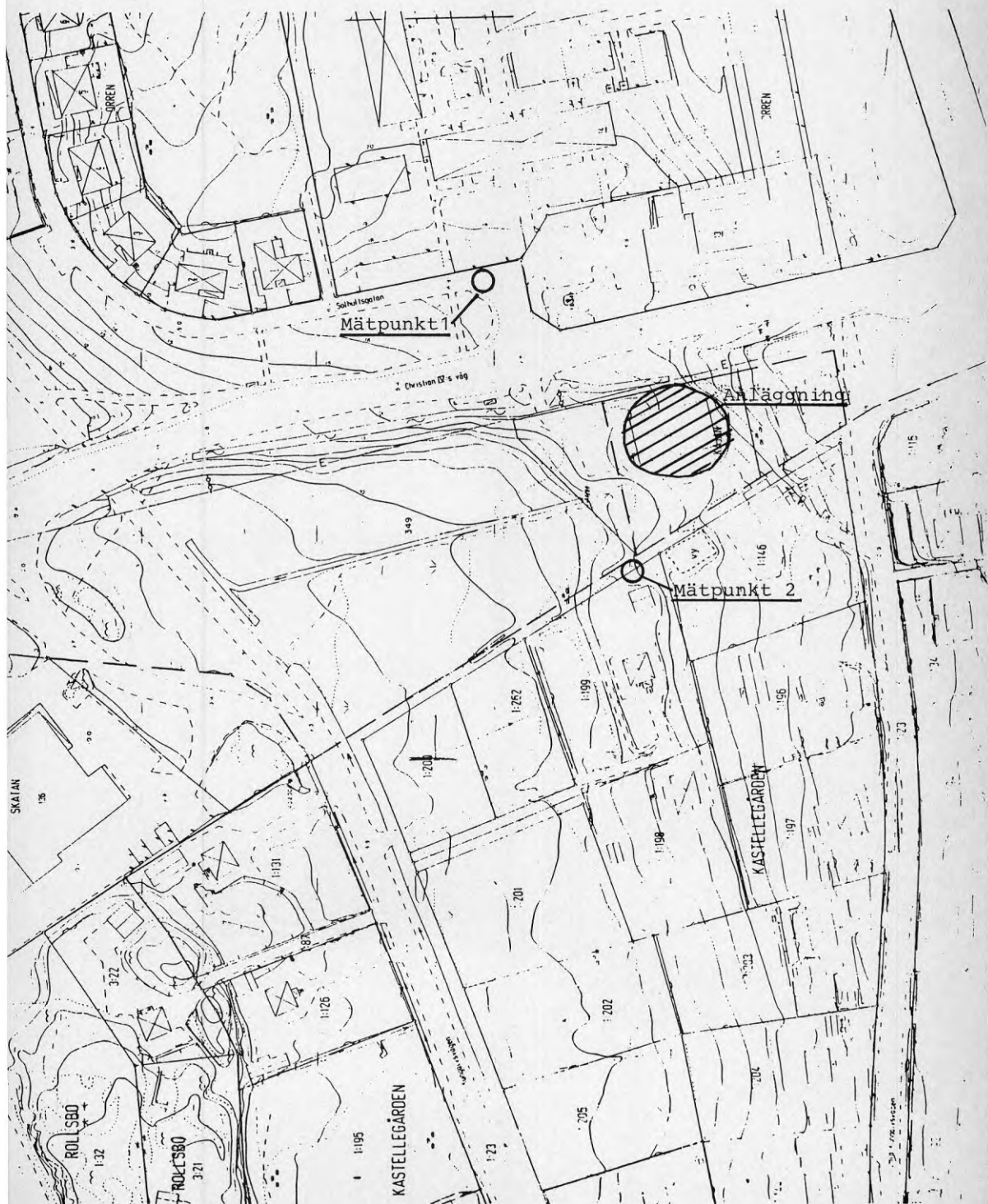
Mätpunkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB
Kontrollrum	72-76	70-78	82-88
Invid kompressor	92	76-80	102

Tabell 7.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer inne i anläggningen.

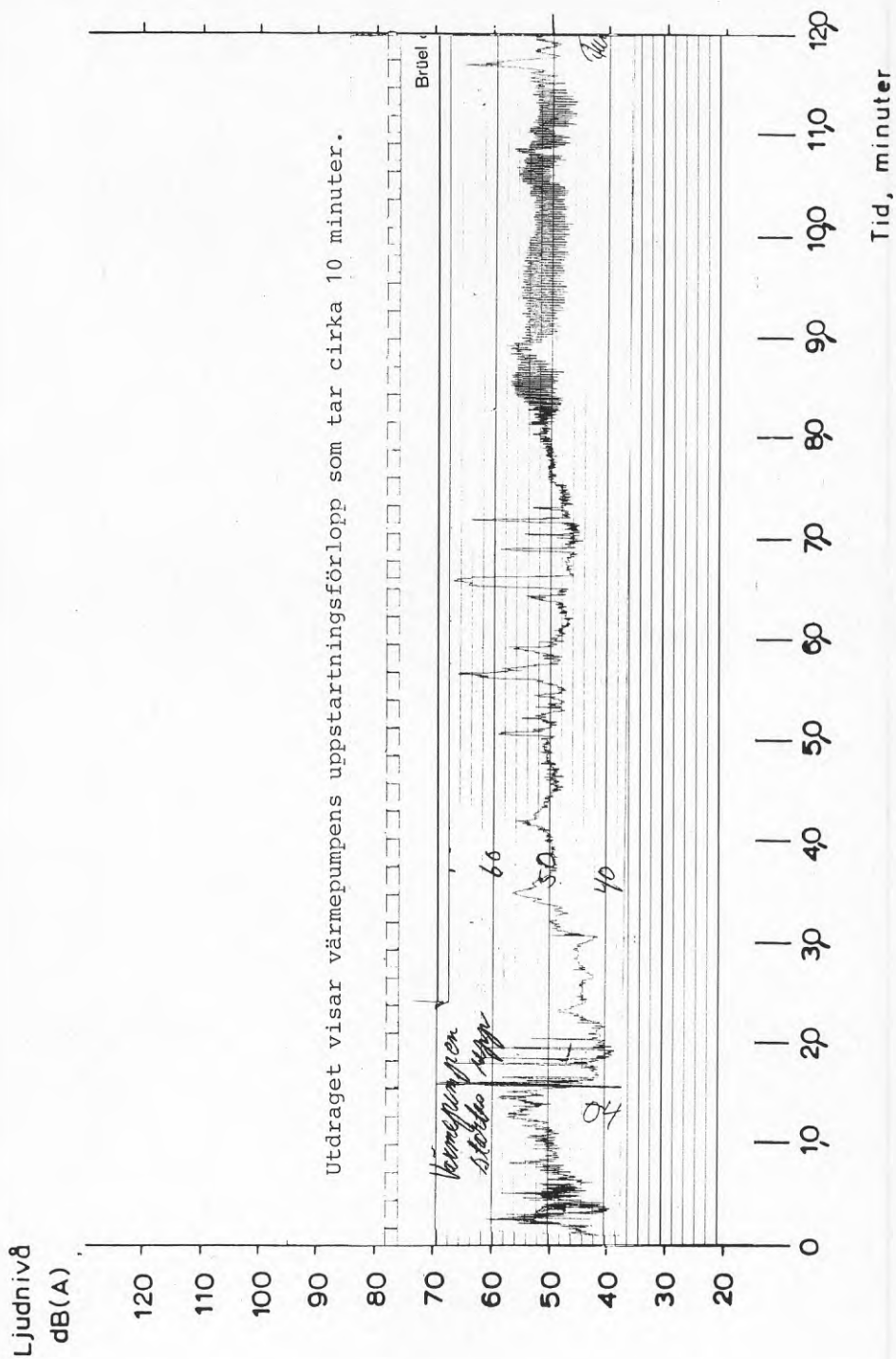
7.6 Byggnadens ljudisoleringsförmåga

Vi får här en skillnad om 42 dBA mellan ljudnivån i referenspunkten och ljudnivån invid kompressor.

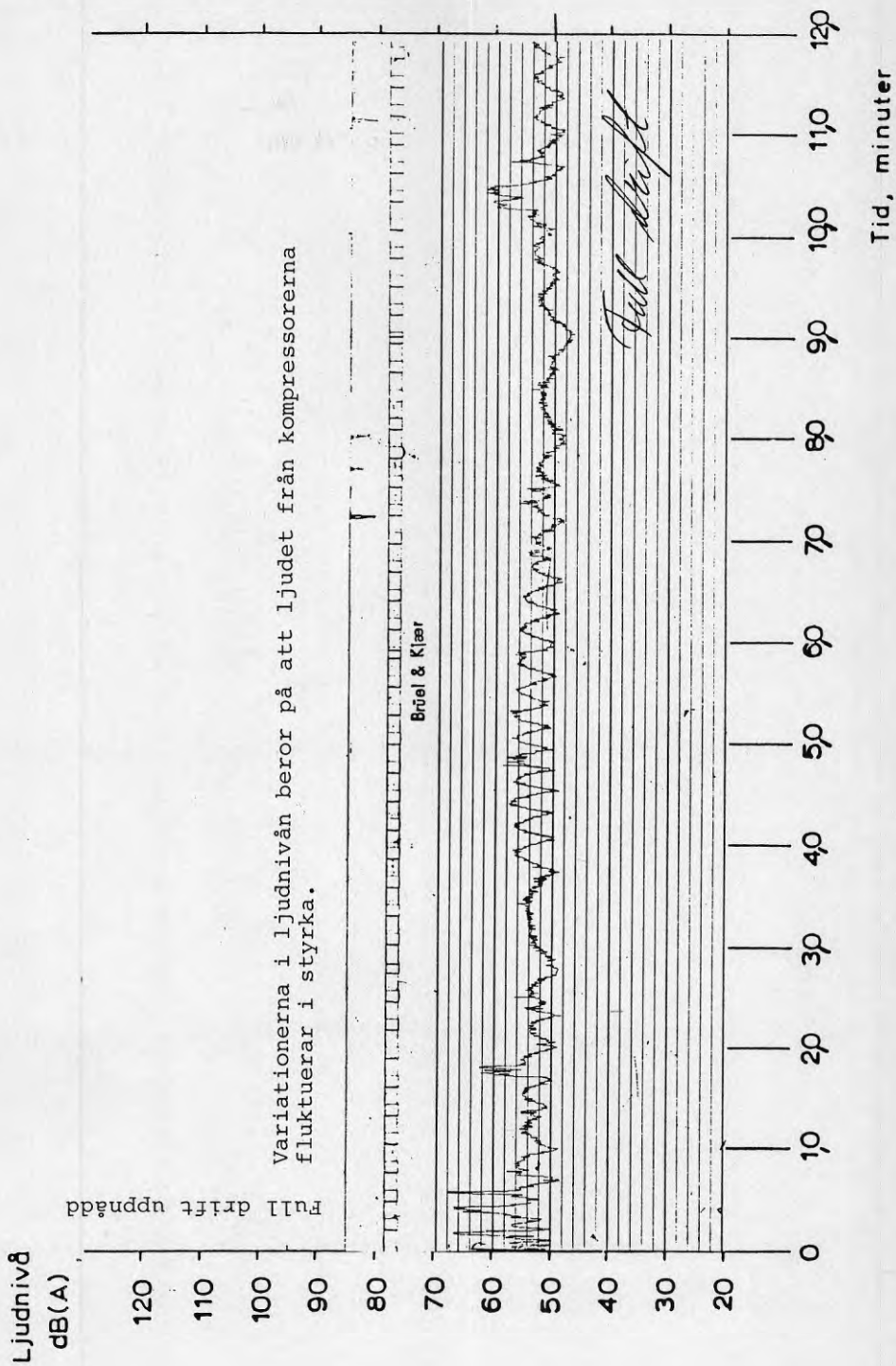
Karta över vätepumpenläggningen i Kungälv



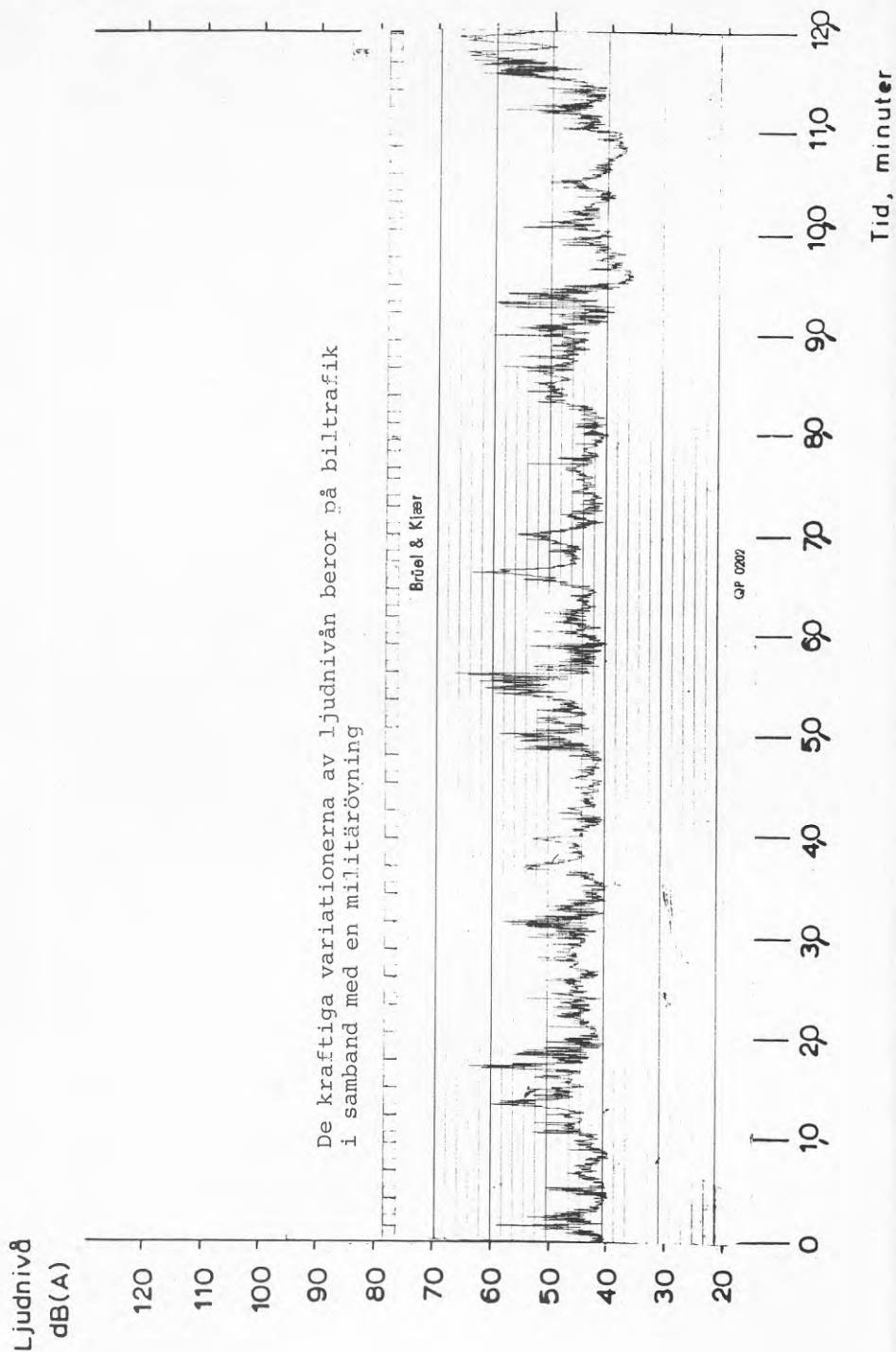
Dat. 86-01-10 kl. 0455 - kl. 0506 Pos. Referenspunkten



Dat. 86-01-10 kl. 05⁰⁶ - kl. 05¹⁸ Pos. Referenspunkten



Dat. 86-10-01 kl. 04²⁴ - kl. 04³⁵ Pos. Referenspunkten



8 STIFTELSEN HYRESFASTIGHETER VARBERG

8.1 Områdesbeskrivning, mätpunkter

Värmepumpanläggningen är belägen ca 1 km utanför Varbergs centrum i ett område med flerbostadshus, se bilaga 8.1. Den är helt integrerad med bostadsbebyggelsen, och omgiven av hus i alla riktningar. På ca 200 meters avstånd nordväst om anläggningen löper Europaväg 6. Närområdet är i övrigt obebyggt, och utgörs av lätt kuperad terräng. Mellan bostäder och värmeverk består vegetationen endast av lätta buskage, som planterats utanför husen.

Utöver referenspunkten har valts tre mätpunkter, samtliga i omedelbar närhet till bebyggelsen i norr, söder och öster.

8.2 Värmepumpar, tekniska data

Värmekälla:	uteluft
Dimensionerande värmeeffekt:	1 MW vid +2 ⁰ C utetemperatur
Kompressorer	
typ:	kolvkompressorer
fabrikat:	SABROE
antal:	3 + 1 st
varvtal:	1500 r/min
Kompressormotorer	
antal:	3 + 1 st
varvtal:	1500 r/min
märkeffekt:	160 kW resp 55 kW
Förångarfläktar	
fläkt diameter:	1780 mm
antal:	8 st
varvtal:	315 r/min

Fläktväxel	
antal:	8 st
varvtal:	1500/315 r/min
Fläktmotorer	
antal:	8 st
varvtal:	1500 r/min
märkeffekt:	3,5 kW

8.3 Bullermätning 1986-09-30

8.3.1 Meteorologiska förhållanden

Lufttemperatur:	+ 8°C
Relativ fuktighet:	90 %
Vindhastighet, 1 m över mark:	1-2 m/s
Vindriktning:	Västlig
Molnighet:	Mulet
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	0 mm

8.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten

Full drift vid anläggningen

Utdrag ur skrivearrensa, utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten redovisas i bilaga 8.2 och 8.3.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan, men vid driftstopp redovisas i bilaga 8.4 och 8.5.

8.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes i respektive mätpunkt momentana ljudnivå, dBA, samt momentana ljudtrycksnivåer, dB, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) respektive 20 Hz - 18 kHz. Mätningarna i omgivningen till värmepumparna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 8.1. I figur 8.1 visas motsvarande jämförelse, men endast för referenspunkten.

Mätpunkt	Tidpunkt	Driftläge	dBA	Ljudnivå 2-20 Hz dB	Ljudtrycksnivåer 20 Hz - 18 kHz dB	Anmärkning
Ref	04.30	Full	53	60-62	74-78	
1	07.15	Full	52	55-62	65-70	1)
2	07.20	Full	48	45-50	65-70	1)
3	07.10	Full	50	50-54	65-70	1)
Ref	04.45	Stopp	40	52-56	56-58	
1	04.50	Stopp	37	50-56	56-58	
2	05.00	Stopp	35	50-54	54-56	
3	05.55	Stopp	43	50-54	60-62	

1) Mätvärdet påverkat av morgontrafiken.

Tabell 8.1 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

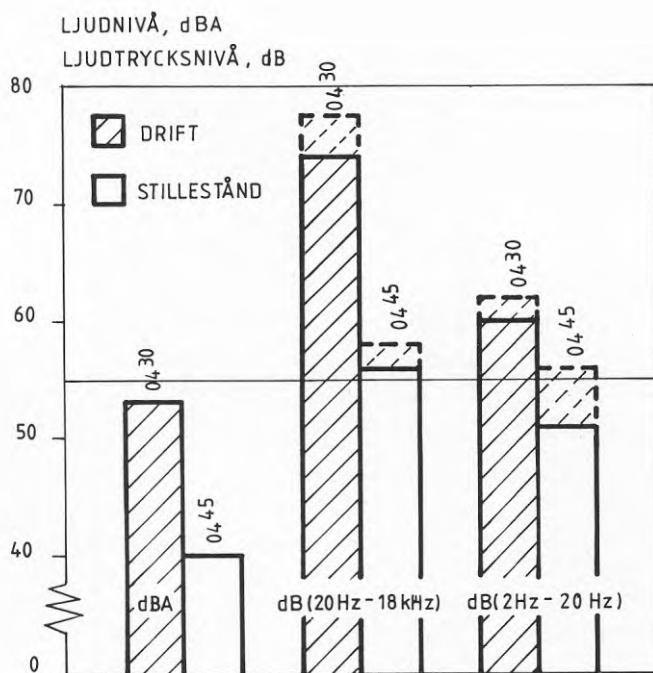


FIG 8.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.
DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN MARKERAR ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER.

8.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 8.2 och 8.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet. Vi kan här se den sänkning av ljudnivån som vi får då anläggningen stängs av.

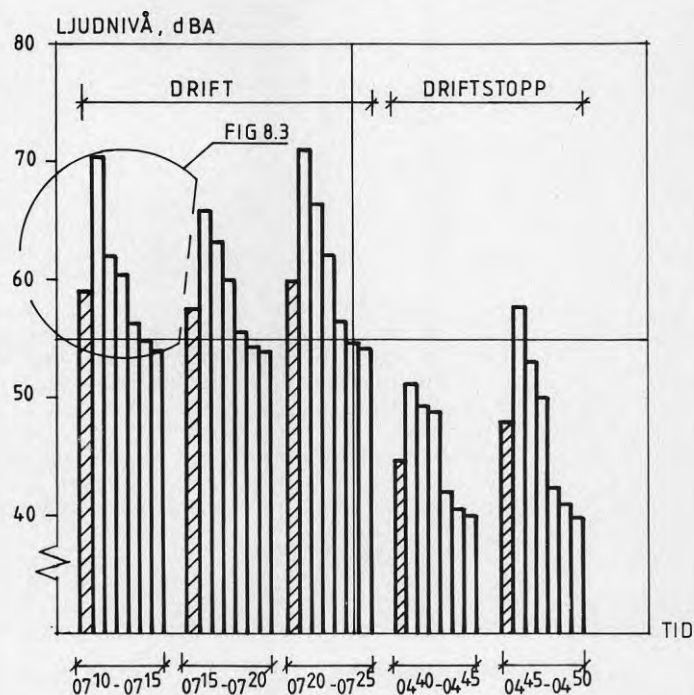


FIG. 8.2 EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

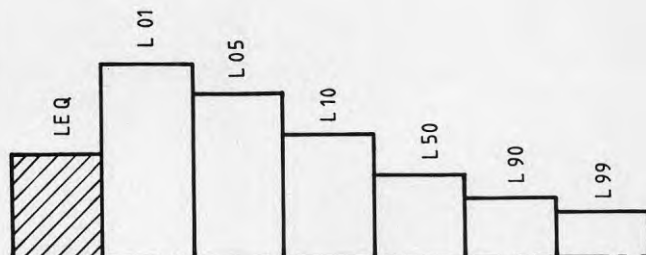


FIG 8.3 DETALJ UR FIG. 8.2

- LEQ = Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet, här fem minuter.
- L01 = Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden.
- L05 = Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
- L10 = Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
- L50 = Ljudnivå som överskridits under 50 % av intervalltiden.
- L90 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L99 = Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

8.3.5 Subjektiva iakttagelser

I samtliga mätpunkter hör man ljudet från anläggningen. Det uppfattas ej som speciellt störande, men med tanke på den måttliga ljudnivån inne i anläggningen, får man uppfattningen att man med enkla åtgärder beträffande isoleringen av byggnadshöljet avsevärt kan sänka ljudnivån.

På grund av driftstörningar gick det inte att få full drift förrän vid 7-tiden på morgonen. Morgontrafiken hade då kommit igång, vilket något kan ha höjt den allmänna bakgrundsnivån när mätningarna vid full drift utfördes.

8.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

8.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av den ekvivalenta ljudnivån med i genomsnitt 12-13 dBA.

Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på ca 45 dBA och man vid full drift av anläggningen får ett tillskott med cirka 12 dBA upp till 57 dBA får vi enligt ekv. (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1L_3} - 10^{0,1L_1}) = 57 \text{ dBA} \quad (1)$$

- där L_1 = Bakgrunds nivå (45 dBA)
 L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrunds ljud.
 L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrunds ljud (57 dBA).

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentan ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse.

Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av störningar får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen. Här påverkades mätvärdena vid full drift av morgontrafiken, vilket gör det svårt att gå till väga på ovan beskrivna sätt. Vi får därför utnyttja sambandet att en avståndsfördubbling medför att ljudnivån sjunker med 6 dBA. Detta gäller vid punktformig ljudkälla. Eftersom vi här har en något utbredd ljudkälla gäller sambandet ej exakt i detta fall. Ett bättre värde bör vara cirka 5 dBA. Hänsyn har då ej tagits till markdämpning m m, varför framräknade värden torde vara något lägre än vad som redovisats. Här ligger närmaste bostäder ca 20 meter från anläggningen. Det innebär att ljudnivåvärdet i referenspunkten ska sänkas med 5 dBA. Den ekvivalenta ljudnivån vid närmaste bostäder blir då cirka 52 dBA.

Detta resultat skall jämföras med de riktvärden som angetts i tabellerna 3.1 och 3.2.

8.4.2 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten

Vi får här för drift respektive driftstopp en skillnad på ca 13 dBA. I infraljudsområdet, dvs i frekvensområdet under 20 Hz, får vi en skillnad på ca 8-10 dBA. I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:15 ges allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om buller. Här ingår bl a exponeringsvärden för infraljud (tabell 8.2). Dessa värden torde ej vara tillämpbara i vårt fall (för boendemiljö), men bör ändå fungera som en fingervisning. Hur infraljudet påverkar människan är idag ej helt klarlagt. Man tror sig dock veta att besvär som huvudvärk och illamående kan uppträda vid höga nivåer.

Mittfrekvens 1/3-oktavband (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
2	130
2,5	126
3,15	122
4	118
5	114
6,3	110
8	106
10	102
12,5	98
16	94
20	90

Tabell 8.2 Exponeringsvärden för infraljud.

Angivna tabellvärden ligger 5-10 dB över perceptionströskeln¹⁾. Exponering för infraljud med nivåer under dessa värden torde normalt inte leda till besvär. Vid kortvarig exponering torde inte heller högre värden normalt medföra besvär.

Med utgångspunkt från kapitel 8.4.1 och 8.4.2 kan vi konstatera, att de aktuella ljudnivåer som det här är frågan om, innebär att värmepumparna enligt gällande normer kommer att överskrida uppställda gränsvärden, främst kvälls- och nattetid. Värmepumpanläggningen ligger i det här fallet mycket nära bebyggelsen.

8.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

Anläggningen i Varberg är helt obemannad, och har varken personalutrymmen eller kontrollrum. I tabell 8.3 redovisas ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i maskinrummet.

1) Med perceptionströskel avses den lägsta vibrationsnivå, vid vilken människan kan uppfatta helkropps vibrationer.

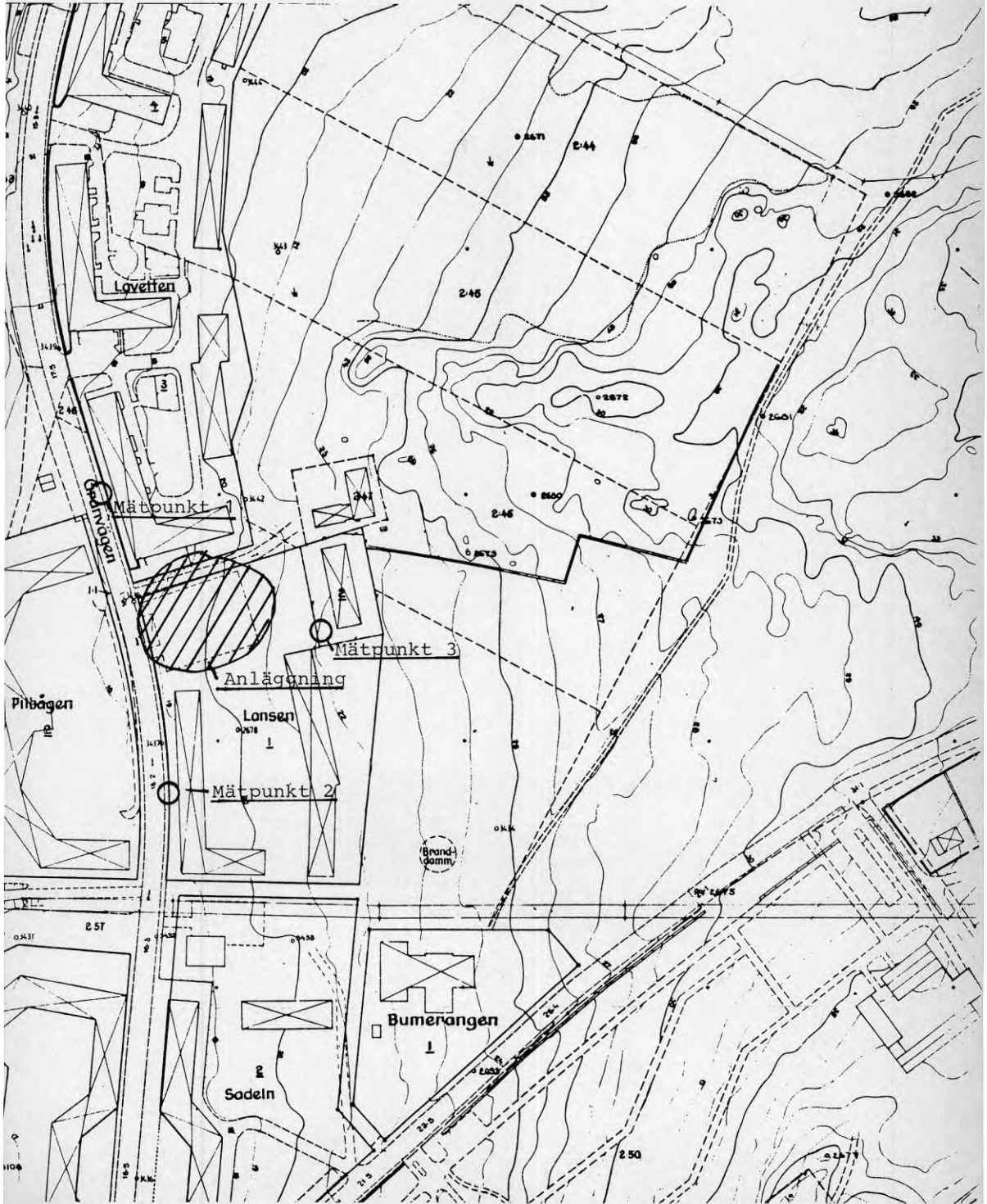
Mät punkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB
Maskinrum invid kompressor	95	95	99

Tabell 8.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer inne i anläggningen.

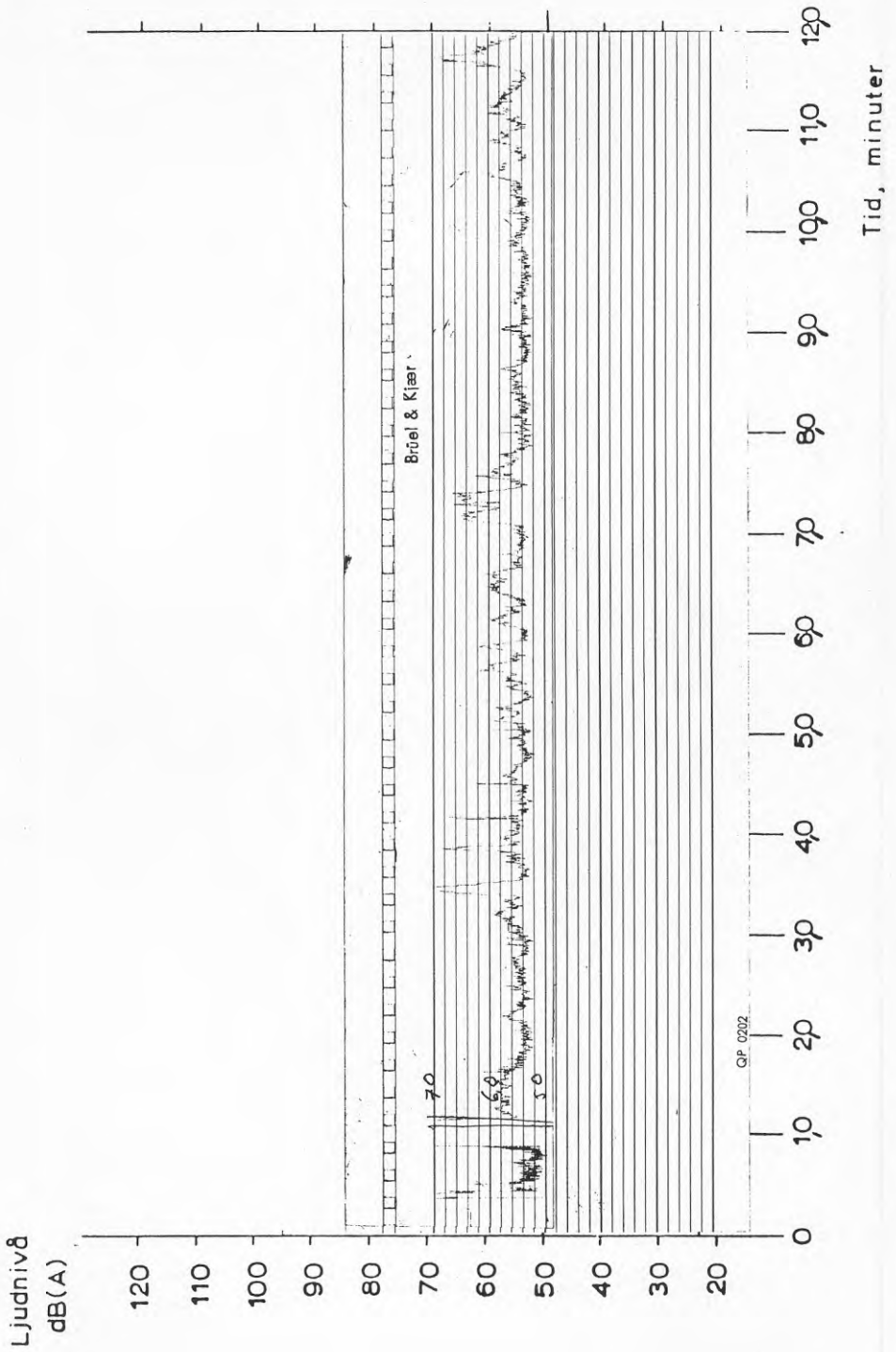
8.6 Byggnadens ljudisoleringsförmåga

Vi får här en skillnad om 42 dBA mellan ljudnivån i referenspunkten och ljudnivån invid kompressor.

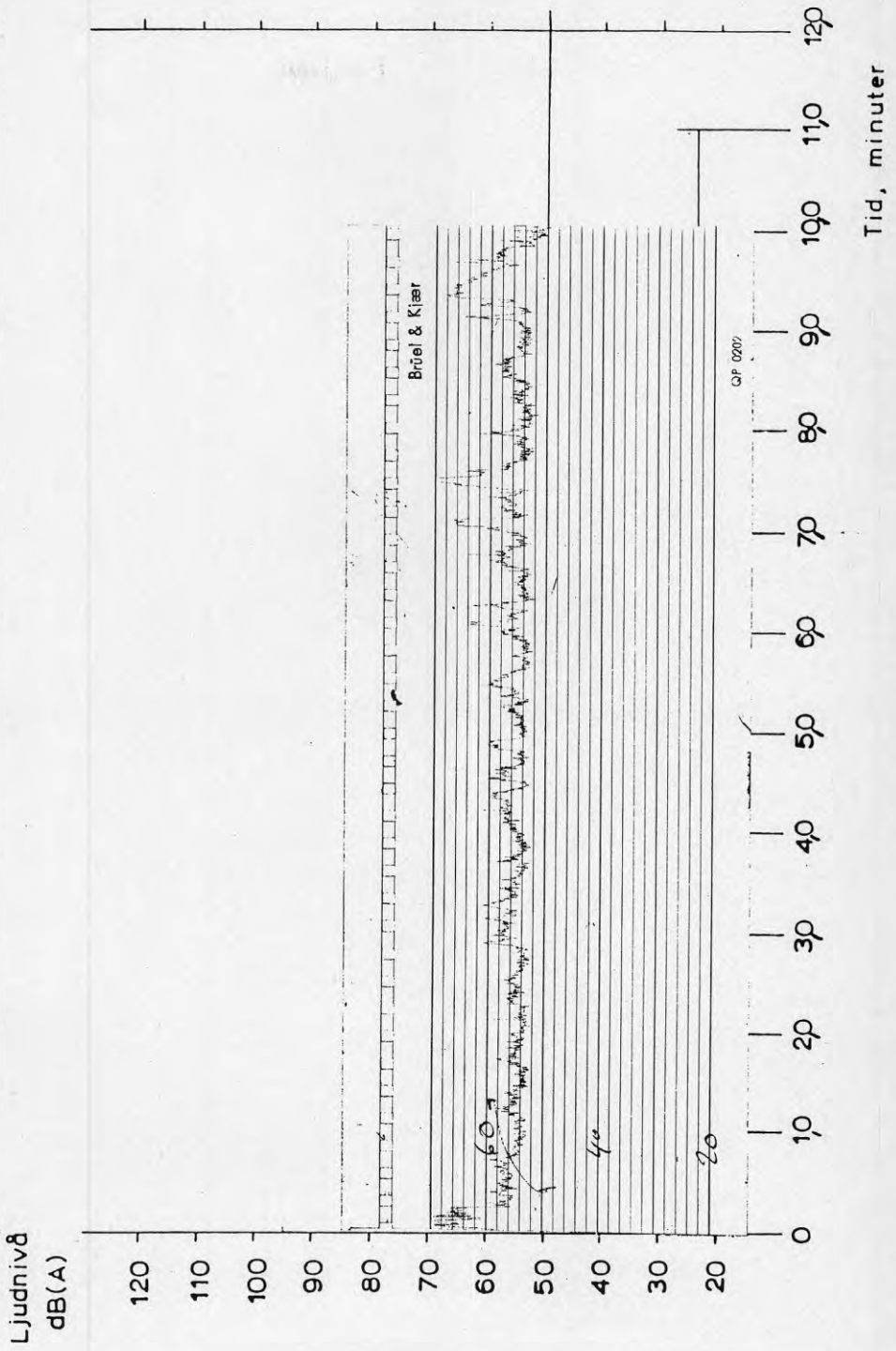
Karta över värmepumpanläggningen i Varberg



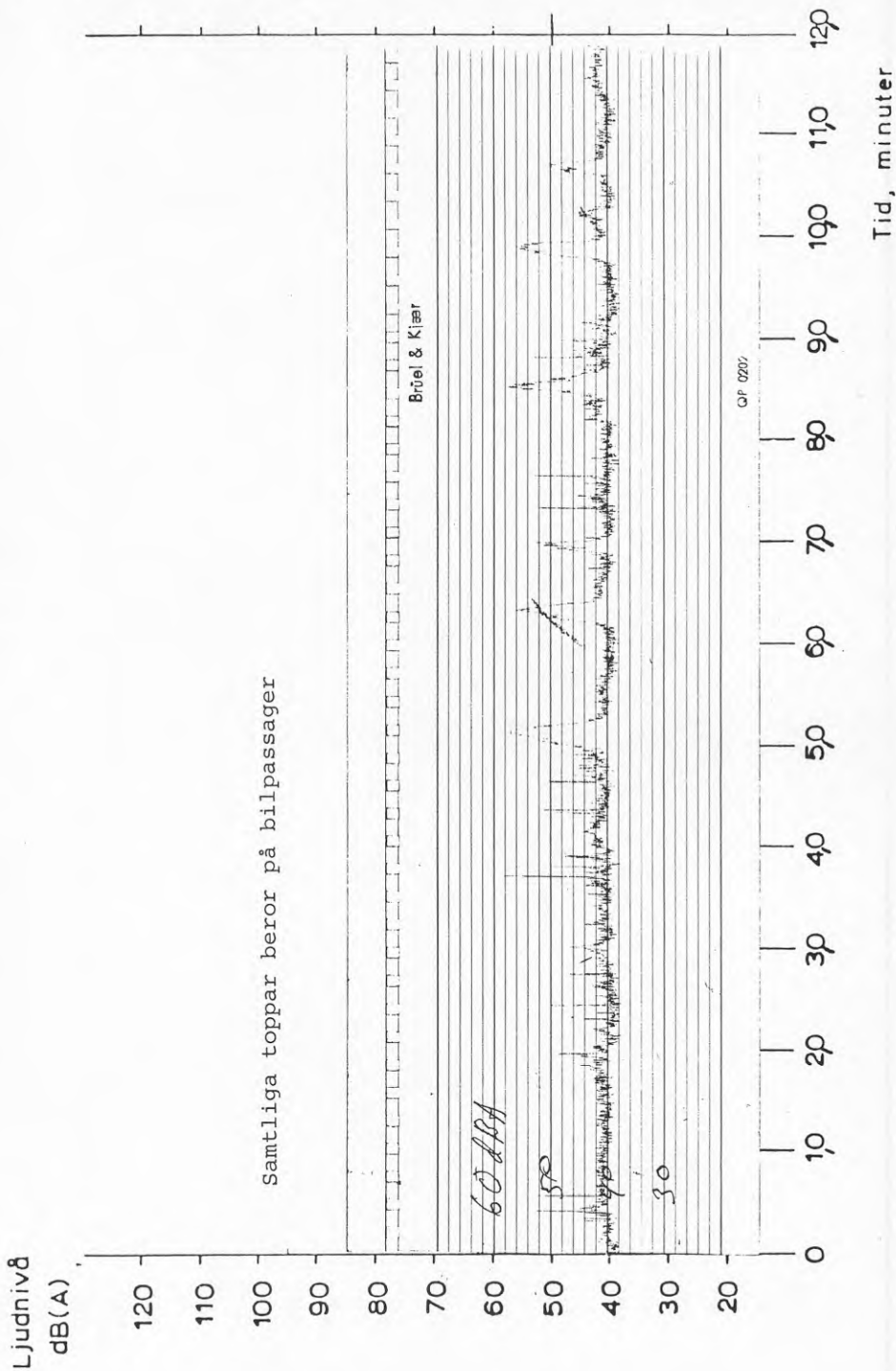
Dat. 86-09-30 kl. 07⁰⁹ - kl. 07²¹ Pos. Referenspunkten

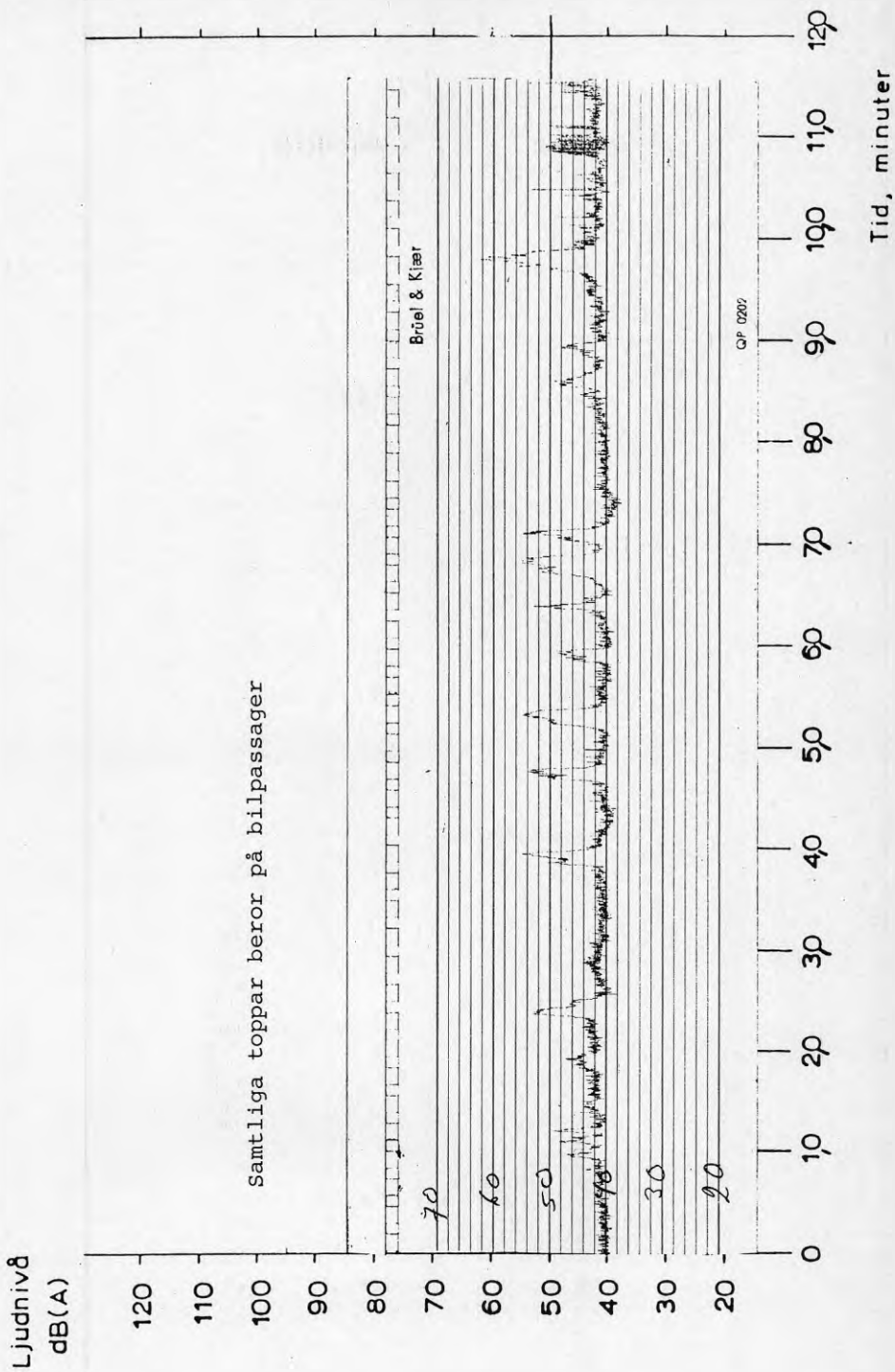


Dat. 86-09-30 kl. 07:21 - kl. 07:32 Pos. Referenspunkten



Dat. 86-09-30 kl. 04³⁸ - kl. 04⁵⁰ Pos. Referenspunkten





9 UPPSALA KRAFTVÄRME AB

9.1 Områdesbeskrivning, mätpunkter

Värmepumpanläggningen är belägen i området Brunna, ca 2 km nordost om Uppsala centrum. 50 meter söder om anläggningen går Kungsängsleden. I västlig riktning (ca 200 m), ligger ett reningsverk. Fastigheten i öster är för närvarande obebyggd. Norr om anläggningen (ca 100 m) ligger ett industriområde med byggnader av skilda slag. Terrängen i området är flack, och vegetationen är obetydlig. Utöver referenspunkten har två mätpunkter valts, bägge i riktning mot industriområdet.

9.2 Värmepumpar, tekniska data

Värmekälla: renat avloppsvatten

Dimensionerande
värmeeffekt: 39 MW

Kompressor
typ: turbokompressorer

fabrikat: ASEA-STAL

antal: 3 st

varvtal: 1500 r/min

Kompressormotorer
antal: 3 st

varvtal: 1500 r/min

märkeffekt: 3,8 MW

Spillvattenpump
antal: 6 st

varvtal: 1000 r/min

märkeffekt: 63 kW

Fjärrvärmepump
antal: 1 st

varvtal: 1000 r/min

effekt: 375 kW

9.3 Bullermätning 1986-11-09

9.3.1 Meteorologiska förhållanden

Lufttemperatur:	+ 6 ^o C
Relativ luftfuktighet:	80 %
Vindhastighet, 1 m över mark:	1-2 m/s
Vindriktning:	Sydostlig
Molnighet:	Halvmulet
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	0 mm

9.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten

Full drift vid anläggningen

Utdrag ur skrivarremsa, utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten redovisas i bilaga 9.2 och 9.3.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan, men vid driftstopp redovisas i bilaga 9.4.

9.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes i respektive mätpunkt momentan ljudnivå, dBA, samt momentana ljudtrycksnivåer, dB, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) och 20 Hz - 18 kHz. Mätningarna i omgivningen till värmepumparna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 9.1. I figur 9.1 visas motsvarande jämförelse men endast för referenspunkten.

Mätpunkt	Tidpunkt	Driftläge	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer		Anm
				2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB	
Ref	03.05	Full	52	60-63	70	
1	03.07	Full	47	49-53	66	
2	03.10	Full	46	50-53	66	
Ref	03.40	Stopp	51	59-62	72-78	1)
1	03.55	Stopp	45	49-52	65	
2	04.05	Stopp	43	47-50	63	

1) Spillvattenpumpar ej avstängda vilket höjer ljudnivån med 6-8 dBA.

Tabell 9.1 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

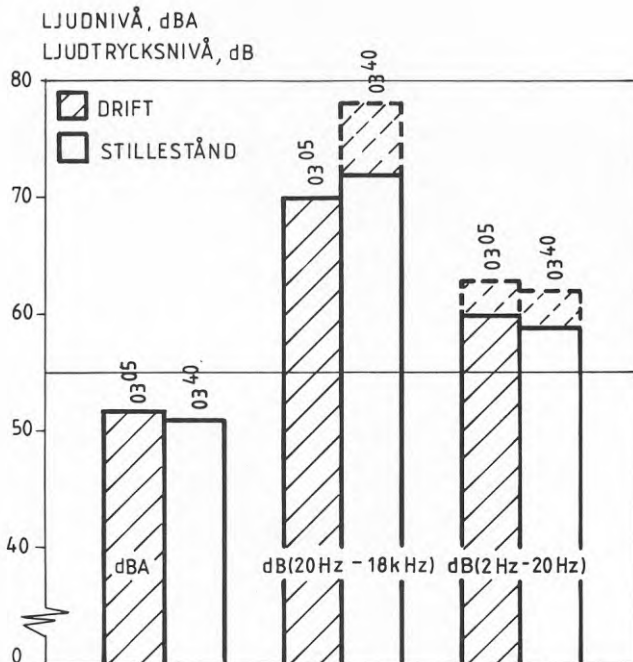


FIG. 9.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.

DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN MARKERAR ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER.

9.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 9.2 och 9.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet.

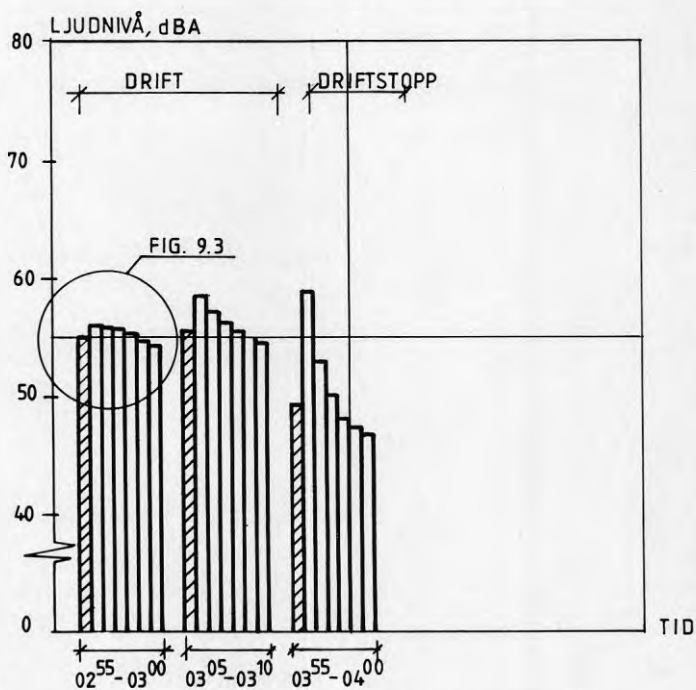


FIG. 9.2 EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

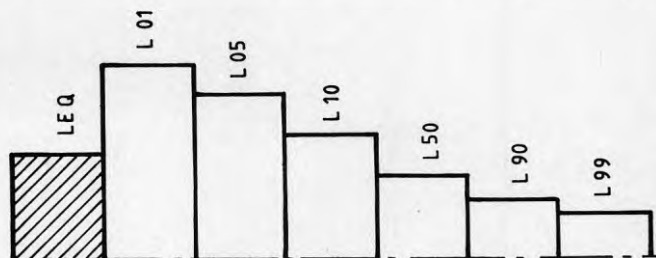


FIG. 9.3 DETALJ UR FIG. 9.2

- LEQ = Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet, här fem minuter.
- L01 = Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden.
- L05 = Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
- L10 = Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
- L50 = Ljudnivå som överskridits under 50 % av intervalltiden.
- L90 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L99 = Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

9.3.5 Subjektiva iakttagelser

Det ljud som emitteras från värmepumpanläggningen uppfattas som lågt. 10 meter från huvudbyggnaden ligger en separat byggnad som innehåller de spillvattenpumpar som ingår i anläggningen. Då dessa är i drift höjs ljudnivån som tidigare nämnts med 6-8 dBA. Ljudet från dessa spillvattenpumpar uppfattas som dominerande över ljudet från anläggningen.

9.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

9.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av ljudnivån med ca 6 dBA. Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på 49 dBA och man vid full drift av anläggningen får ett tillskott med 6 dBA upp till 55 dBA, får vi enligt ekv. (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1 L_3} - 10^{0,1 L_1}) = 54 \text{ dBA} \quad (1)$$

- där L_1 = Bakgrundsnivå (49 dBA)
- L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrundsljud
- L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrundsljud (55 dBA)

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentana ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse.

Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av andra störningar än den allmänna bakgrundsnyvån, får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen. Här kan vi inte göra motsvarande jämförelse, på grund av att vi inte har någon bebyggelse i närheten. Vi kan däremot utnyttja sambandet att en avståndsfördubbling medför att ljudnivån sjunker med 6 dBA. Detta gäller vid punktformig ljudkälla eftersom vi här har en något utbredd ljudkälla gäller sambandet ej exakt i detta fall. Ett bättre värde bör vara cirka 5 dBA. Hänsyn har då ej tagits till markdämpning m m varför framräknade värden torde vara något lägre än vad som redovisats.

Den ekvivalenta ljudnivån i referenspunkten vid full drift exklusive bakgrundsbuller är 54 dBA. Om vi förflyttar oss 80 meter bort från anläggningen, sjunker ljudnivån med 15 dBA. Den ekvivalenta ljudnivån blir då 39 dBA.

Eftersom det inte finns någon bebyggelse i närheten av anläggningen kan vi inte göra några jämförelser med gällande gränsvärden, men vi kan genom att jämföra den ekvivalenta ljudnivån i referenspunkten med motsvarande nivå för andra anläggningar få en bra bild av bullersituationen.

9.4.2 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten

Vi erhåller här för drift respektive driftstopp en skillnad på 1 dBA. Anledningen till att skillnaden är så liten beror på att de till anläggningen tillhörande spillvattenpumparna ej stängts av. Vi kan ur bilaga 9.4 se att då dessa stängs av blir skillnaden 8 dBA.

I infraljudsområdet, dvs i frekvensområdet under 20 Hz, får vi en skillnad på ca 2 dB. I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:15 ges allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om buller. Här ingår bl a exponeringsvärden för infraljud (tabell 9.2). Dessa värden torde ej vara tillämplbara i vårt fall (för boendemiljö), men bör ändå fungera som en fingervisning. Hur infraljudet påverkar människan är idag ej helt klarlagt. Man tror sig dock veta att besvär som huvudvärk och illamående kan uppträda vid höga nivåer.

Mittfrekvens 1/3-oktavband (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
2	130
2,5	126
3,15	122
4	118
5	114
6,3	110
8	106
10	102
12,5	98
16	94
20	90

Tabell 9.2 Exponeringsvärden för infraljud.

Angivna tabellvärden ligger 5-10 dB över perceptionströskeln¹⁾. Exponering för infraljud med nivåer under dessa värden torde normalt inte leda till besvär. Vid kortvarig exponering torde inte heller högre värden normalt medföra besvär.

9.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

I tabell 9.3 redovisas ljudnivåer och ljudtrycksnivåer för olika utrymmen. Ljudnivåerna är höga, speciellt i lunchrum och kontrollrum.

1) Med perceptionströskeln avses den lägsta vibrationsnivå vid vilken människan kan uppfatta helkropps vibrationer.

Mätpunkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB
Maskinhall	96	- 1)	95
Kontrollrum	57	- 1)	74-76
Lunchrum	62	- 1)	78-82

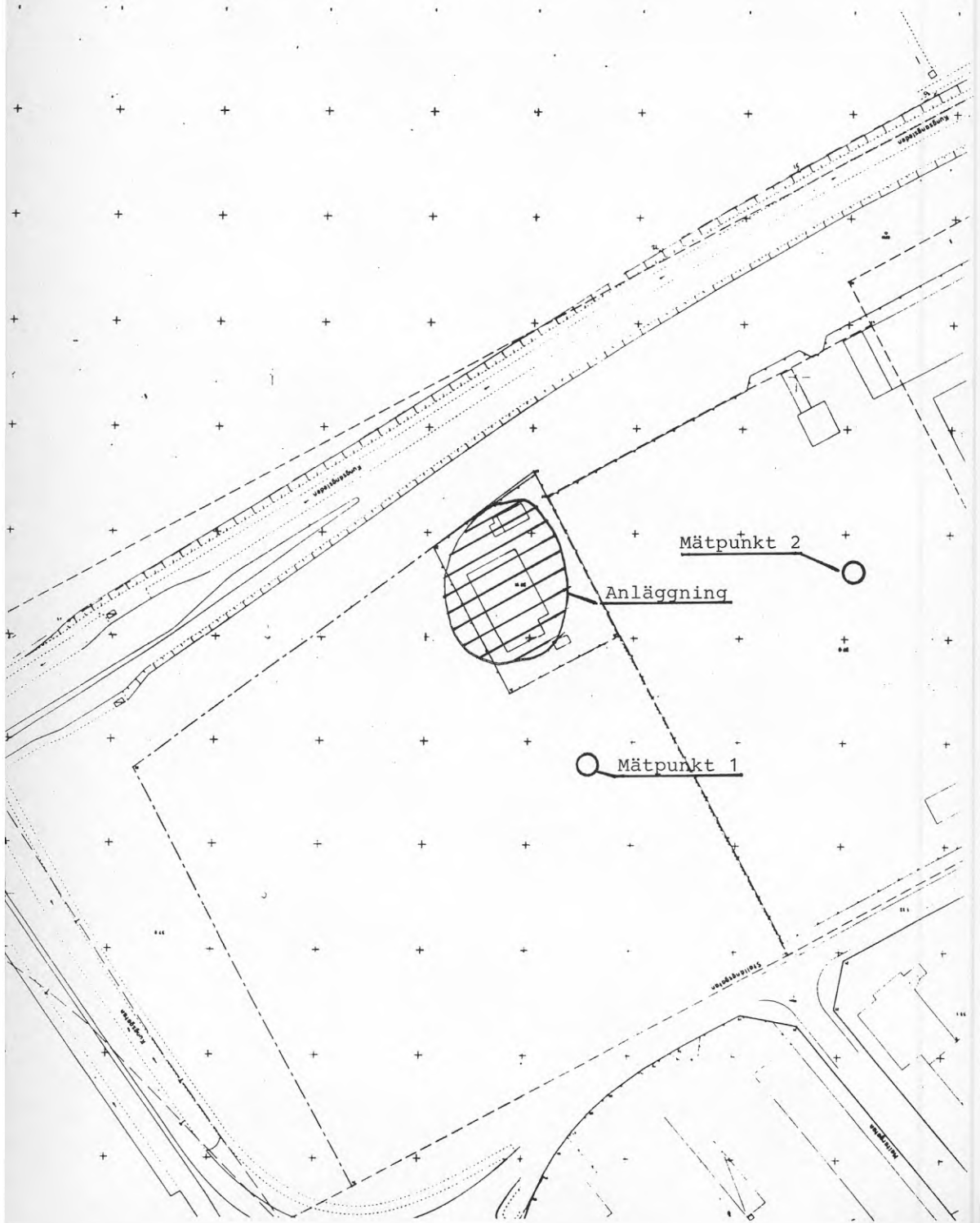
1) Värde ej uppmätt

Tabell 9.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer inne i anläggningen

9.6 Byggnadens ljudisoleringsförmåga

Vi får här en skillnad om 44 dBA mellan ljudnivån i referenspunkten och ljudnivån i maskinhallen.

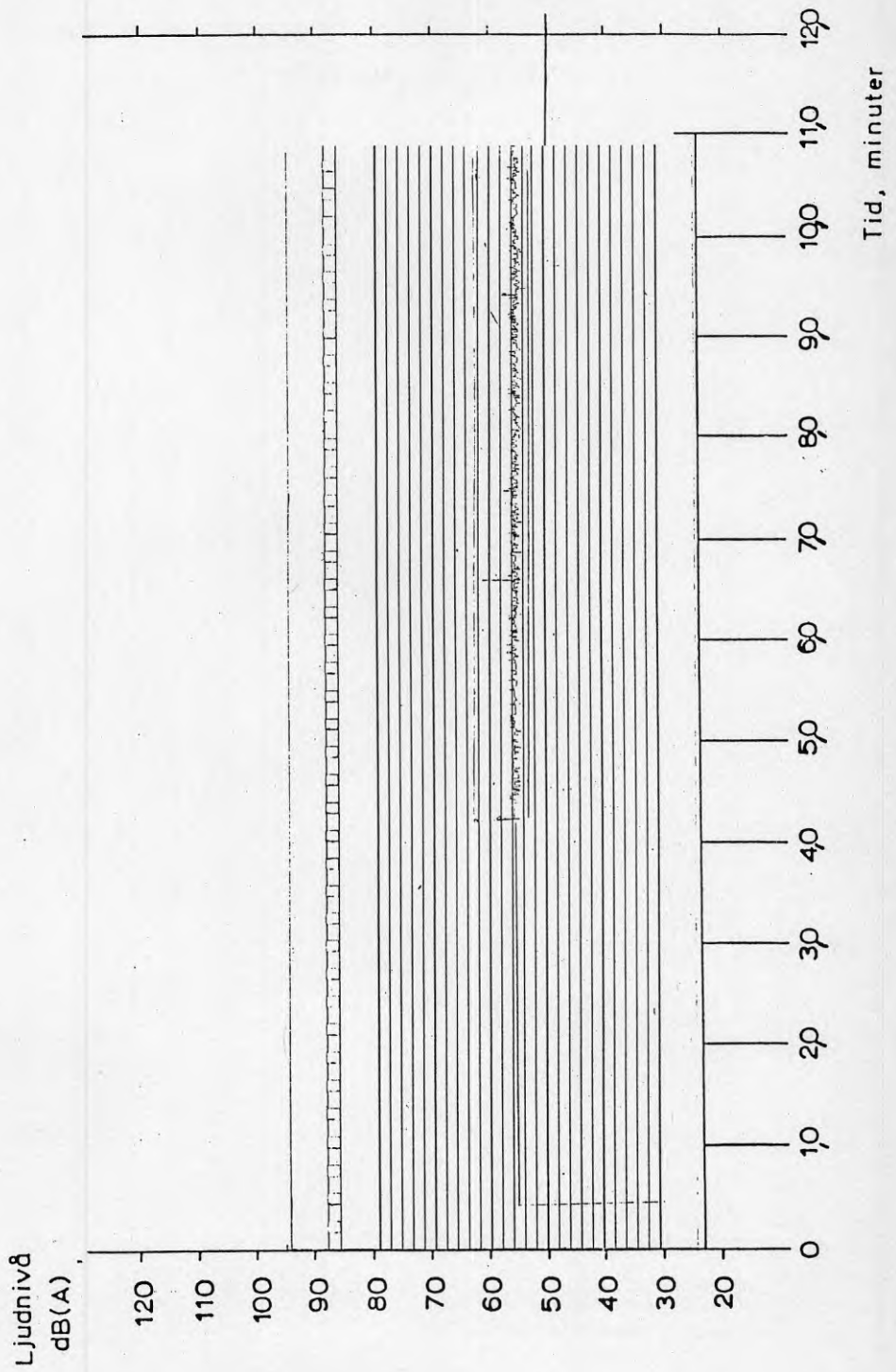
Karta över värmepumpanläggningen i Uppsala



Dat. 86-11-09 kl. 02 56 - kl.0303 Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skrivarremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

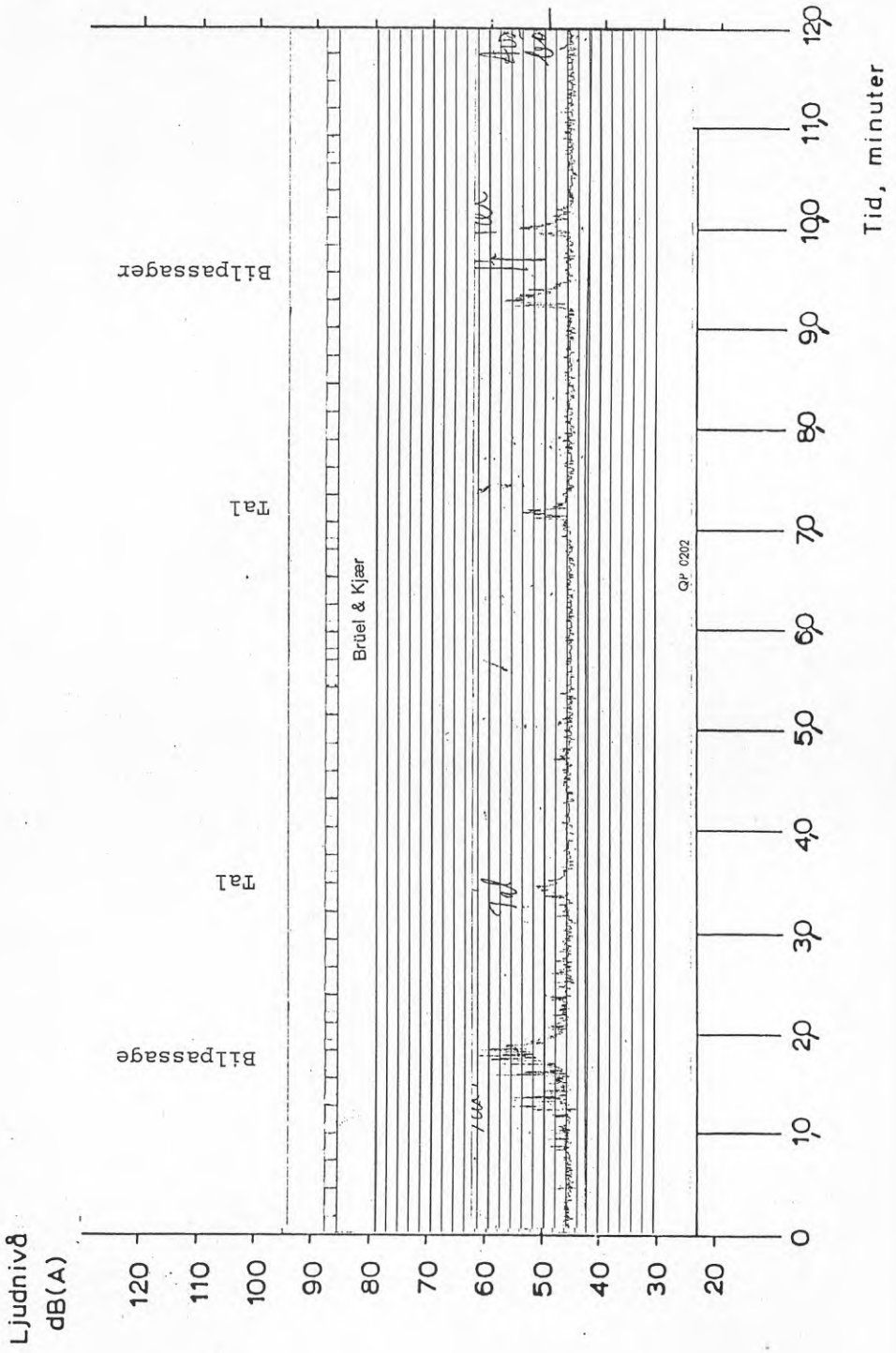
Bilaga 9.2



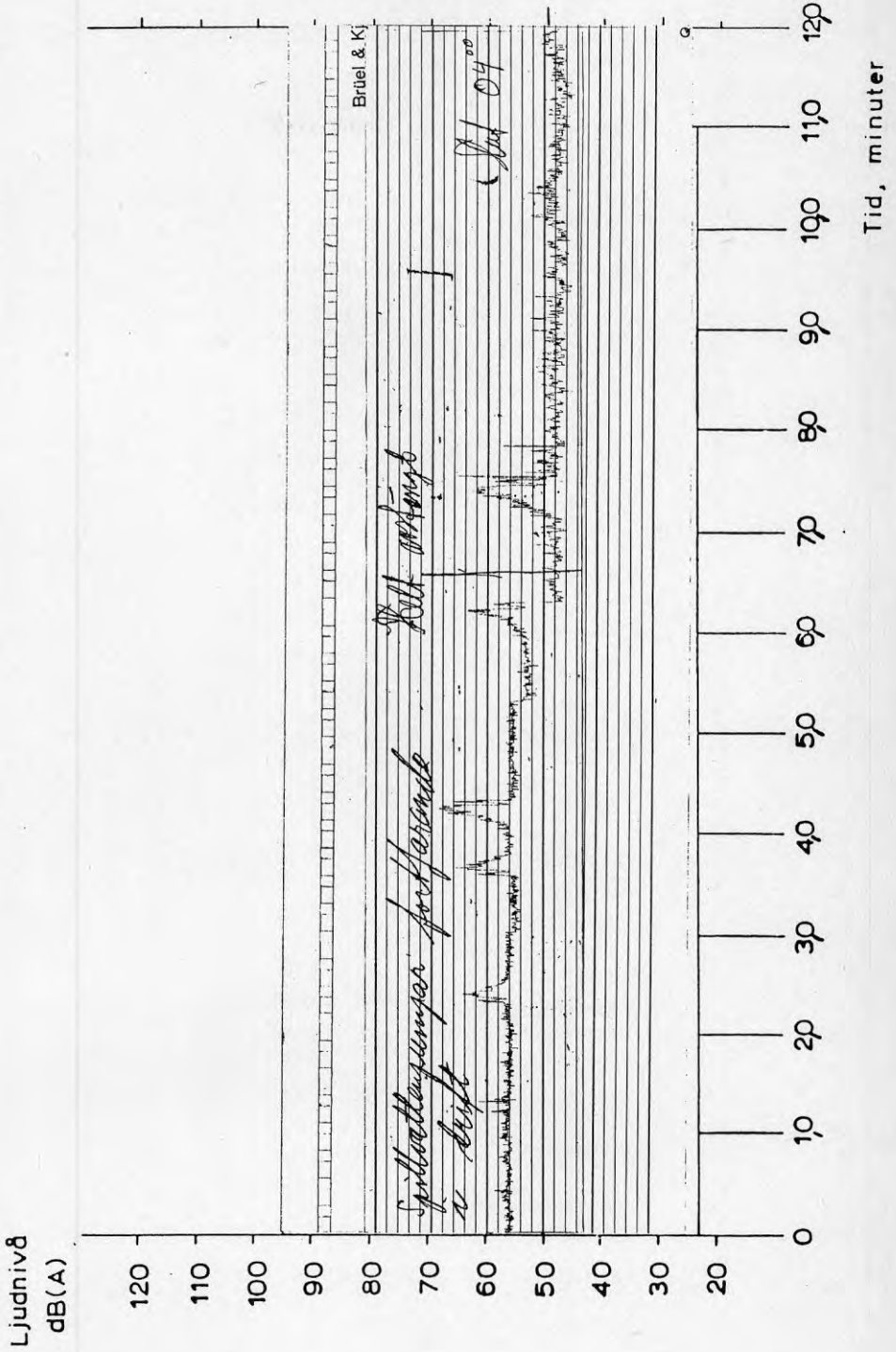
Dat. 86-11-09 kl. 03⁰³ - kl. 03¹⁵ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skrivebrev utvisende momentan lydning i referenspunkt (dBA)

Bilaga 9.3



Dat. 86-11-09 kl. 03¹⁶ - kl. 03²⁸ Pos. Referenspunkten



10 LOUDDEN, STOCKHOLM

10.1 Områdesbeskrivning

Värmepumpanläggningen är belägen ca 3 km utanför Stockholms centrum, intill frihamnen som är en del av Värtahamnen, se bilaga 10.1. Området ligger väl avskilt. I västlig riktning, ca 150 meter från anläggningen ligger ett område med kontor. I nordlig och östlig riktning ligger frihamnen. Österut begränsas området av ett skogsparti. Terrängen i närområdet är flack och någon vegetation förutom skogspartiet förekommer ej. På grund av att bebyggelse endast förekommer i en riktning, och i det här fallet kontorsbebyggelse, har vi valt endast en mätpunkt utöver referenspunkten.

10.2 Värmepumpar, tekniska data

Värmekälla: renat avloppsvatten

Dimensionerande
värmeeffekt: 5 MW

Kompressor

typ: 1-stegs turbokompressor

fabrikat: Schulzer

antal: 2 st

varvtal: 20200 r/min

Växellåda

typ: planetväxel

antal: 2 st

varvtal: 3000/20200 r/min

Kompressormotorer

antal: 2 st

varvtal: 3000 r/min

märkeffekt: 710 kW

Fjärrvärmepump

antal: 1 st

varvtal: 3000 r/min

märkeffekt: 75 kW

10.3 Bullermätning 1986-10-16

10.3.1 Meteorologiska förhållanden

Lufttemperatur:	11 ^o C
Relativ luftfuktighet:	90 %
Vindhastighet, 1 m över mark:	0-1 m/s
Vindriktning:	Sydväst
Molnighet:	Halvmulet
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	0 mm

10.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten

Full drift vid anläggningen

Utdrag ur skrivarremsa, utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten, redovisas i bilaga 10.2.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan, men vid driftstopp redovisas i bilaga 10.3.

10.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes i respektive mätpunkt, momentan ljudnivå, dBA, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) respektive 20 Hz - 18 kHz. Mätningarna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 10.1.

Mät punkt	Tid	Drift- läge	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer		Anm
				2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB	
Ref	01.50	Full	50	47-55	65-67	
1	01.52	Full	40	46-52	59-62	
Ref	02.11	Stopp	39	50-58	56-58	
1	02.13	Stopp	41	45-55	63-64	

Tabell 10.1 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

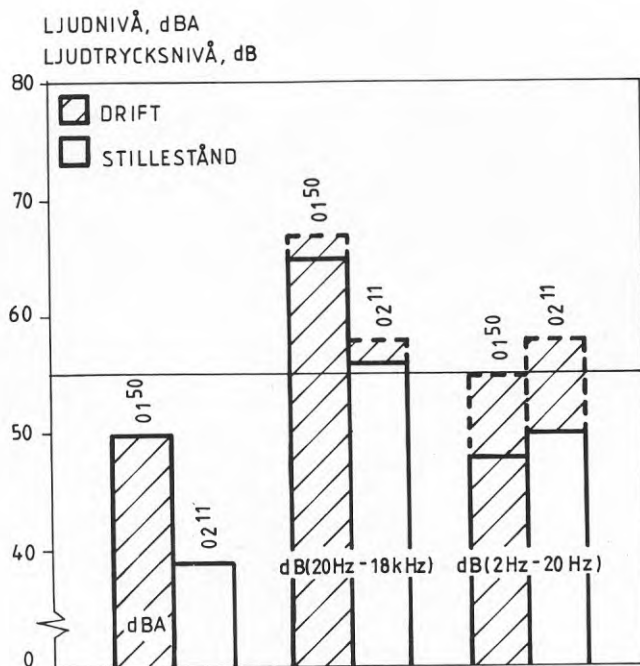


FIG. 10.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.
DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN MARKERAR ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER

10.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 10.2 och 10.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet.

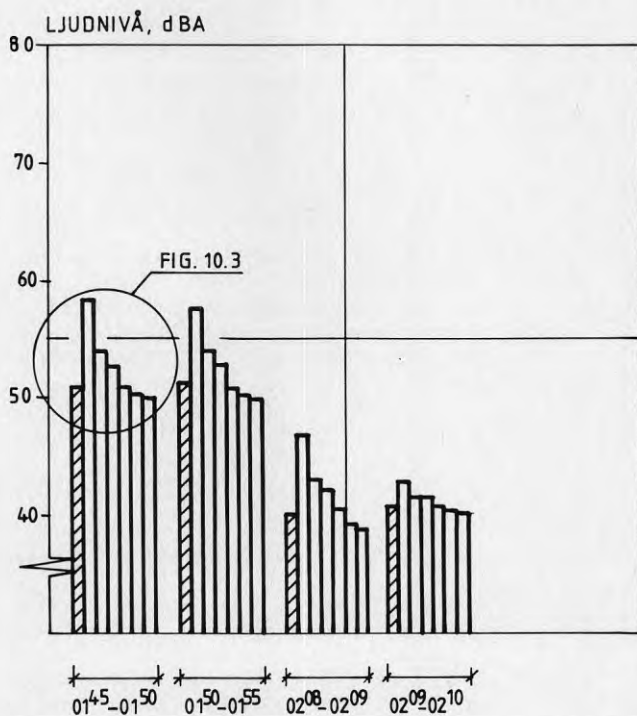


FIG. 10.2 EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

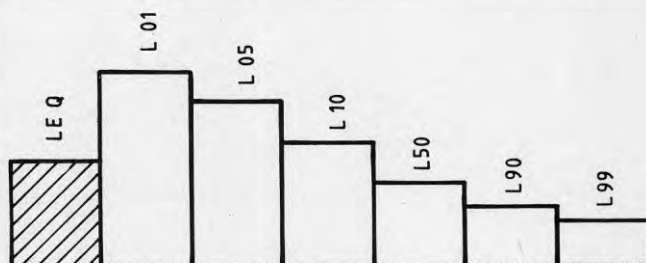


FIG 10.3 DETALJ UR FIG. 10.2

- LEQ = Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet.
- L01 = Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden som i det här fallet är 5 minuter.
- L05 = Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
- L10 = Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
- L50 = Ljudnivå som överskridits under 50 % av intervalltiden.
- L90 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L99 = Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

10.3.5 Subjektiva iakttagelser

Anläggningen i Loudden ligger långt från bostadsbebyggelse. Ljudet från anläggningen är mycket lågmält, och uppfattas inte som störande även om man befinner sig i referenspunkten som ligger 10 meter från fasaden. För denna anläggning gäller även att det ljud som emitteras dränks av ljud från hamnanläggningen.

10.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

10.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av ljudnivån med ca 10 dBA i referenspunkten.

Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på 40 dBA och man vid full drift får ett tillskott med 10 dBA upp till 50 dBA, får vi enligt ekv. (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1 L_3} - 10^{0,1 L_1}) = 50 \text{ dBA} \quad (1)$$

- där L_1 = Bakgrundsnivå (40 dBA)
- L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrundsljud.
- L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrundsljud (50 dBA).

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentana ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse.

Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av störningar får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen.

Här kan vi inte göra motsvarande jämförelse på grund av att vi inte har någon bebyggelse i närheten. Vi kan däremot utnyttja sambandet att en avståndsfördubbling medför att ljudnivån sjunker med 6 dBA. Detta gäller vid punktformig ljudkälla. Eftersom vi här har en något utbredd ljudkälla gäller sambandet ej exakt i detta fall. Ett bättre värde bör vara cirka 5 dBA. Hänsyn har då ej tagits till markdämpning m m varför framräknade värden torde vara något lägre än vad som redovisats.

Den ekvivalenta ljudnivån i referenspunkten vid full drift exklusive bakgrundsbuller är 50 dBA. Om vi förflyttar oss 80 meter bort från anläggningen sjunker ljudnivån med 15 dBA. Den ekvivalenta ljudnivån blir då 35 dBA.

Eftersom det inte finns någon bebyggelse i närheten av anläggningen kan vi inte göra några jämförelser med gällande gränsvärden, men vi kan genom att jämföra den ekvivalenta ljudnivån i referenspunkten med motsvarande nivå för andra anläggningar få en bra bild av bullersituationen.

10.4.2 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten

Vi erhåller här för drift respektive driftstopp en skillnad på 11 dBA. I infraljudsområdet, dvs i frekvensområdet under 20 Hz, får vi en skillnad på 4-6 dB. Känsligheten för infraljud är väsentligt mindre än för hörbart ljud. I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:15 ges allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om buller. Här ingår bl a exponeringsvärden för infraljud (tabell 10.2). Dessa värden torde normalt ej vara tillämplbara i vårt fall (för boendemiljö), men bör ändå fungera som en fingervisning i detta fall.

Hur infraljudet påverkar människan är idag ej helt klarlagt. Man tror sig dock veta att besvär som huvudvärk och illamående kan uppträda vid höga nivåer.

Mittfrekvens 1/3-oktavband (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
2	130
2,5	126
3,15	122
4	118
5	114
6,3	110
8	106
10	102
12,5	98
16	94
20	90

Tabell 10.2 Exponeringsvärden för infraljud.

Angivna tabellvärden ligger 5-10 dB över perceptionströskeln¹⁾. Exponering för infraljud med nivåer under dessa värden torde normalt inte leda till besvär. Vid kortvarig exponering torde inte heller högre värden normalt medföra besvär.

1) Med perceptionströskeln avses den lägsta vibrationsnivå vid vilken människan kan uppfatta helkropps vibrationer.

10.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

Anläggningen i Loudden innefattar maskinhall och ett pentry. Kontrollrum saknas. I tabell 10.3 redovisas ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i nämnda utrymmen.

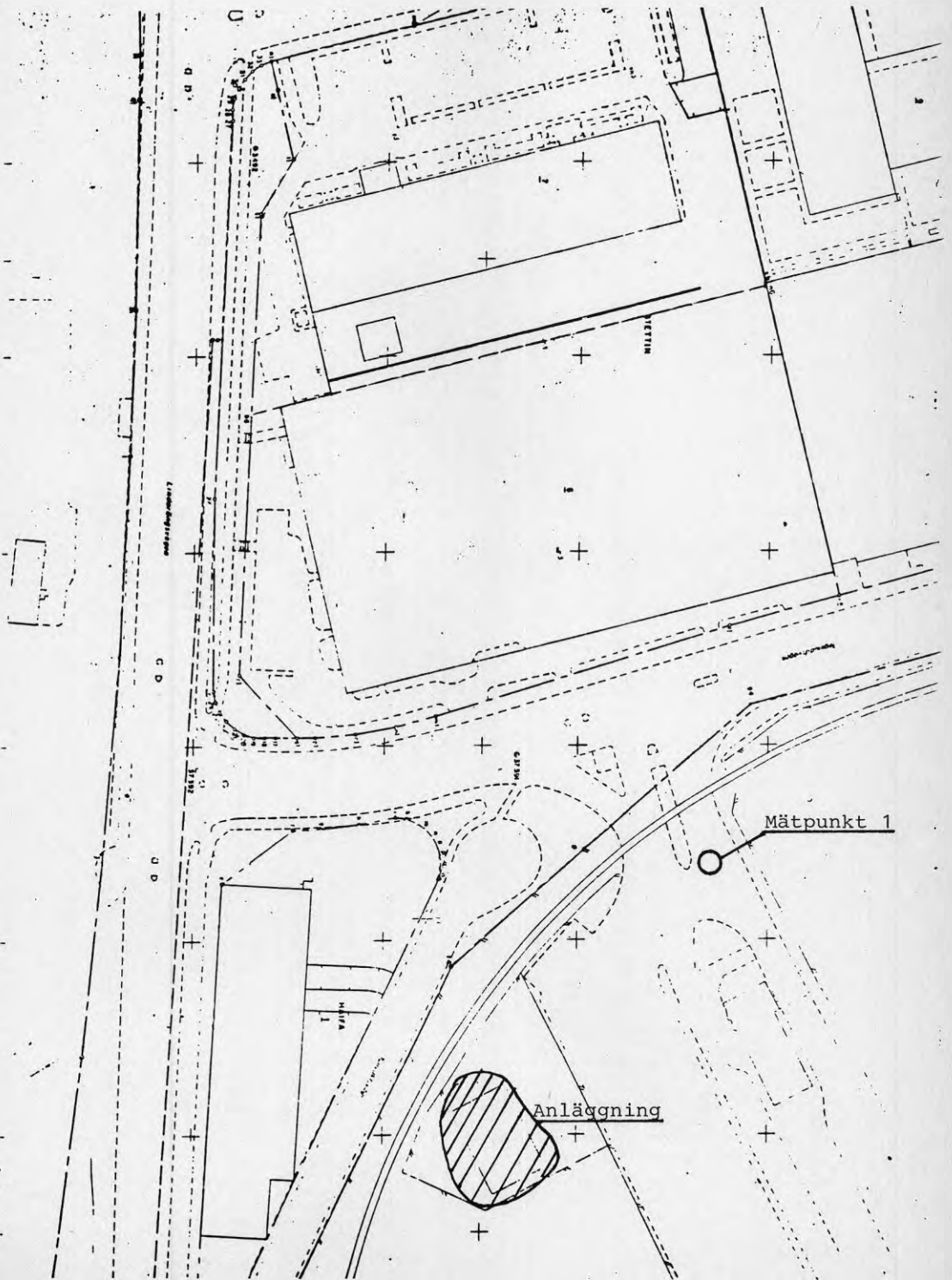
Mätpunkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB
Maskinhall	90	65-80	92-94
Pentry	54	55-60	71-73

Tabell 10.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer inne i anläggningen.

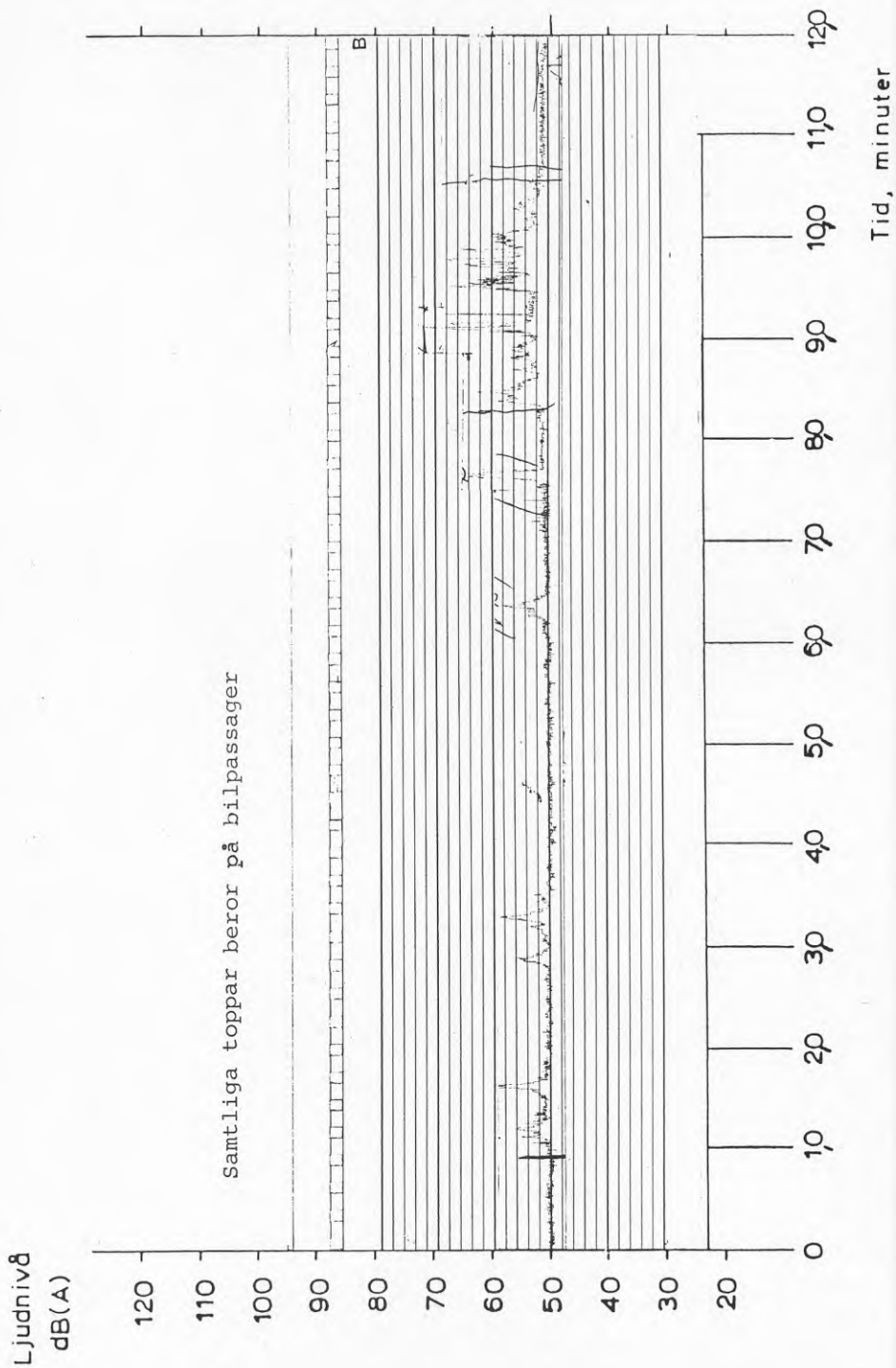
10.6 Byggnadens ljudisoleringsförmåga

Vi får här en skillnad om 40 dBA mellan ljudnivån i referenspunkten och ljudnivån i maskinhallen.

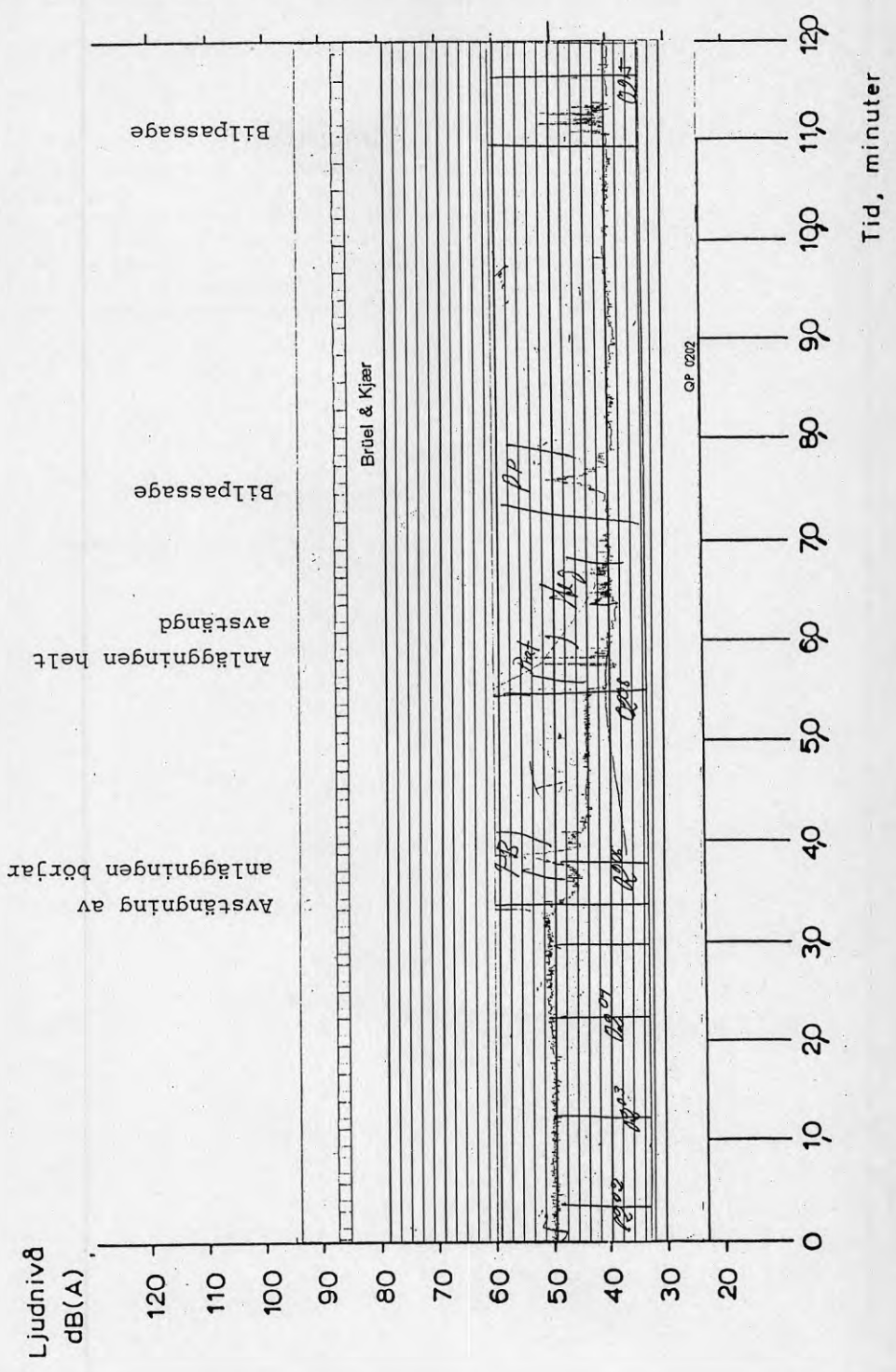
Karta över värmepumpenläggningen på Loudden



Dat. 86-10-16 kl. 01⁵⁰ - kl. 02⁰¹ Pos. Referenspunkten



Dat. 86-10-16 kl. 0202 - kl. 0215 Pos. Referenspunkten



11 ESKILSTUNA (Hällbybrunn)

11.1 Områdesbeskrivning, mätpunkter

Värmepumpanläggningen är belägen i ett gles bebyggt område med endast ett fåtal villor i omgivningen, se bilga 11.1. Dessa villor ligger alla i samma riktning ca 400-500 meter från anläggningen. Området begränsas i söder och väst av skog. I norr och öster är terrängen öppen med måttlig vegetation. I nordvästlig riktning ca 200 meter från anläggningen ligger ett industriområde. Vi har i det här fallet valt endast 1 mät punkt utöver referenspunkten på grund av den ringa byggelsen.

11.2 Teknisk beskrivning

Värmekälla: uteluft och grundvatten

Dimensionerande värmeeffekt: uteluft 2,5 MW vid -2°C utetemperatur
grundvatten 1,7 MW

Kompressorer

typ: skruvkompressor

fabrikat: STAL

antal: 3 st

varvtal: 3000 r/min

Kompressormotorer

antal: 3 st

varvtal: 3000 r/min

märkeffekt: 700 kW

Förångarfläktar

fläkt diameter: 2200 mm

antal: 8 st

varvtal: 280/210/168 r/min

motorernas

märkeffekt: 11 kW

Infiltrationspumpar

antal:	2 st
varvtal:	1500 r/min
motorernas märkeffekt:	18,5 kW resp 5,5 kW

Värmebärarpumpar

antal:	2 st
varvtal:	3000 r/min
motorernas märkeffekt:	11 kW

Fjärrvärmepumpar

antal:	2 st
varvtal:	3000 r/min
motorernas märkeffekt:	55 kW

11.3 Bullermätning 1986-06-2511.3.1 Meteorologiska förhållanden

Lufttemperatur:	10 ⁰ C
Relativ fuktighet:	70 %
Vindhastighet, 1 m över mark:	0 m/s
Vindriktning:	-
Molnighet:	Klart
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	0 mm

11.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten

Full drift vid anläggningen

Utdrag ur skivaremsa utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten redovisas i bilaga 11.2 och 11.3.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan, men vid driftstopp redovisas i bilaga 11.4 och 11.5.

11.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes momentan ljudnivå, dBA, samt momentana ljudtrycksnivåer, dB, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) respektive 20 Hz - 18 kHz. Mätningarna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 11.1. I figur 11.1 visas motsvarande jämförelse, men endast för referenspunkten.

Mätpunkt	Tid	Driftläge	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer		Anm
				2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB	
Ref	04.50	Stopp	49	54	52	
1	04.55	Stopp	30	49	52	
Ref	05.27	Full	62	74	82	
1	05.32	Full	32	45	52	

Tabell 11.1 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

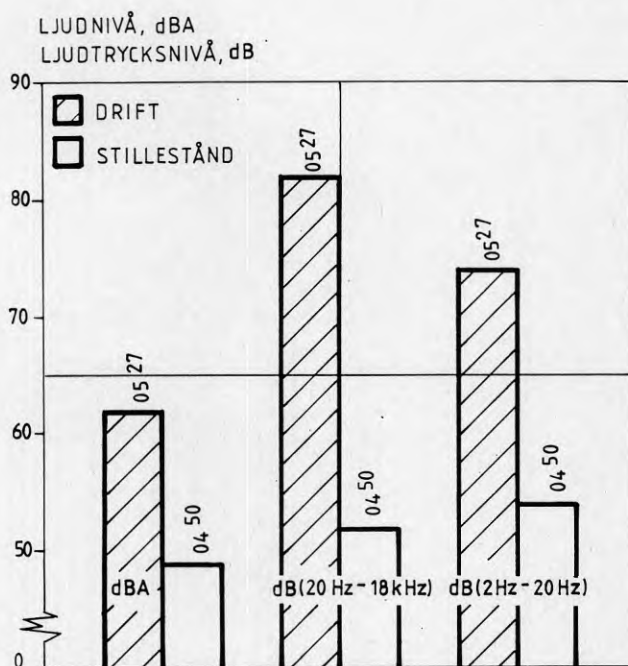


FIG. 11.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.
DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN MARKERAR ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER.

11.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 11.2 och 11.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet. Vi kan här se den sänkning av ljudnivån som vi får då anläggningen stängs av.

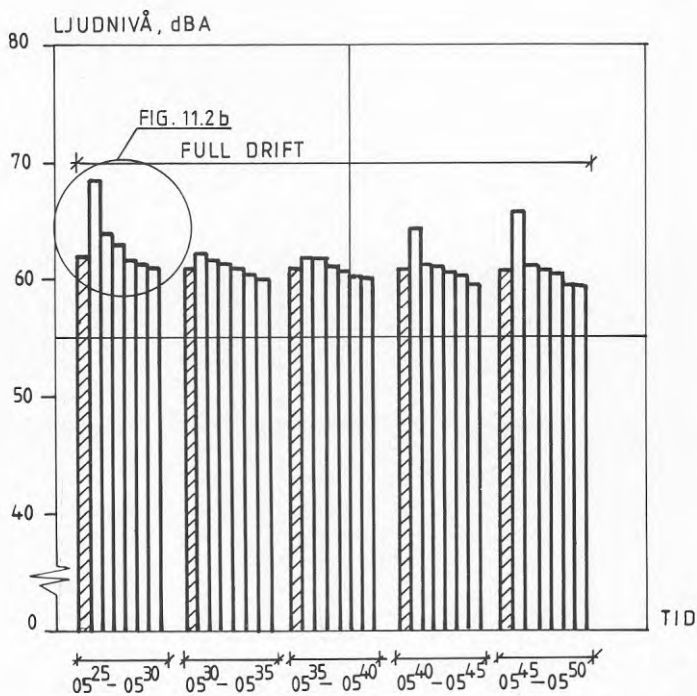


FIG. 11.2a EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

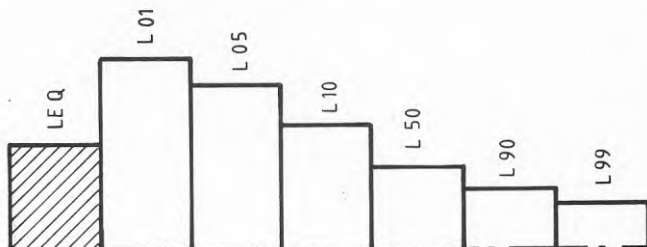


FIG. 11.2b DETALJ UR FIG. 11.2a

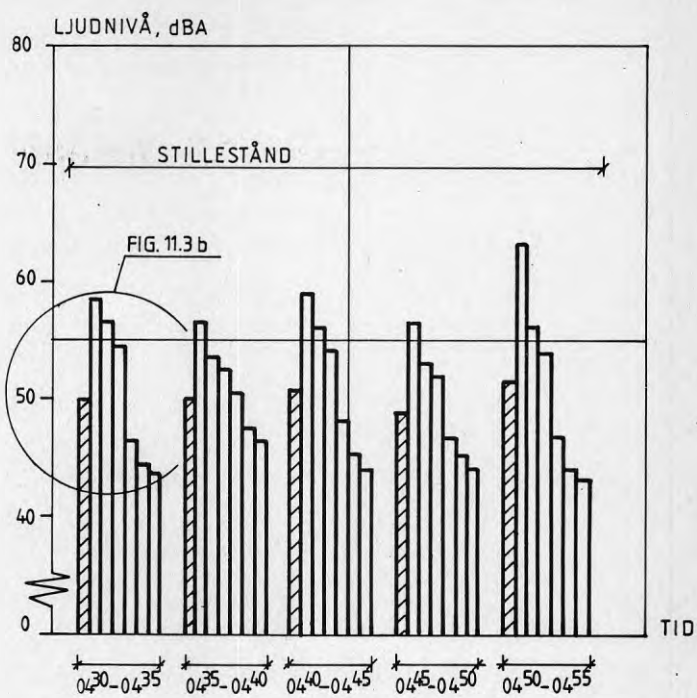


FIG. 11.3a EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

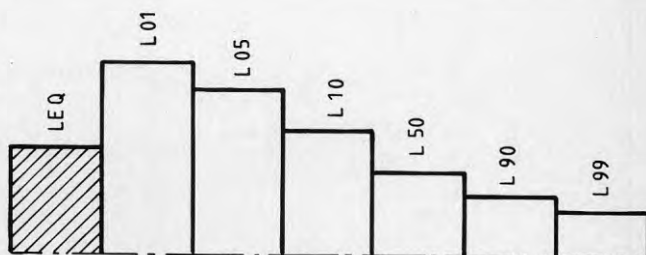


FIG. 11.3b DETALJ UR FIG. 11.3a.

- LEQ = Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet, här fem minuter.
- L01 = Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden.
- L05 = Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
- L10 = Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
- L50 = Ljudnivå som överskridits under 50 % av intervalltiden.
- L90 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L99 = Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

11.3.5 Subjektiva iakttagelser

Trots de stora fläktpaket som sitter på taket till anläggningen upplevdes ljudet från dessa som relativt svagt. I mät punkt 1 som ligger ca 200 m från anläggningen, var det omöjligt att uppfatta något ljud från fläktarna.

Däremot var den inre miljön bristfällig. En bärande I-balk som var stumt förbunden med väggen intill kontrollrummet, medförde att kraftiga vibrationer överfördes. Likaså var ledningsstegar till säkerhetsbrytare stumt förbundna till samma vägg. Detta medförde kraftiga oljud inne i kontrollrummet. Kompressorerna stod uppställda på fribärande fundament, som skiljdes från den övriga golvkonstruktionen med en elastisk fog. På grund av att några av de I-balkar som bär taket var stumt förbundna med det fribärande fundamentet, överfördes vibrationer via takbalkarna ner i golvet.

11.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

11.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av ljudnivån med ca 15 dBA i referenspunkten. Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på ca 46 dBA, och man vid full drift av anläggningen får ett tillskott med 15 dBA upp till ca 61 dBA, får vi enligt ekv (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1L_3} - 10^{0,1L_1}) = 61 \text{ dBA} \quad (1)$$

- där L_1 = Bakgrundsnivå (46 dBA)
 L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrundsljud
 L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrundsljud (61 dBA).

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentan ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse.

Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av andra störningar än den allmänna bakgrundsnivån, får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen.

Här har vi uppmätt en skillnad i momentan ljudnivå om 30 dBA mellan referenspunkten och mätpunkt vid närmaste bebyggelse. Det innebär således att den ekvivalenta ljudnivån vid närmaste bebyggelse blir 30 dBA lägre än värdet i ekv (1), således cirka 31 dBA.

Detta resultat skall jämföras med de riktvärden som angetts i tabellerna 3.1 och 3.2.

11.4.2 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten

Vi erhåller här för drift respektive driftstopp en skillnad på 13 dBA. I infraljudsområdet, dvs i frekvensområdet under 20 Hz, får vi en skillnad på 20 dB. Känsligheten för infraljud är dock väsentligt mindre än för hörbart ljud. I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:15 ges allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om buller.

Här ingår bl a exponeringsvärden för infraljud (tabell 11.2). Dessa värden torde ej vara tillämplbara i vårt fall (för boendemiljö), men bör ändå fungera som en fingervisning. Hur infraljudet påverkar människan är idag ej helt klarlagt. Man tror sig dock veta att besvär som huvudvärk och illamående kan uppträda vid höga nivåer.

Mittfrekvens 1/3-oktavband (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
2	130
2,5	126
3,15	122
4	118
5	114
6,3	110
8	106
10	102
12,5	98
16	94
20	90

Tabell 11.2 Exponeringsvärden för infraljud.

Angivna tabellvärden ligger 5-10 dB över perceptionströskeln¹⁾. Exponering för infraljud med nivåer under dessa värden torde normalt inte leda till besvär. Vid kortvarig exponering torde inte heller högre värden normalt leda till besvär.

Med utgångspunkt från kapitel 11.4.1 och 11.4.2 kan vi konstatera, att de aktuella ljudnivåer som det här är frågan om innebär att värmepumparna enligt gällande normer ej avger störande buller till omgivande bostäder.

11.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

I tabell 11.3 redovisas ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i maskinhall, kompressorum, kontrollrum samt lunchrum. Ljudnivåerna är höga, trots separata kompressorum.

1) Med perceptionströskel avses den lägsta vibrationsnivå, vid vilken människan kan uppfatta helkropps vibrationer.

Mätpunkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 10 kHz dB
Maskinhall	84	80-90	98
Kompressorrum	100	85-95	105
Kontrollrum	62	65-70	72
Lunchrum	58	62	76

Tabell 11.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer inne i anläggningen.

11.6 Byggnadens ljudisolering

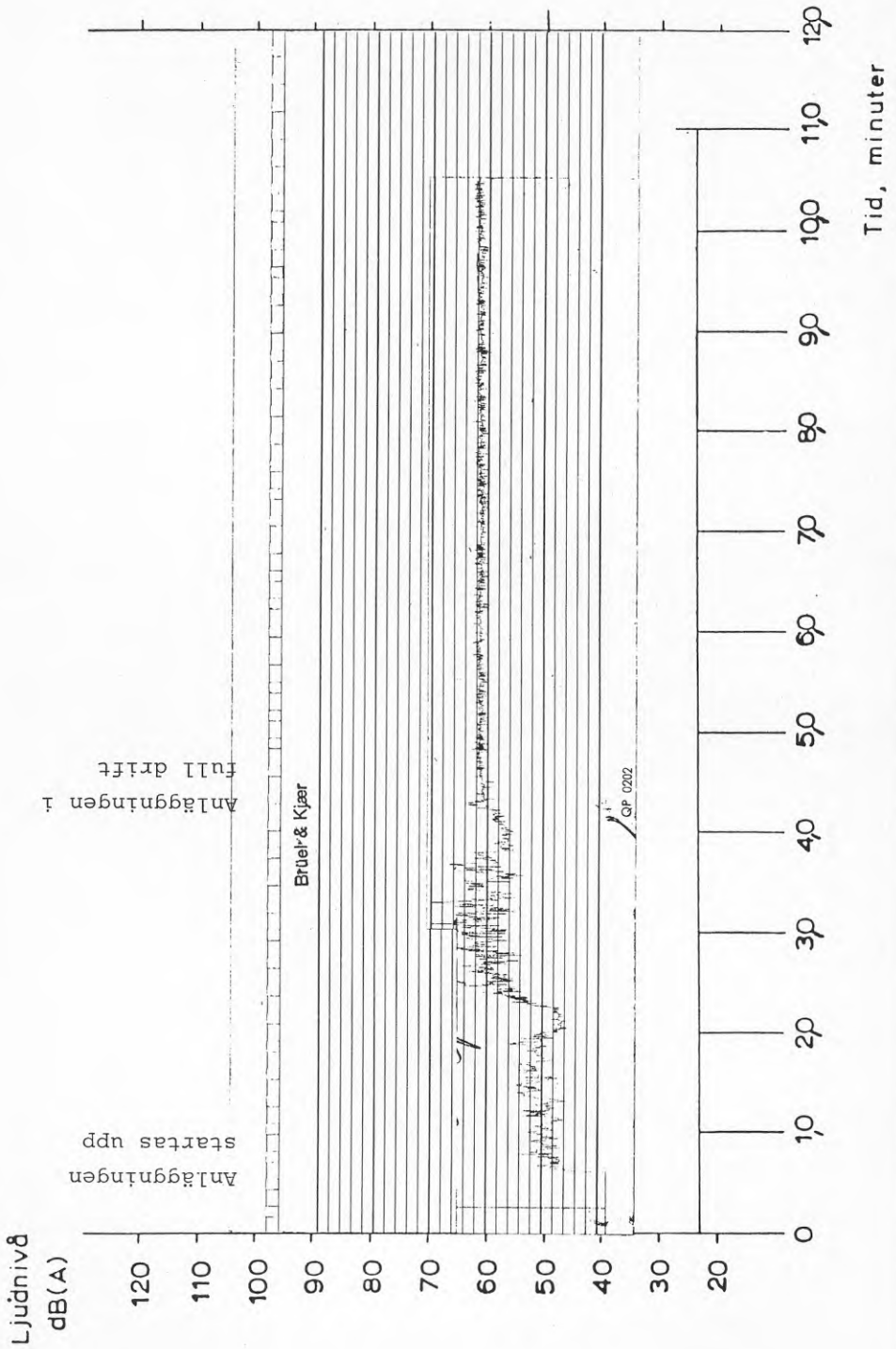
Vi får här en skillnad om 22 dBA mellan ljudnivån i referenspunkten och ljudnivån i maskinhallen.

Dat. 86-06-25 kl. 0512 - kl. 0524

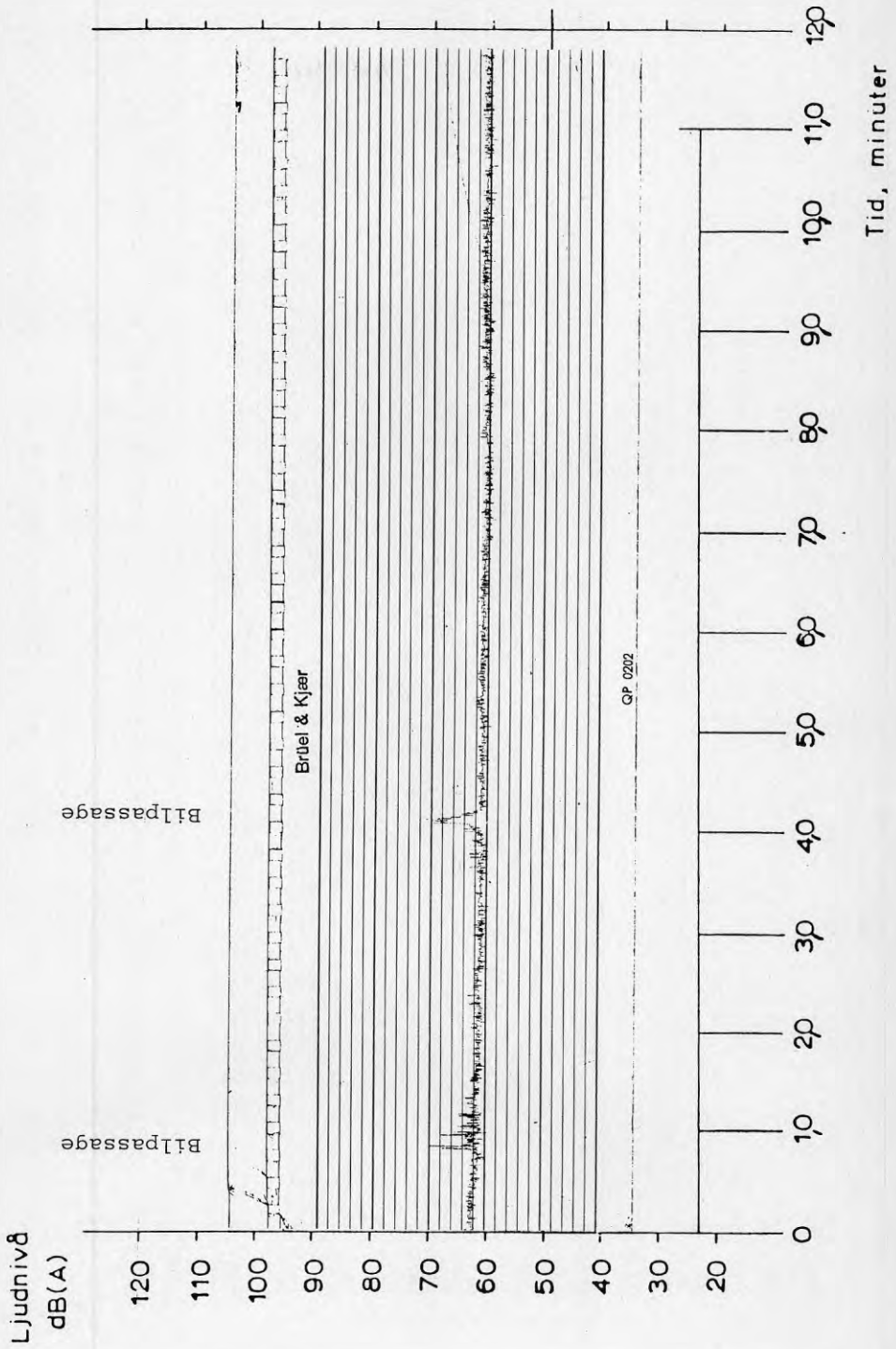
Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skivarremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

Bilaga 11.2



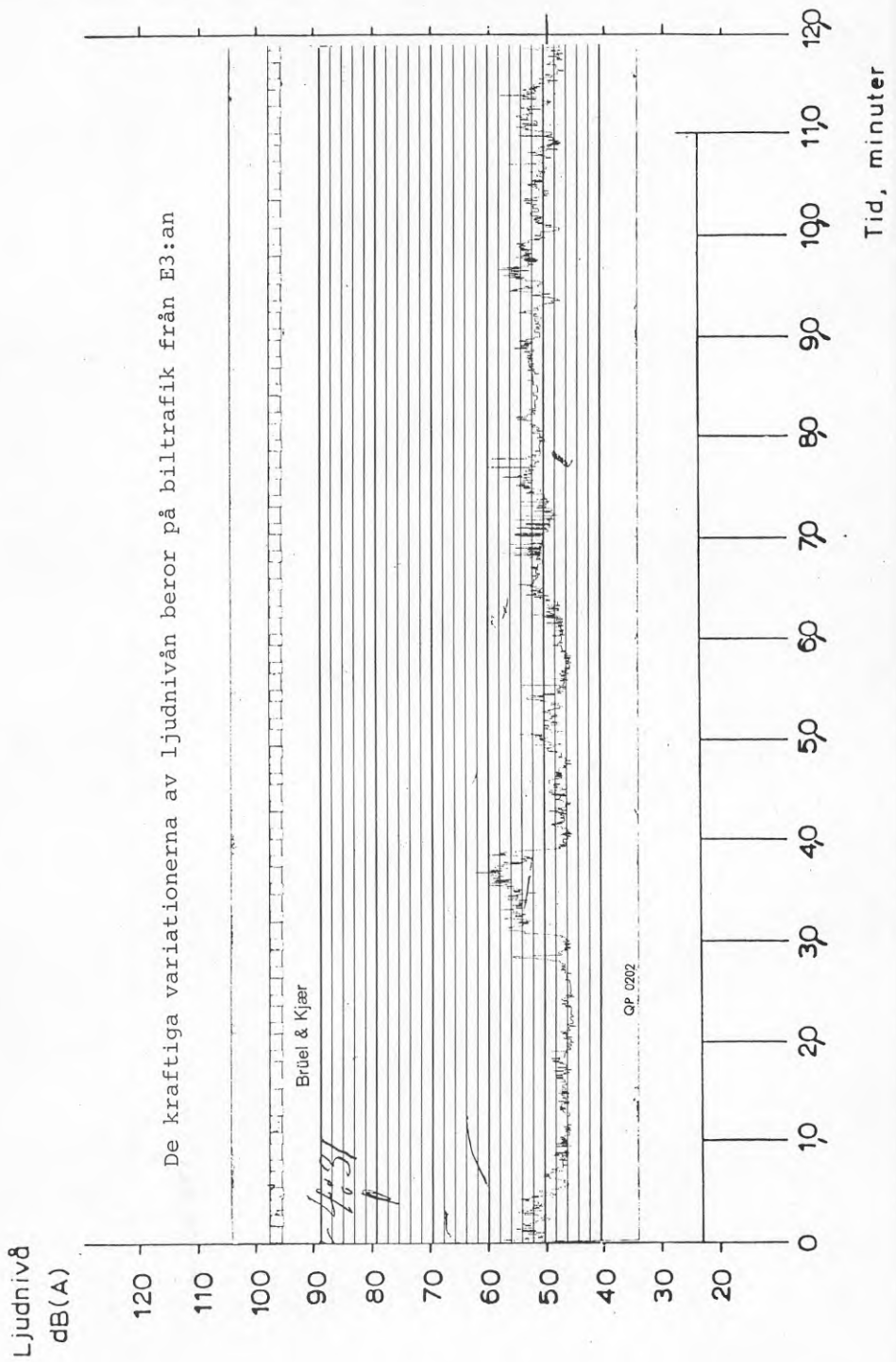
Dat. 86-06-25 kl. 05³⁴ - kl. 05³⁶ Pos. Referenspunkten

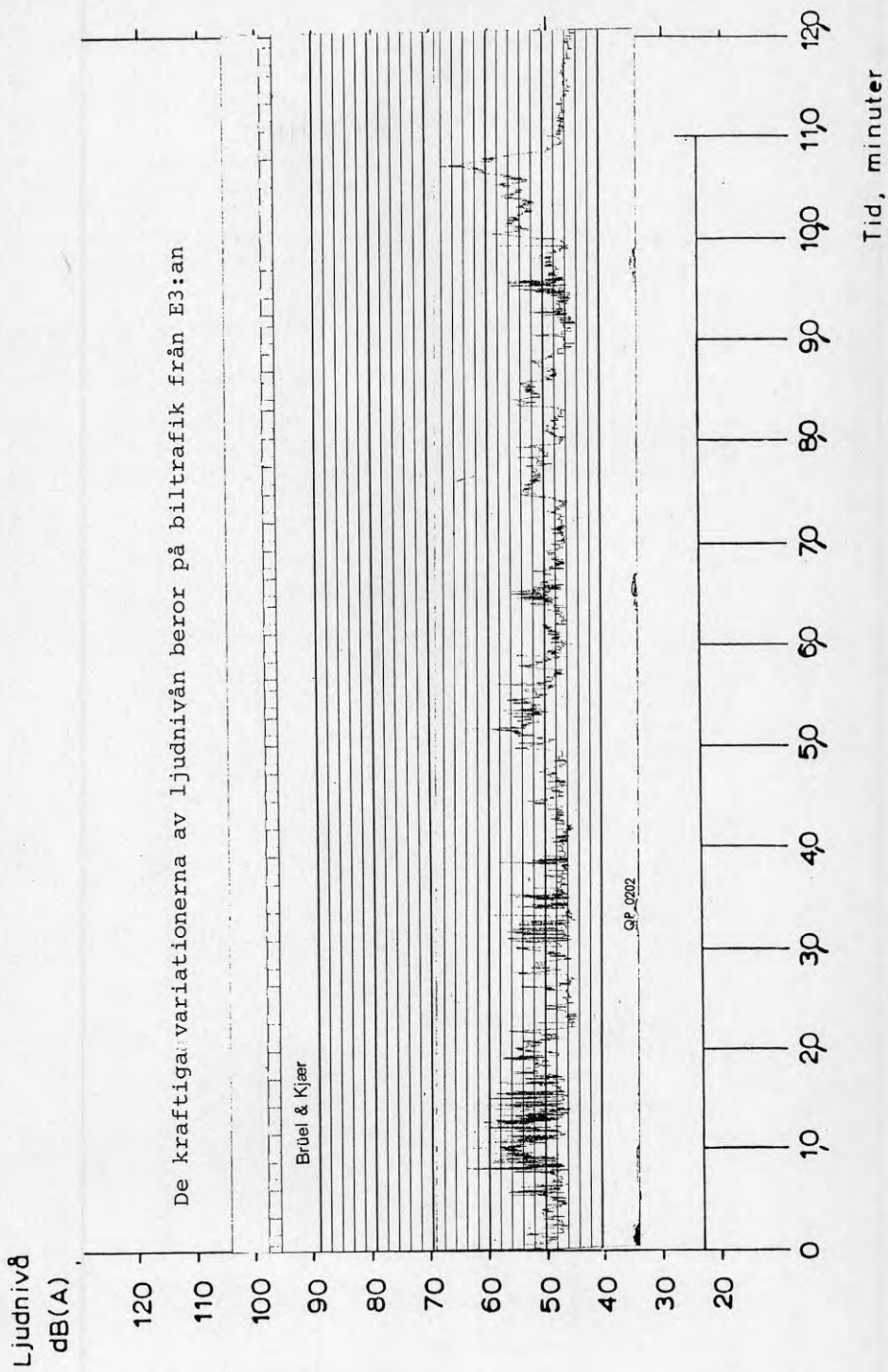


Dat. 06-06-25 kl. 04³¹ - kl. 04⁴³ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skrivarremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

Bilaga 11.4





12 VISBY

12.1 Områdesbeskrivning, mätpunkter

Värmepumpanläggningen är belägen ca 1 km söder om Visby hamn, i ett väl avskilt område ca 10 meter från stranden, se bilaga 12.1. Västerut begränsas området av havet. Österut ligger kontrollrum och personalutrymmen i två separata byggnader. Dessa ligger ca 10 meter från värmepumpanläggningen. Bakom dem reser sig en ca 10 meter hög sluttande bergvägg.

I nord-sydlig riktning begränsas anläggningen på båda sidor av höga kullar, vilket medför att den i stort sett är helt avskärmd från omgivningen. Ingen bebyggelse finns i närheten av anläggningen.

Vi har i det här fallet valt endast en mätpunkt utöver referenspunkten på grund av att bullret från anläggningen är så svagt, att någon mätbar skillnad ej föreligger mellan drift och stillestånd.

12.2 Värmepumpar, tekniska data

Värmekälla:	avloppsvatten/sjövatten
Dimensionerande värmeeffekt:	8 MW
Kompressor typ:	skruvkompressor
fabrikat:	STAL
antal:	2 st
varvtal:	3000 r/min
Växellåda antal:	2 st
varvtal:	1500/3000 r/min
Kompressormotorer antal:	2 st
varvtal:	1500 r/min
märkeffekt:	1,8 MW

Köldbärarpumpar

antal:	2 st
varvtal	735 r/min
märkeffekt:	130 kW

Fjärrvärmepumpar

antal:	2 st
varvtal:	3000 r/min (varvtalsstyrda)
märkeffekt:	67 kW

12.3 Bullermätning 1986-07-2412.3.1 Meteorologiska förhållanden

Lufttemperatur:	+ 16 ⁰ C
Relativ fuktighet:	75 %
Vindhastighet 1 m över mark:	0 m/s
Vindriktning:	-
Molnighet:	Helt mulet
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	2 korta skurar totalt ca 1 mm.

12.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunktenFull drift vid anläggningen

Utdrag ur skivarremsa, utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten, redovisas i bilaga 12.2 och 12.3. Tyvärr kunde man vid mättillfället ej upprätthålla full drift mer än ca 3 min på grund av låg abonnentlast. Vi ser ändå tydligt att ljudnivån sjunker ca 8-10 dBA vid övergång från körning med bägge kompressorerna till endast en.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan, men vid driftstopp redovisas i bilaga 12.4.

Orsaken till att ljudnivån inte sjunker ytterligare beror på att ljudnivån vid körning med en kompressor är så låg att den nästan motsvarar bakgrunds-nivån. Dessutom ligger kompressor 1, som vid mättillfället var i drift, i den ände av byggnaden som ligger längst bort från mikrofonen. Orsaken till att mikrofonen ej flyttades var att den andra änden av fastigheten ej var representativ som referenspunkt.

12.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes i de mätpunkter där så var möjligt, momentan ljudnivå, dBA, samt momentana ljudtrycksnivåer, dB, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) respektive 20 Hz - 18 KHz. Mätningarna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 12.1. I figur 12.1 visas motsvarande jämförelse men endast för referenspunkten. På grund av svårigheterna att uppnå full drift finns mätvärden för detta tillfälle endast redovisade på skivrarremsa enligt bilaga 12.2 och 12.3.

Mätpunkt	Tid	Driftläge	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer		Anm
				2-20 Hz dB	20Hz-18 kHz dB	
Ref	05.05	Halv	42	65	62	
1	05.20	Halv	45	65	62	
Ref	05.30	Stopp	38	- 1)	- 1)	
1	05.35	Stopp	- 1)	- 1)	- 1)	

- 1) Mätning ej genomförbar på grund av att ljudet från trafik, båtar m m dränkte ljudet från värmepumpanläggningen.

Tabell 12.1 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

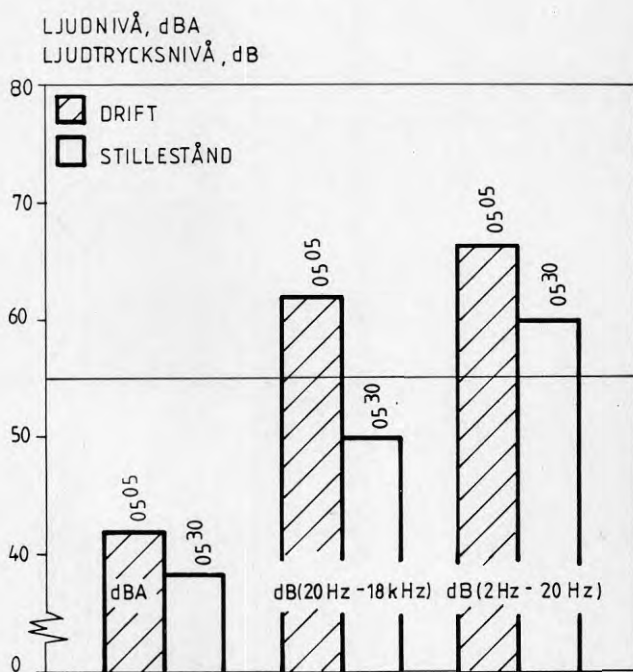


FIG. 12.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.
DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN MARKERAR ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER.

12.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 12.2 och 12.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet. Det är här svårt att se någon skillnad mellan drift- och stilleståndsfalet. Orsaken till att vissa intervall har en något högre ljudnivå, beror på störningar i form av bl a mässkrik, ljud från fartyg o dyl.

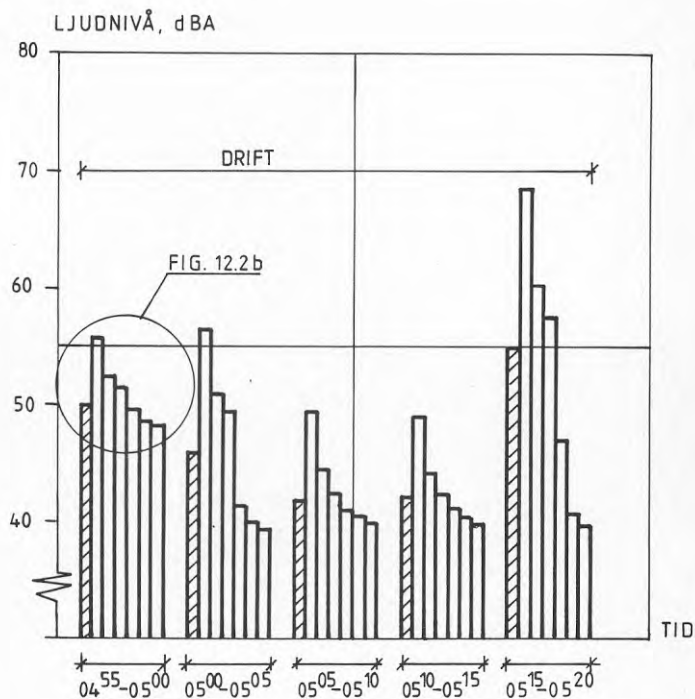


FIG. 12.2 a EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

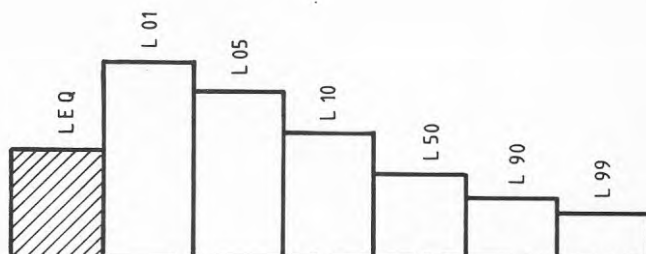


FIG. 12.2 b DETALJ UR FIG. 12.2 a

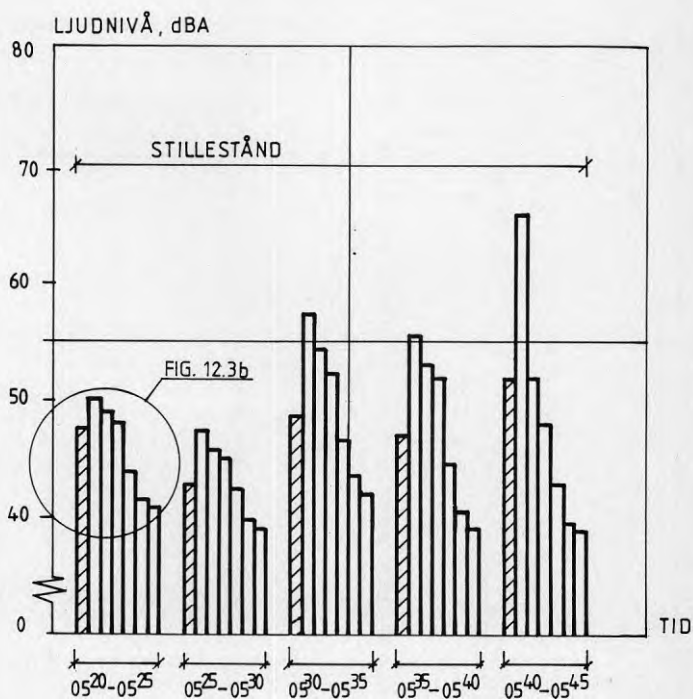


FIG.12.3a EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

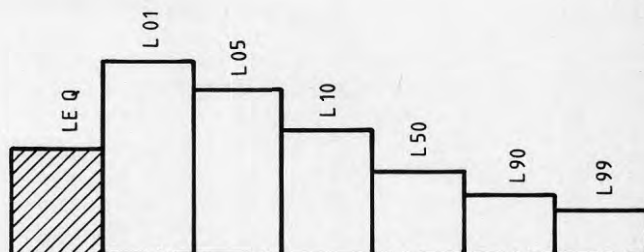


FIG. 12.3b DETALJ UR FIG. 12.3a

- LEQ = Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet, här 5 minuter.
- LO1 = Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden.
- LO5 = Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
- L10 = Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
- L50 = Ljudnivå som överskridits under 50 % av intervalltiden.
- L90 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L99 = Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

12.3.5 Subjektiva iakttagelser

Anläggningen i Visby har inga bullrande fläktar. Det är i stort sett endast kompressorerna som avger buller till omgivningen. Dessa är i sin tur inbyggda i ljudisolerade kompressorum. Det ljud som avges till omgivningen är mycket svagt och uppfattas ej som särskilt störande. Det naturliga omgivningsbullret är dominerande i förhållande till bullret från värmepumpanläggningen.

12.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

12.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

På grund av de störningar som förelåg vid mättillfället (fåglar, båtar m m), är mätresultaten svårtolkade. Intelligande mätperioder uppvisar i vissa fall helt olika värden. Vi har därför valt att uppskatta de ekvivalenta ljudnivåerna ur skivarrämsorna (se bilaga 12.2-12.4). Vi kan, även med krav på stor mätnoggrannhet, avläsa ekvivalentnivåerna på detta sätt. Det beror på att de tidsperioder då inga störningar finns, uppvisar endast små variationer för ljudnivåerna.

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av ljudnivån med ca 9 dBA i referenspunkten. Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på 45 dBA och man vid full drift av anläggningen får ett tillskott med 9 dBA upp till 54 dBA, får vi enligt ekv. (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1L_3} - 10^{0,1L_1}) = 53 \text{ dBA} \quad (1)$$

där L_1 = Bakgrunds nivå (45 dBA)

L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrunds-
ljud

L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrunds-
ljud (54 dBA).

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentan ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse. Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av störningar, får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen.

Här kan vi inte göra motsvarande jämförelse, på grund av att vi inte har någon bebyggelse i närheten. Vi kan däremot utnyttja sambandet att en avståndsfördubbling medför att ljudnivån sjunker med 6 dBA. Detta gäller vid punktformig ljudkälla. Eftersom vi här har en något utbredd ljudkälla gäller sambandet ej exakt i detta fall. Ett bättre värde bör vara cirka 5 dBA. Hänsyn har då ej tagits till markdämpning m m varför framräknade värden torde vara något lägre än vad som redovisats. Den ekvivalenta ljudnivån i referenspunkten vid full drift exklusive bakgrundsbuller är 53 dBA. Om vi för att ta ett exempel förflyttar oss 80 meter bort från anläggningen sjunker ljudnivån med 15 dBA. Den ekvivalenta ljudnivån blir då 38 dBA. Eftersom terrängen runt anläggningen är mycket kuperad har vi en skärmverkan som medför att denna ljudnivå i själva verket blir ännu lägre. Eftersom det inte finns någon bebyggelse i närheten av anläggningen, kan vi inte göra några jämförelser med gällande gränsvärden, men vi kan genom att jämföra den ekvivalenta ljudnivån i referenspunkten med motsvarande nivå för andra anläggningar få en bra bild av bullersituationen.

12.4.2 Momentana ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i referenspunkten

Vi kan här endast redovisa värden från körning med en kompressor. Vi erhåller då för drift respektive driftstopp en skillnad på 3-4 dBA. I infraljudsområdet, dvs i frekvensområdet under 20 Hz, får vi en skillnad på 5-10 dB. Känsligheten för infraljud är dock väsentligt mindre än för hörbart ljud. I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1986:15 ges allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om buller. Här ingår bl a exponeringsvärden för infraljud (tabell 12.2). Dessa värden torde ej vara tillämpbara i vårt fall (för boendemiljö), men bör ändå fungera som en fingervisning. Hur infraljudet påverkar människan är idag ej helt klarlagt. Man tror sig dock veta att besvär som huvudvärk och illamående kan uppträda vid höga nivåer.

Mittfrekvens 1/3-oktavband (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
2	130
2,5	126
3,15	122
4	118
5	114
6,3	110
8	106
10	102
12,5	98
16	94
20	90

Tabell 12.2 Exponeringsvärden för infraljud

Angivna tabellvärden ligger 5-10 dB över perceptionströskeln¹⁾. Exponering för infraljud med nivåer under dessa värden torde normalt inte leda till besvär. Vid kortvarig exponering torde inte heller högre värden normalt medföra besvär.

12.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

Anläggningen i Visby omfattar enligt ovan två kompressorer. Personalutrymmen finns i separat byggnad.

I tabell 12.3 redovisas ljudnivåer och ljudtrycksnivåer dels i maskinhallen, dels inne i de separata kompressorrummen. Som vi ser är ljudnivåerna inne i denna anläggning höga, detta trots separata kompressorrum.

1) Med perceptionströskel avses den lägsta vibrationsnivå vid vilken människan kan uppfatta helkroppsvibrationer.

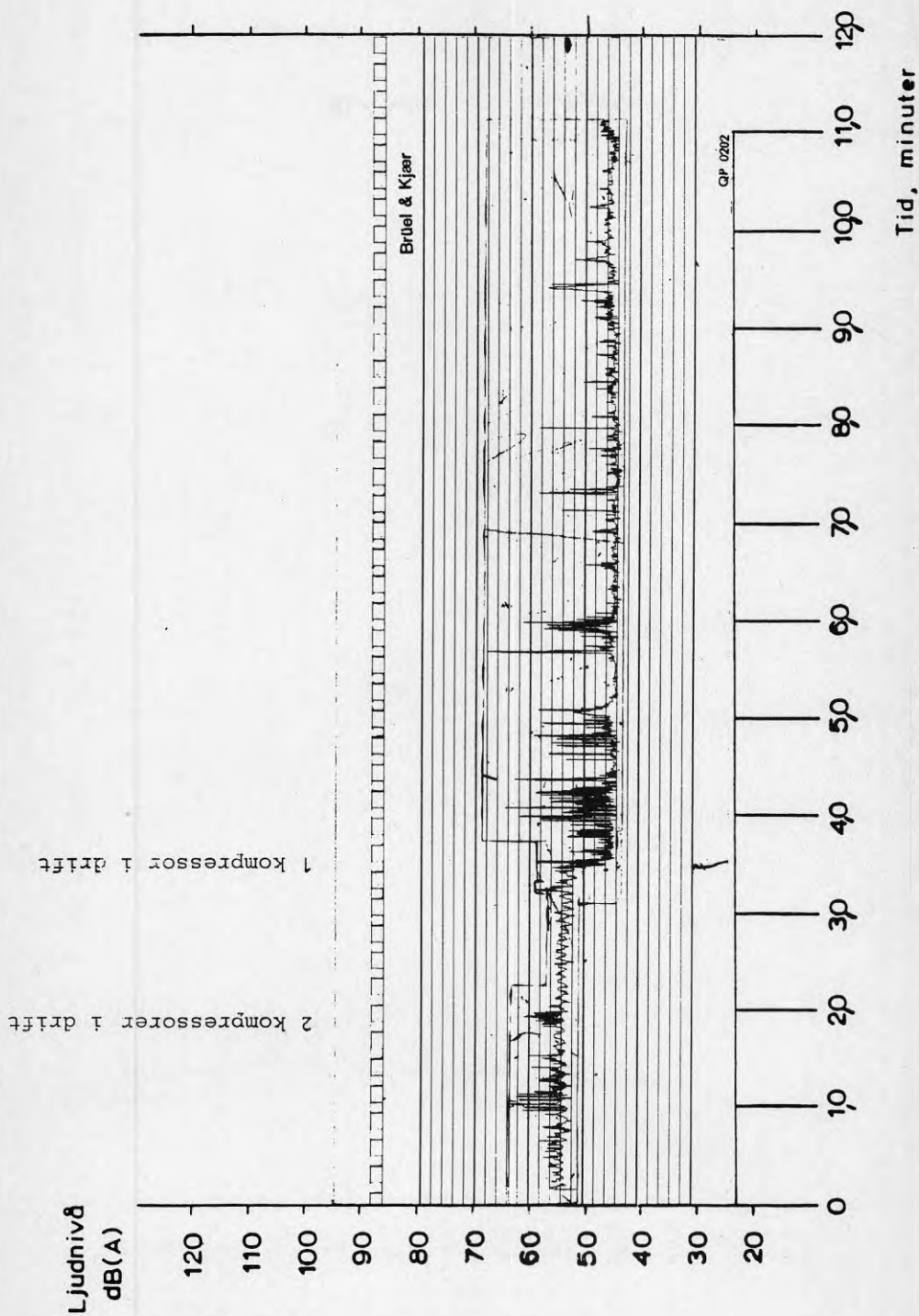
Mät punkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 18 KHz dB
Maskinhall	85	80-85	92
Kompressorum	106	84-88	107

Tabell 12.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer inne i anläggningen.

12.6 Byggnadens ljudisoleringsförmåga

Vi får här en skillnad om 31 dBA mellan ljudnivån i referenspunkten och ljudnivån i maskinhallen.

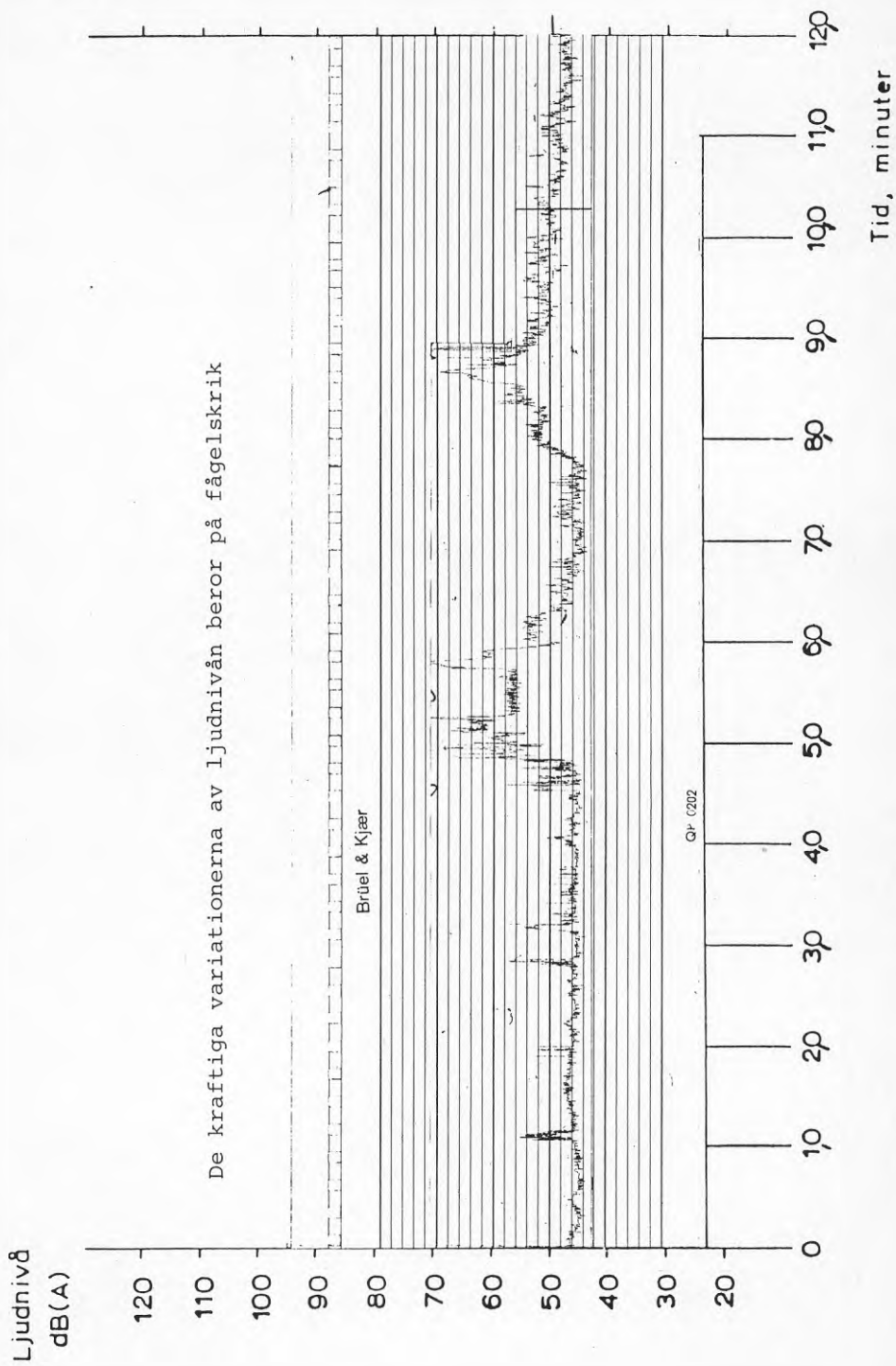
Dat. 86-07-24 kl. 05⁰⁰ - kl 05¹² Pos. Referenspunkten



Dat. 86-07-24 kl. 05¹¹ - kl. 05²³ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skrivarremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

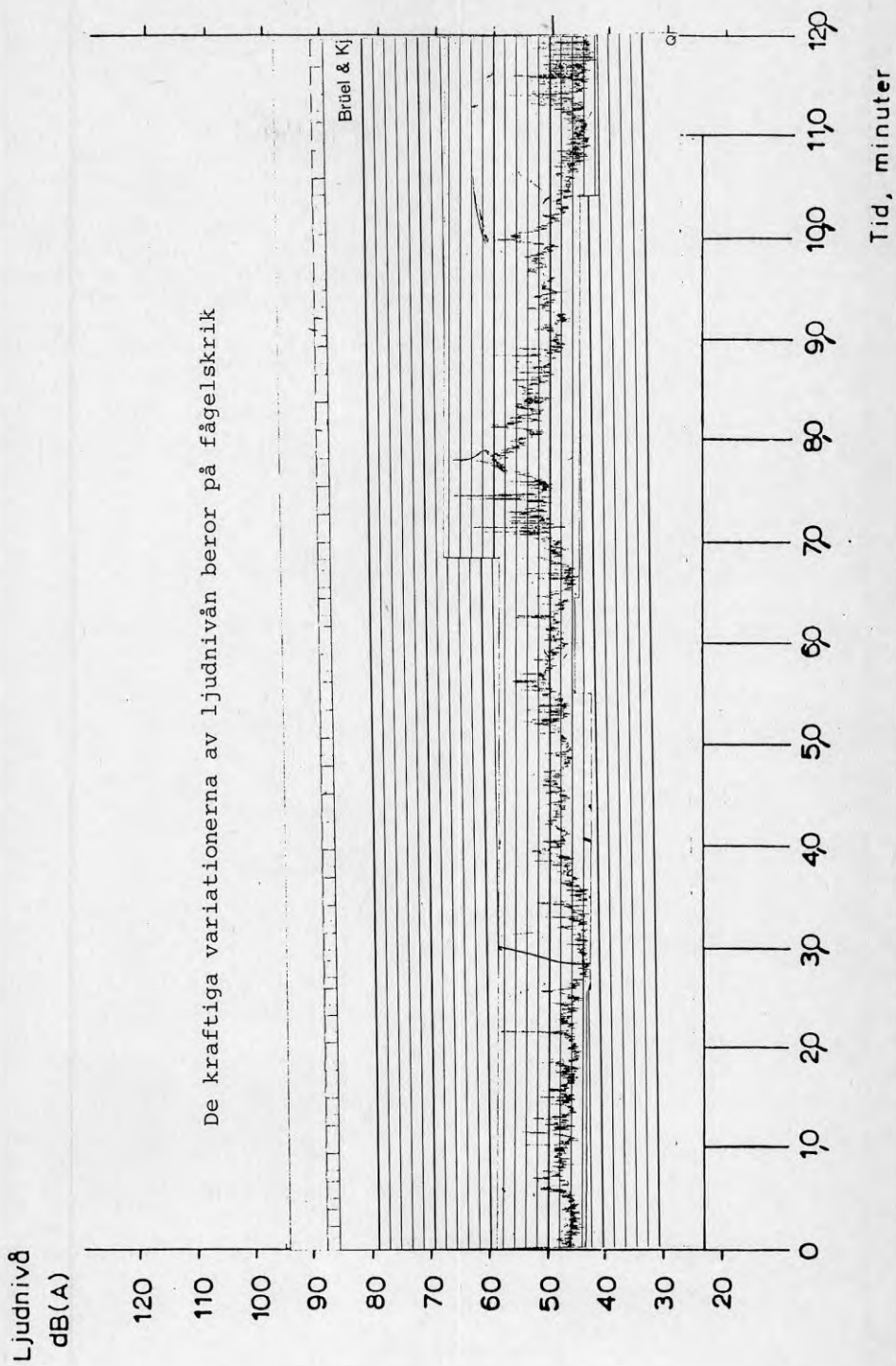
Bilaga 12.3



Dat. 86-07-24 kl. 05²³ - kl. 05³⁵ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skivaremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

Bilaga 12.4



13 FAGERSJÖ, STOCKHOLM

13.1 Områdesbeskrivning

Värmepumpenläggningen är belägen i Fagersjö, cirka en mil söder om Stockholm i ett område med blandad bebyggelse, se bilaga 13.1. Norr om anläggningen (ca 100 m) ligger en grupp flerfamiljshus. I väster (ca 50 m) ligger ett fåtal villor. I söder (ca 50 m) ligger en stor lekplats och i öster ligger lastplatser för varuleveranser till Fagersjö centrum. Anläggningen ligger i en svacka och är därför skärmd åt alla håll. Terrängen i övrigt är kuperad med öppen vegetation.

Utöver referenspunkten har valts fyra mätpunkter, tre invid bebyggelsen och en i anslutning till fläktutblåsen.

13.2 Teknisk beskrivning

Värmekälla:	uteluft
Dimensionerande värmeeffekt:	värmeeffekt: 2,7 MW vid $\pm 0^{\circ}\text{C}$ utetemperatur
Kompressorer	
typ:	skruvkompressor
fabrikat:	STAL
antal:	2 st
varvtal:	3000 r/min
Kompressormotorer	
antal:	2 st
varvtal:	3000 r/min
märkeffekt:	700 kW
Förångarfläktar	
fläkt diameter:	1580 mm
antal:	12 st
varvtal:	450/225 r/min
motorernas märkeffekt:	4,5 kW

Fjärrvärmepump	
antal:	1 st
varvtal:	1500 r/min
märkeffekt:	30 kW

13.3 Bullermätning 1985-05-13

13.3.1 Meteorologiska förhållanden

Lufttemperatur:	10°C
Relativ fuktighet:	Uppgift saknas
Vindhastighet, 1 m över mark:	2-3 m/s
Vindriktning:	Sydvästlig
Molnighet:	Mulet
Snötäcke:	Inget
Nederbörd under mätning:	0 mm

13.3.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten

Full drift vid anläggningen

Utdrag ur skrivarremsa utvisande momentan ljudnivå, dBA, vid full drift i referenspunkten, redovisas i bilaga 13.2 och 13.3.

Driftstopp vid anläggningen

Motsvarande som ovan men vid driftstopp redovisas i bilaga 13.4 och 13.5.

13.3.3 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter

Vid mätningen mättes i respektive mätpunkt, momentan ljudnivå, dBA, samt momentana ljudtrycksnivåer, dB, inom områdena 2-20 Hz (infraljud) respektive 20 Hz - 18 KHz. Mätningarna utfördes vid full drift respektive driftstopp. Mätningarna redovisas i tabell 13.1. I figur 13.1 visas motsvarande jämförelse, men endast för referenspunkten.

Mätpunkt	Tid	Driftläge	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer		Anm
				2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB	
Ref	23.28	Full	42	*	62-66	
1	23.30	"	39	*	54-56	1)
2	23.34	"	38	*	54-58	
3	23.38	"	40	*	55-58	
4	23.41	"	53	*	70-74	
Ref	22.47	Stopp	40	*	55-60	
1	22.49	Stopp	39	*	52-54	
2	22.52	Stopp	39	*	56-58	
3	23.00	Stopp	40	*	54-55	

* Utgår p g a mätfel.

1) Fläktljud från matvaruaffär hörs.

Tabell 13.1 Ljudnivåer och ljudtrycksnivåer i samtliga mätpunkter.

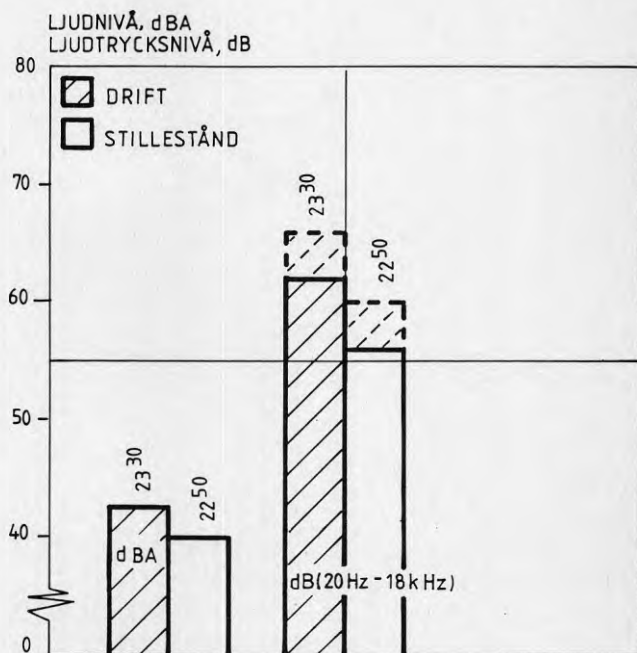


FIG. 13.1 MOMENTANA LJUDTRYCKSNIVÅER OCH LJUDNIVÅER I REFERENSPUNKTEN.

DEN AVBRUTNA STRECKNINGEN MARKERAR ATT VÄRDET VARIERAR INOM ANGIVNA GRÄNSER INFRALJUDSVÄRDENA (2 Hz - 20 Hz) UTGÅR P.G.A. MÄTFEL.

13.3.4 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

I figur 13.2 och 13.3 redovisas den ekvivalenta ljudnivån under några tidsintervall. Vidare redovisas de ljudnivåer i dBA som överskridits under vissa förutbestämda delar av intervallet. Vi kan här se den sänkning av ljudnivån vi får då anläggningen stängs av.

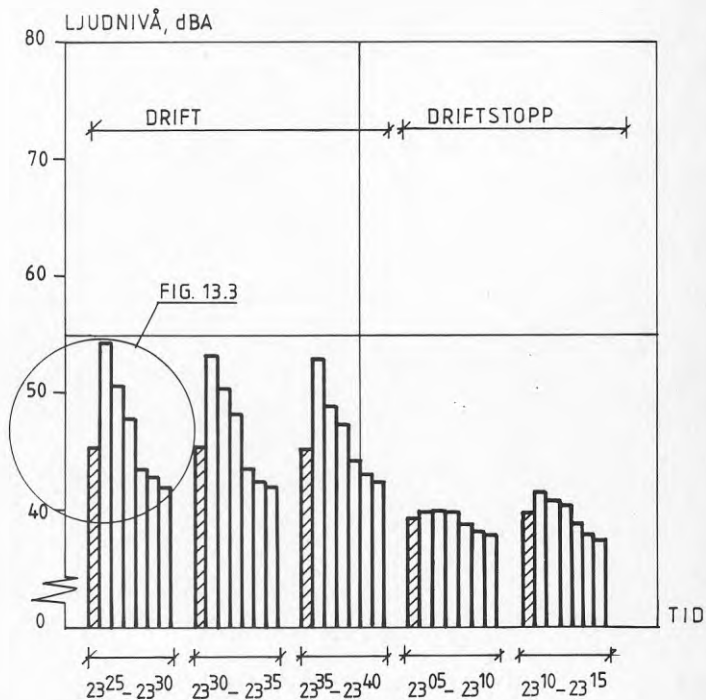


FIG. 13.2 EKVIVALENT LJUDNIVÅ I REFERENSPUNKTEN

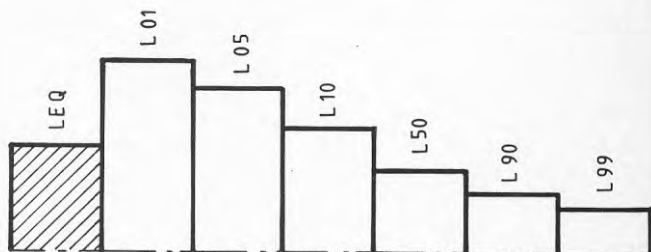


FIG. 13.3 DETALJ UR FIG. 13.2

- LEQ = Ekvivalent ljudnivå under hela tidsintervallet, här 5 minuter.
- L01 = Ljudnivå som överskridits under 1 % av intervalltiden.
- L05 = Ljudnivå som överskridits under 5 % av intervalltiden.
- L10 = Ljudnivå som överskridits under 10 % av intervalltiden.
- L50 = Ljudnivå som överskridits under 50 % av intervalltiden.
- L90 = Ljudnivå som överskridits under 90 % av intervalltiden.
- L99 = Ljudnivå som överskridits under 99 % av intervalltiden.

13.3.5 Subjektiva iakttagelser

Förutom punkt 4 som ligger vid utloppsöppning för frånluftsfläkt, hörs ljudet från anläggningen endast i punkt 3. Här varierar ljudet. Normalt hörs ett svagt brus, men med jämna mellanrum hörs ett starkare väsande ljud. När dessa hörs kan störningar föreligga vid de villor som ligger vid punkt 3. För övrigt får man betrakta anläggningen som mycket tyst.

13.4 Tolkning och bedömning av mätresultaten

13.4.1 Ekvivalent ljudnivå i referenspunkten

Vid avstängning av anläggningen får vi en sänkning av ljudnivån med ca 5 dBA i referenspunkten. Eftersom den ekvivalenta ljudnivån för bakgrundsljudet normalt ligger på 40 dBA och man vid full drift av anläggningen får ett tillskott med 5 dBA upp till 45 dBA får vi enligt ekv. (1)

$$L_2 = 10 \log (10^{0,1 L_3} - 10^{0,1 L_1}) = 43 \text{ dBA} \quad (1)$$

- där L_1 = Bakgrundsnivå (40 dBA)
- L_2 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift exkl bakgrundsljud.
- L_3 = Ljudnivå i referenspunkten vid full drift inkl bakgrundsljud (45 dBA).

Samtliga värden avser ekvivalentnivåvärden.

För att kunna jämföra den ekvivalenta ljudnivån med tabellerna 3.1 och 3.2 måste vi räkna om denna nivå i referenspunkten till motsvarande nivå vid närmaste bebyggelse. Det går till på så sätt att vi räknar fram skillnaden i momentan ljudnivå i referenspunkten och i en mätpunkt vid närmaste bebyggelse. Så länge inte ljudnivån i någon mätpunkt påverkas av störningar, får vi en ändring av den ekvivalenta ljudnivån som motsvarar den momentana ljudnivåändringen.

Här får vi en skillnad i momentan ljudnivå om 2 dBA mellan referenspunkten och närmaste bebyggelse. Det innebär att den ekvivalenta ljudnivån sjunker från 43 dBA till 41 dBA vid närmaste bostäder.

Detta resultat skall jämföras med de riktvärden som angetts i tabellerna 3.1 och 3.2.

13.4.2 Momentan ljudnivå i referenspunkten

Vi erhåller här för drift respektive driftstopp en skillnad på 2-3 dBA. Någon mätning i infraljudsområdet har ej utförts på denna anläggning. Anledningen härtill är att det från början inte var planerat att mäta dessa. Eftersom detta var den första anläggningen där mätningar utfördes utblev detta. Beträffande gränsvärden för infraljud, se kapitel 12.4.2. Med utgångspunkt från kapitel 13.4.1 kan vi konstatera att de aktuella ljudnivåer som det här är frågan om innebär att värmepumparna enligt gällande normer ej avger störande buller till omgivande bostäder, undantaget infraljud där någon mätning ej skett.

13.5 Ljudnivåer inne i anläggningen

I tabell 13.2 redovisas ljudnivån inne i det separata kompressorrummet.

Mätpunkt	Ljudnivå dBA	Ljudtrycksnivåer	
		2-20 Hz dB	20 Hz - 18 kHz dB
Kompressorrum	102-106	- 1)	- 1)

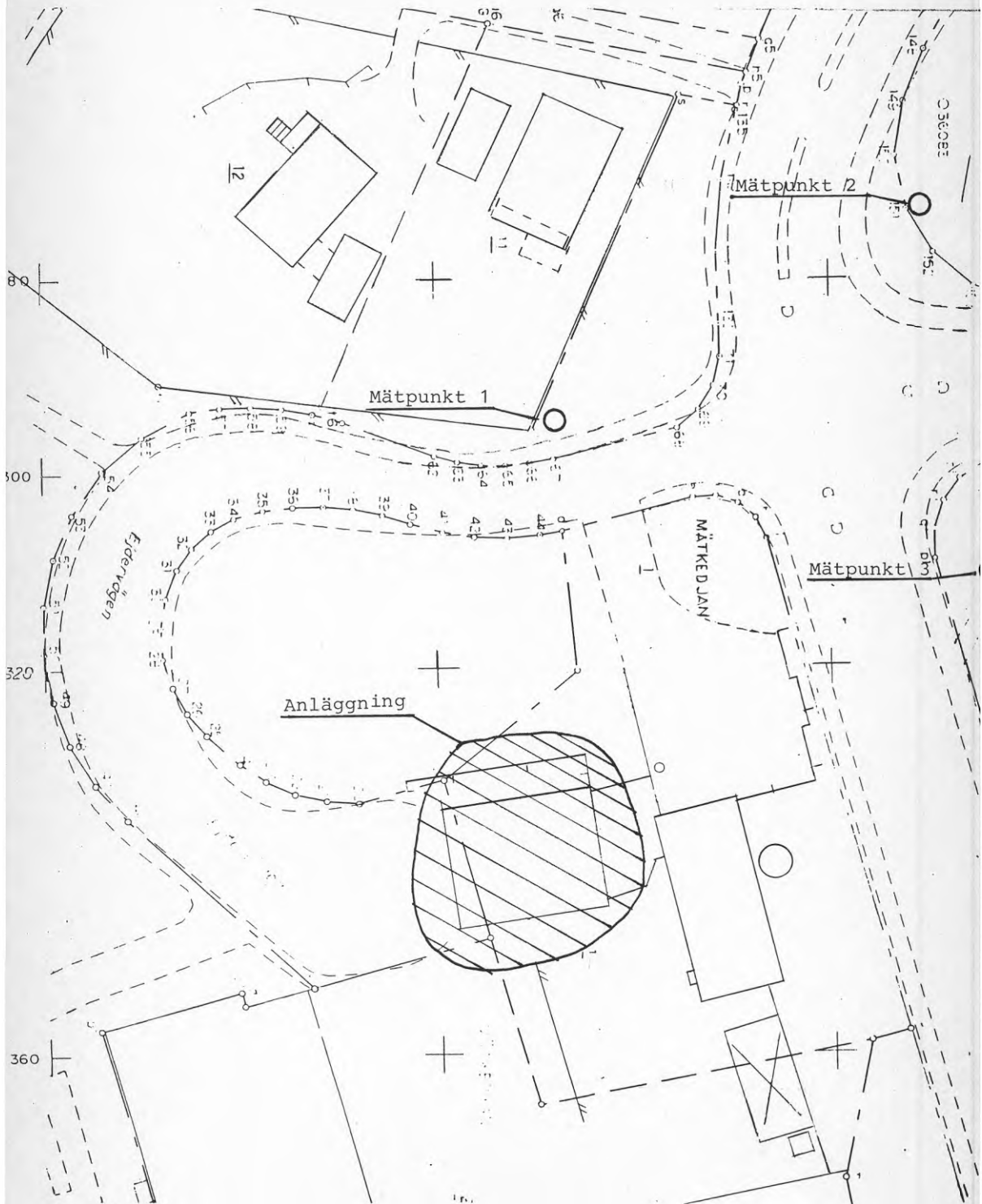
1) Värden ej uppmätta.

Tabell 13.3 Ljudnivå i kompressorrum

13.6 Byggnadens ljudisoleringsförmåga

Uppgift saknas här eftersom någon mätning i maskinhallen ej utförts. Det beror på att anläggningens utformning är sådan att det inte finns något relevant kompressorrum.

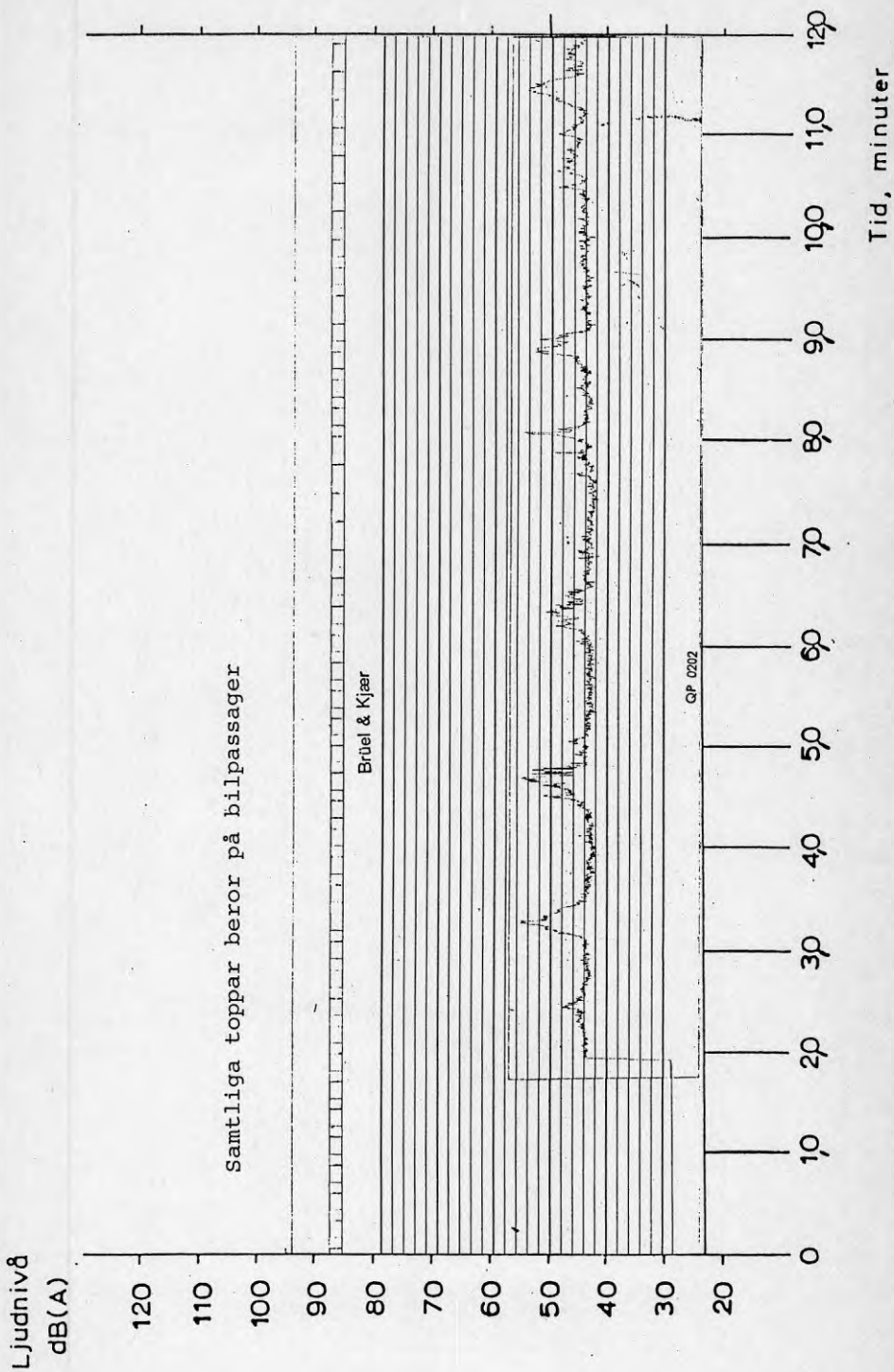
Karta över värmepumpanläggningen i Fagersjö



Dat. 85-05-16 kl. 23³⁸ - kl. 23³⁸ Pos. Referenspunkt

Utdrag ur skrivebrev utvisende momentan lydning i referenspunkt (dBA)

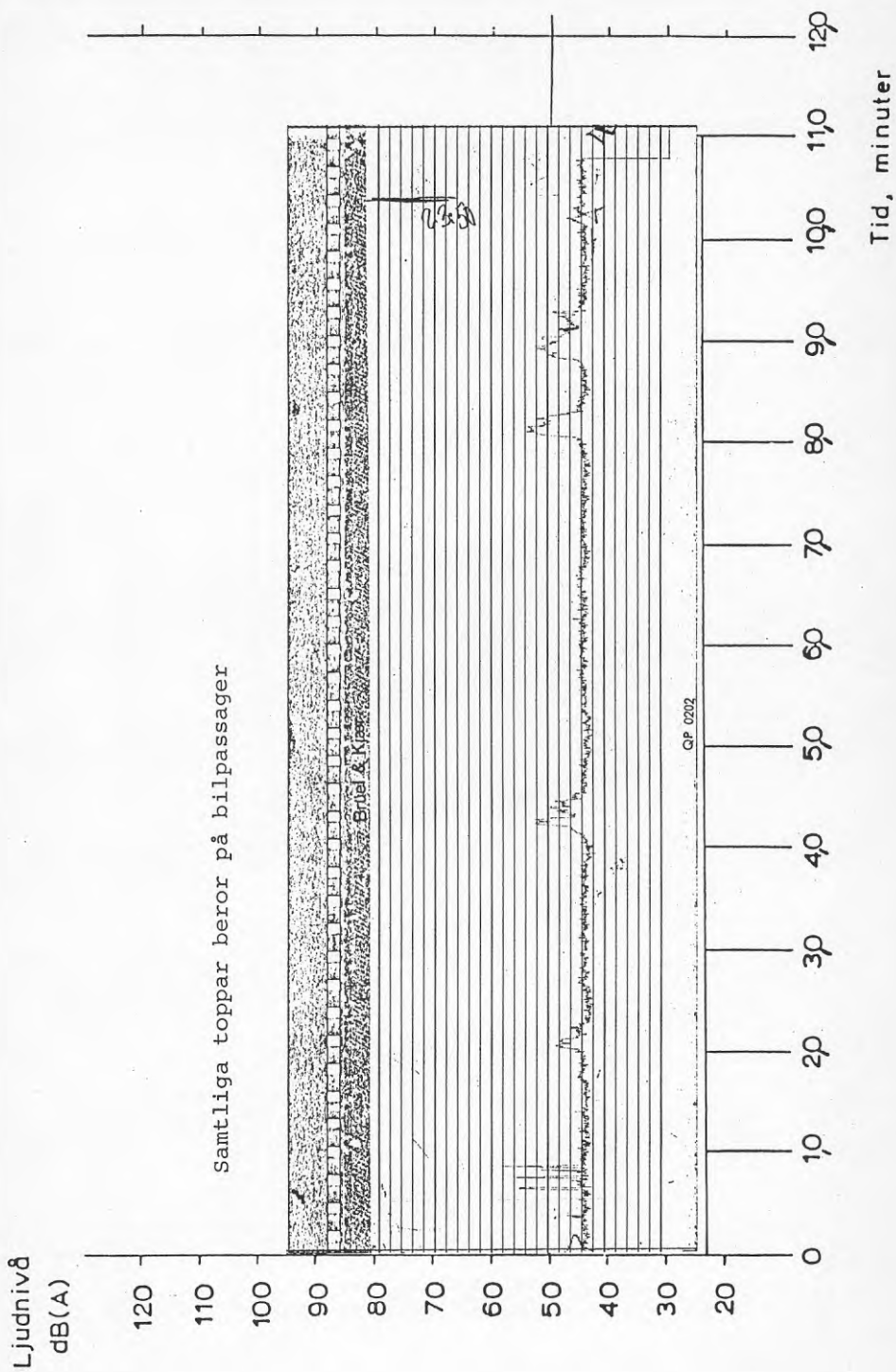
Bilaga 13.2



Dat. 85-05-16 kl. 23⁴⁰ - kl. 23⁵⁰ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skrivarremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

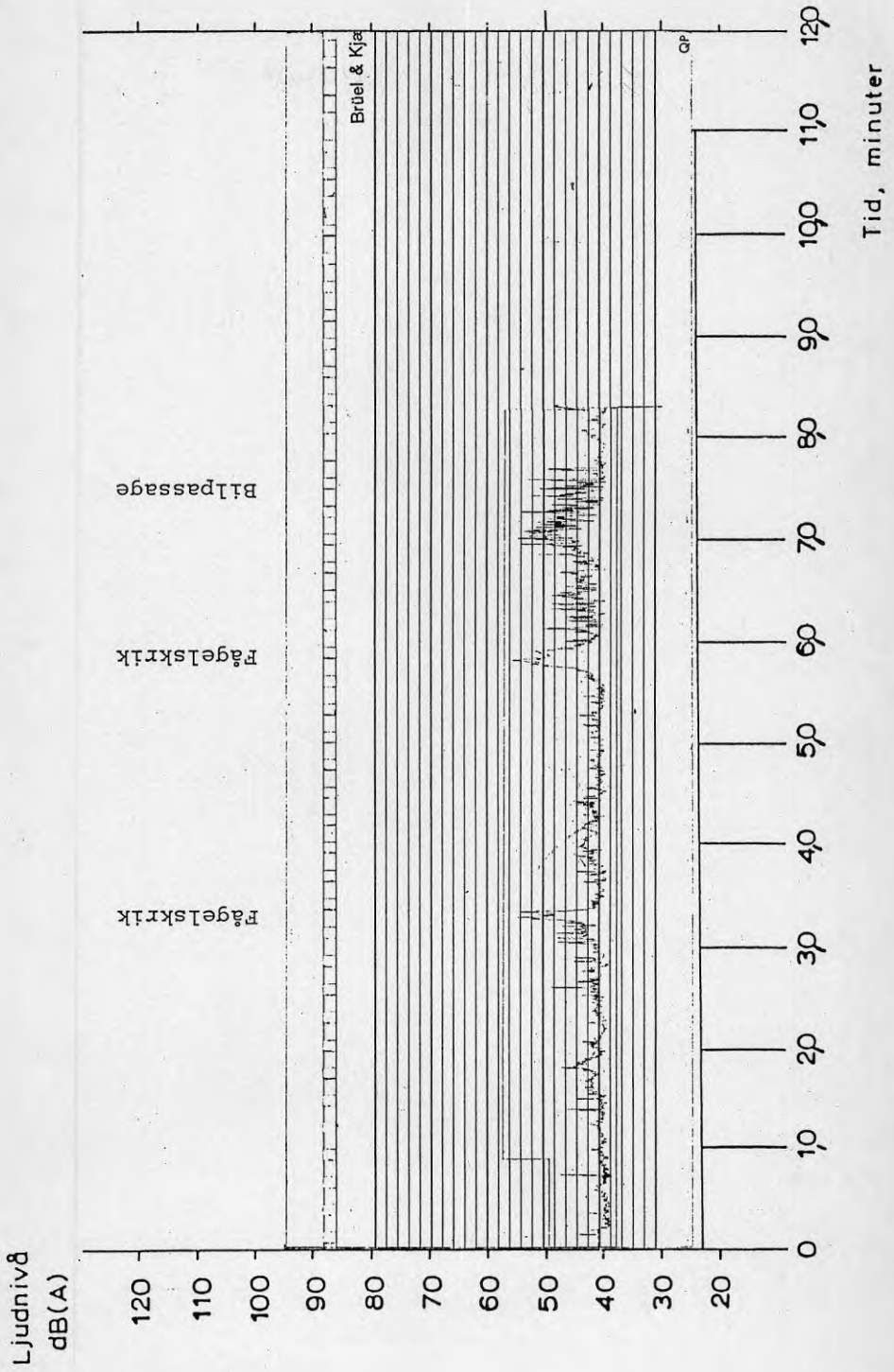
Bilaga 13.3



Dat. 85-05-16 kl. 22³⁷ - kl. 22⁴⁹ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skivaremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

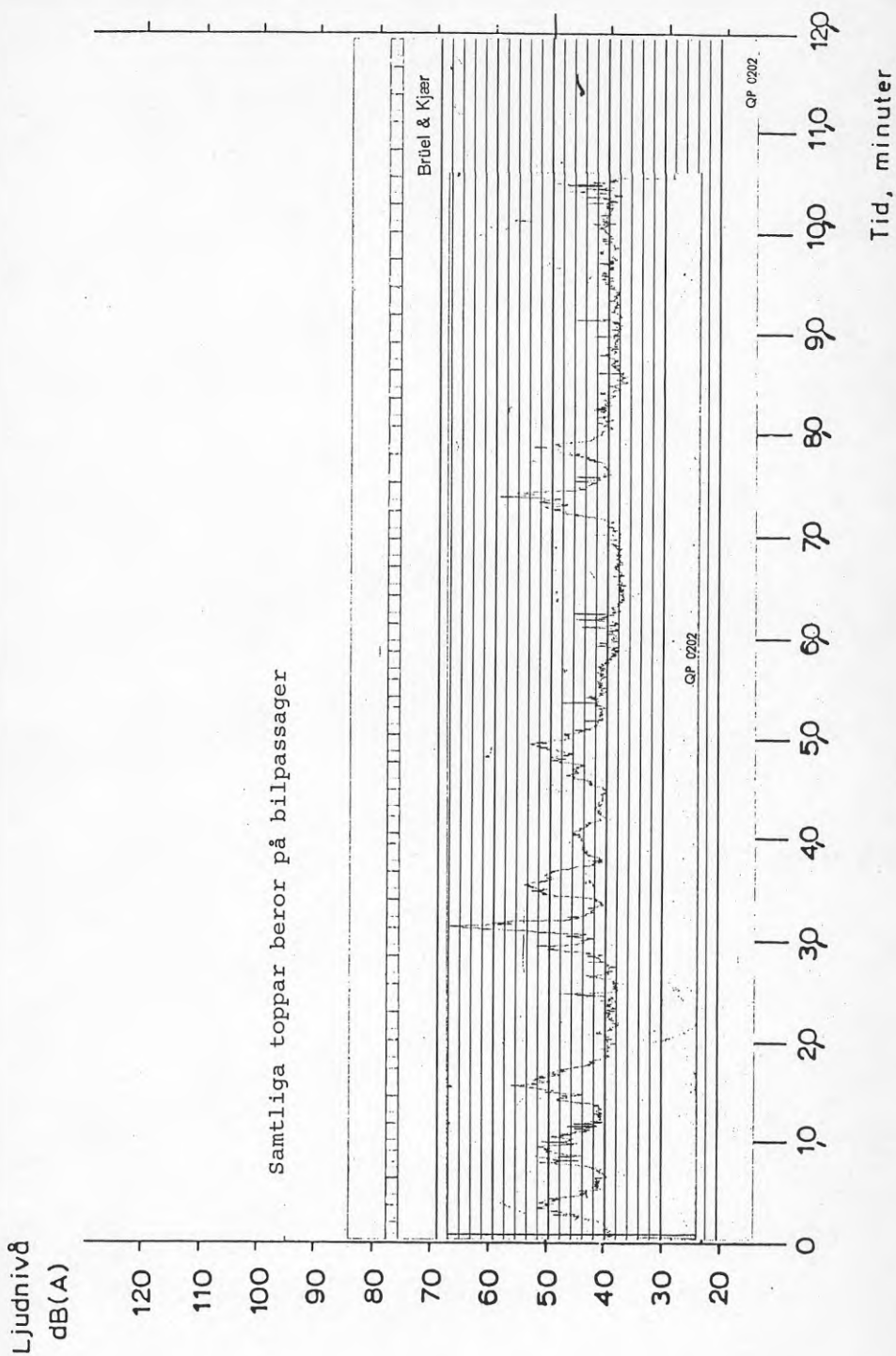
Bilaga 13.4



Dat. 85-05-16 kl. 22⁴⁹ - kl. 23⁰¹ Pos. Referenspunkten

Utdrag ur skivaremsa utvisande momentan ljudnivå i referenspunkten (dBA)

Bilaga 13.5



Ljudtrycksnivån (L_p): Härmed avses den nivå i decibel som definieras enligt

$$L_p = 20 \log P/P_a \text{ dB}$$

där P_a = 20 u Pa är ett referenstryck, som aproximativt utgör hörtröskeln vid frekvensen 1000 Hz, och P är ljudtrycket i Pascal.

Ljudnivå (L_A) uttryckt i dBA: Härmed avses en med frekvensfilter A-vägd ljudtrycksnivå. Den A-vägda nivån har visat sig vara väl korrelerad till bullrets störande verkan vid de relativt låga ljudnivåer som uppmäts utomhus i närheten av värmepumpar.

Ekvivalent ljudnivå (L_{Aq}) används för att karaktärisera en i tiden varierande ljudnivå.

$$L_{Aq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A(t)^2}{P_o^2} dt, \text{ dBA}$$

L_{Aq} = den ekvivalenta ljudnivån i dBA

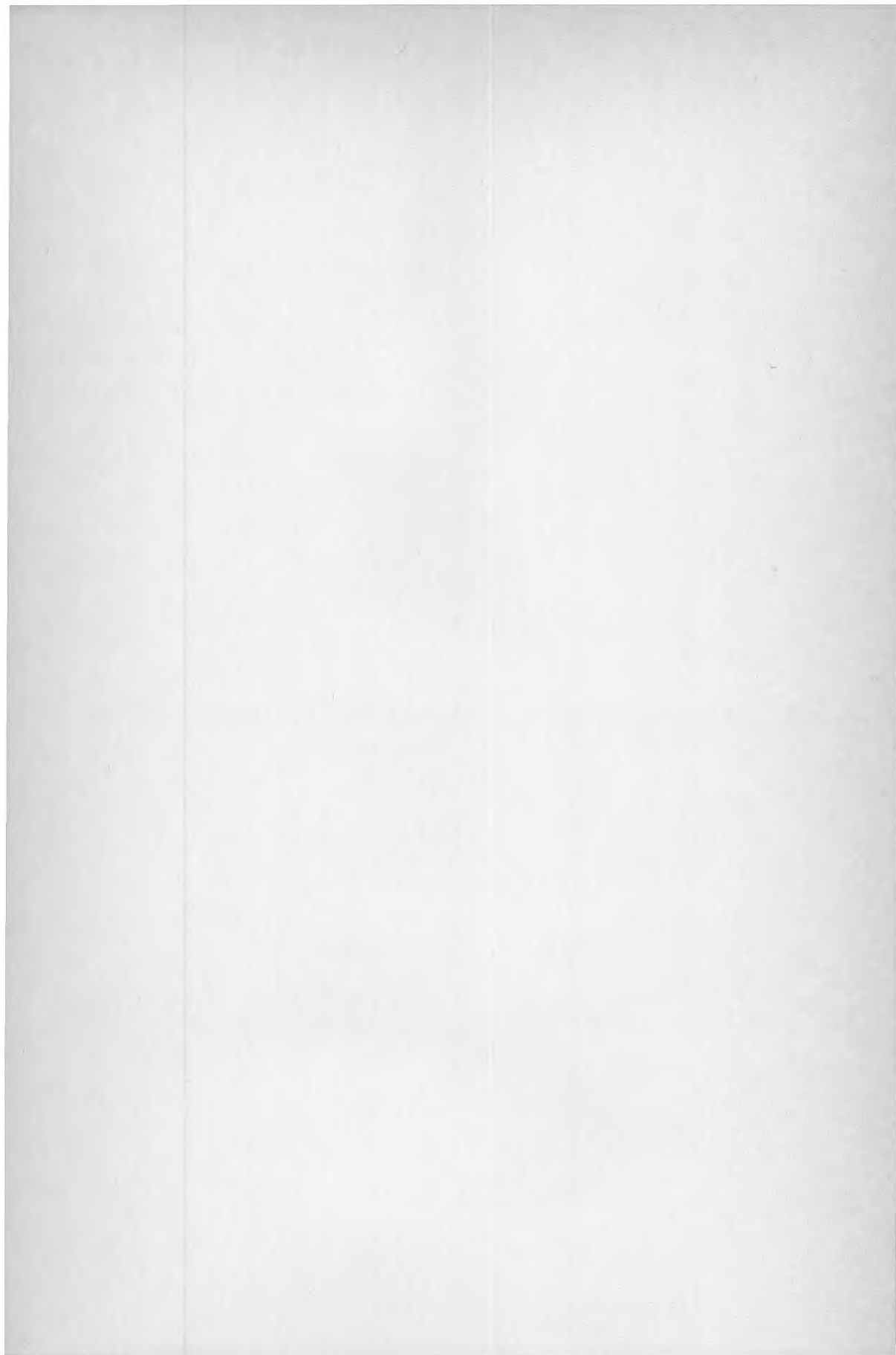
T = mätperiodens längd, s

$P_A(t)$ = momentana A-vägda ljudtrycket, Pa

P_a = referensljudtrycket här 20 u Pa

$L_A(t)$ = momentana ljudnivån i dBA







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830858-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Scandiaconsult AB,
Stockholm.**

R88: 1989

ISBN 91-540-5095-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709088

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirkapris: 56 kr exkl moms