



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

R23:1981

Rumsakustik i lyssningslokaler, särskilt i skolor

Jakub Kirszenstein

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	81-0385
Plac	<i>Sev</i>

R
ADa

Byggeforskningsrådet

Sev

R23:1981

RUMSAKUSTIK I LYSSNINGSLOKALER,
SÄRSKILT I SKOLOR

1. Dokumentation av dynamiska och statiska akustiska parametrar
2. Undersökning av objektiva rumsakustiska faktorer i hörsalar och deras korrelation med undersökt taluppfattbarhet

Jakub Kirszenstein

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760235-4 från Statens råd för byggnadsforskning till Avd. för byggnadsakustik, CTH, Göteborg.

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

R23:1981

ISBN 91-540-3454-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 151316

INNEHÅLL

1	FÖRORD	7
2	SAMMANFATTNING	9
3	INLEDNING	11
4	PROJEKTBEKRIVNING	13
DEL 1		
5	FYSIKALISK BAKGRUND FÖR KVALITETSAKTORERNA OCH DERAS UPPBYGGNAD	17
5.1	Taluppfattbarheten	17
5.2	Tydighet	19
5.3	Modulationsdämpning	21
5.4	Tidstyngdpunkt	22
5.5	Spektrumstyngdpunkt	24
6	MÄTNINGAR AV RUMSAKUSTISKA PARAMETRAR I OLIKA SKOLLOKALER. STATISKA OCH DYNAMISKA FÖRHÅLLANDEN	29
6.1	Registrering av mätsignalerna	29
6.2	Mätmetoder	29
6.3	Mät- och testsignaler	30
6.4	Akustiska parametrar	31
6.4.1	Bakgrundsbuller	31
6.4.2	Ljudtrycksnivå	31
6.4.3	Efterklangstid	32
7	SAMMANSTÄLLNING AV DE UPPMÄTTA PARAMETRARNA, BYGGNADSTEKNISKA KRITERIER OCH KRAV FÖR LYSSNINGS- LOKALER	43
7.1	Lokalbeskrivning	43
7.1.1	Lokalernas belägenhet	43
7.1.2	Salarnas placering, konstruktion och utrustning	49
7.2	Undersökta lokaler	51
7.3	Sammanställning av geometriska och rumsakustiska parametrar	51
7.3.1	Byggnadstekniska parametrar	51
7.3.2	Bakgrundsbuller	54

7.3.3	Efterklangstid	63
8	ANALYS OCH RESULTAT	73
8.1	Bakgrundsbuller i grundskolor	73
8.2	Bakgrundsbuller i gymnasier	73
8.2.1	Riktvärden enligt normer	73
8.3	Efterklangstid	74
8.3.1	Riktvärden enligt normer	74
DEL 2		
9	MÄTNINGAR	75
9.1	Mätning och beräkning av rumsakustiska kvalitetsfaktorer med avseende på olika lokaler och olika platser	75
9.1.1	Modulationsdämpning	75
9.1.2	Tidstyngdpunkt	76
9.1.3	Tydlighet	77
9.1.4	Spektrumstyngdpunkt	80
9.1.5	Exempel på mätningar av kvalitetsfaktorer D, TTP, STP	81
9.2	Mätning och beräkning av taluppfattbarheten på olika platser i skollokaler	85
10	SAMMANSTÄLLNING AV UPPMÄTT TALUPPFATTBARHET, RUMSAKUSTISKA PARAMETRAR OCH KVALITETSAKTORER	87
10.1	Grundskolor	88
10.2	Gymnasier	88
11	ANALYS AV UPPMÄTTA FAKTORER OCH PARAMETRAR, DERAS FÖRHÅLLANDE OCH SAMVARIATION	91
11.1	Grundskolor	91
11.2	Gymnasier	92
11.2.1	En allmän analys	93
11.2.2	Detaljerad analys	95
11.2.2.1	Taluppfattbarhet TU som funktion av avståndet	95
11.2.2.2	Ljudnivå som funktion av avståndet	96
11.2.2.3	Tidstyngdpunkt TTP som funktion av avståndet	97
11.2.2.4	Tydlighet D som funktion av avståndet	98
11.2.2.5	Modulationsdämpning MD som funktion av avståndet	98

12	DISKUSSION ÖVER DE SAMMANSTÄLLDA I PUNKT 11.2.2 STORHETERNA.	101
12.1	Inverkan av utstrålningsvinkel och efterklangstid T_{60} på ljudtrycksnivå och samtliga faktorer.	101
12.2	Samvariation mellan samtliga faktorer	103
12.3	Analys av mätsignalernas och talets egenskaper	104
12.4	Inverkan av efterklangsförloppet och efterklangstiden T_{60} på bildningen av TTP; bildning av en ekvivalent efterklangstid	105
12.5	Utnyttjande av mätsignalernas och talsignalernas egen- skaper vid uppskattning av en ekvivalent efterklangstid	107
12.6	Inverkan av efterklangsförloppet och T_{60} på bildningen av D	108
12.7	Inverkan av efterklangsförloppet och T_{60} på bildningen av MD	109
12.8	Korrelation med taluppfattbarheten	110
12.9	Inverkan av spektrumsförändringen	110
12.9.1	Inverkan av spektrumsförändringen på taluppfattbarheten och uppskattning av TU	110
12.10	Uppskattning av TU med hjälp av mätning av MD, STP-f och T_{60}	111
13	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.	239
13.1	Byggnadstekniska kriterier	239
13.1.1	Bakgrundsbuller	239
13.1.1.1	Minskning av bakgrundsbuller i klassrum	240
13.1.2	Efterklangstid	240
13.2	Rumsakustiska kvalitetsfaktorer	241
13.3	Ekvivalent efterklangstid	243
	LITTERATUR	245

BETECKNINGAR

T	Taluppfattbarhet	(%)
D	Tydighet	(%)
TTP	Tidstyngdpunkt	(ms)
MD	Modulationsdämpning	(dB)
STP-f	Spektrumtyngdpunktsfaktor (dB) för bestämmande av spektrumförändringar	
STP _d -f	-''- hos den direkta signalen	
STP ₅₀ -f	-''- under första 50 ms	
L	Nivå	(dB)
L _d	Nivå hos den direkta signalen	(dB)
L ₅₀	Nivå under första 50 ms av det akustiska förloppet	(dB)
T ₆₀	Efterklangstid	(s)
T _{ekv}	Ekvivalent efterklangtid	(s)
EKT	Grupp - efterklangstidsgrupp - motsvarar T ₆₀	
P	Ljudtryck	(Pa)
I	Intensitet	(w/m ²)
E	Energi	(ws)
l	avstånd	(m)
t	tid	(s,ms)
α	Infallsvinkel	(°)

1 FÖRORD

I denna rapport redovisas följande undersökningar:

1. Fysikaliska rumsakustiska parametrar i ett stort antal skollokaler i Göteborg.
2. Akustiska faktorer för bestämning av en lokals kvalité med avseende på taluppfattbarheten.

Undersökningarna har begränsats till ett fyrtiotal lokaler eftersom många lokaler är varandra ganska lika, å andra sidan har fler rumsakustiska kvalitetsfaktorer undersökts än vad som ursprungligen var planerat. Projektet som helt finansierats av BFR med anslag 760235-4 har omfattat tiden 770701-790630.

Författaren vill tacka T. Kihlman, M. Kleiner, A. Granhäll och E. Lindqvist som gett råd och synpunkter på arbetet och F. Torstenson och B. Wijk som hjälpt till vid mätningar.

Vidare vill jag framföra ett särskilt tack till Skolstyrelsen i Göteborgs kommun och personalen vid de skolor som ställt upp för mätningarna.



2 SAMMANFATTNING

Frågan om hur taluppfattbarheten korrelerar med olika rumsakustiska parametrar och egenskaper hos talsignalen har undersökts av flera forskare som också utvecklat olika kvalitetsmått. På grund av den stora spridningen i resultaten är det svårt att finna enkla samband mellan de olika faktorerna.

I detta projekt redovisas försök utförda vid CTH med avsikt att finna korrelation mellan taluppfattbarheten och olika nya kvalitetsmått utvecklade vid CTH. Försöken har avsett lyssningslokaler under dynamiska förhållanden och med olika rumsakustiska egenskaper. Resultaten visar spridningens storlek och orsakerna till denna diskuteras.

De fysikaliska parametrar som mätts är bl.a:

1. Efterklangstid i tom resp. full lokal
2. Bakgrundsnivå, statisk och dynamisk
3. Nivån hos impulsartade signaler
 - a. direktljud
 - b. tidiga reflexer
 - c. efterklang

De objektiva kvalitetsmått som undersöks är bl a:

1. Modulationsdämpning
2. Tidstyngdpunkt ("Schwerpunktzeit")
3. Tydlighet ("Deutlichkeit")
4. Spektrumtyngdpunkt

Av resultaten framgår att de olika kvalitetsfaktorerna och taluppfattbarheten i olika grad påverkas av de rumsakustiska parametrarna, av ljudkällans riktningsegenskaper och signalens modulation. Det visar sig också att de kända faktorerna "Tydlighet" och "Tidstyngdpunkt" teoretiskt är direkt beroende av varandra och korrelationen mellan dem är i praktiken lika med 1. På enskilda platser i lokalen är tidstyngdpunkten direkt bunden till den ekvivalenta efterklangstiden och under vissa omständigheter bl a vid ett diffusljudfält också till efterklangstiden T_{60} .

Spektrumtyngdpunktsfaktor visar storleken av de spektrala förändringarna hos signalerna både hos direktljudet och de tidiga och sena reflexerna i förhållande till direktljudet i normalriktningen.

Med hjälp av denna faktor kan förändringar av taluppfattbarheten uppskattas bättre.

Korrelationen mellan olika mått och parametrar har uppskattats med hjälp av en statistisk analys.

Den bästa korrelationen har visat sig finnas mellan taluppfattbarheten och modulationsdämpningen. Samtidigt har det visat sig att taluppfattbarheten förutom av efterklängen, störande buller och talhastigheten också påverkas av de direkta signaler och första tidiga reflexerna som kommer under de första 20 msek. Detta gäller under förutsättning att dessa har oförändrat spektrum i förhållande till signalen i normalriktningen.

Projektets resultat har bl a uttryckts i kurvor, ekvationer och tabeller med vilka taluppfattbarheten i befintliga lokaler kan uppskattas utgående från mätta fysikaliska parametrar och objektiva kvalitetsmått.

Som resultat av projektet har också nya rekommendationer gjorts beträffande förändringar av nu gällande byggnadsakustiska och rumsakustiska krav. I rapporten beskrivs också de nya datorbaserade mätmetoder som utnyttjas i projektet och den fysikaliska bakgrunden redovisas.

3 INLEDNING

En lyssningslokals akustiska parametrar påverkas bl a av de i lokalen närvarande personerna, men också av bl a följande faktorer:

- antalet lyssnare
- yttre och inre störningar från trafik, ventilation, aktivitet i angränsande lokaler ex. vis korridorer samt av byggnadstekniska konstruktioner och installationer.
- rumsform, väggbeklädnad och möblering.

Också lokalens akustiska kvalité som den kan uppskattas subjektivt med hjälp av taluppfattbarhetstest och objektivt med hjälp av vanliga akustiska kvalitetsfaktorer visar sig kunna påverkas av ovan nämnda faktorer.

En analys av de parametrar och faktorer som karaktäriserar en lokal under dynamiska förhållanden, d v s med mänsklig aktivitet innanför och utanför lokalen, visar att det finns samband mellan de vid den byggnadstekniska planeringen ställda kraven och den akustiska kvalité som kan förväntas. En vis samvariation uppstår alltså mellan de parametrar som kan förutses vid projekteringen av en lokal ock de uppmätta kvalitetsfaktorerna. Likaså finns också en viss samvariation mellan de ovannämnda faktorerna och taluppfattbarheten.

Vanliga manuella mätmetoder f r mätning av fysikaliska parametrar och faktorer är tidskrävande och begränsade vid analys av hela spektrat. Vid omfattande undersökningar fordras därför snabbare mätmetoder. Vid mätning av speciella faktorer behövs ofta särskilt utvecklad apparatur. I detta projekt har istället några datorbaserade mät- och beräkningsmetoder utvecklats för mätning av bl a

- efterklangstid ("T₆₀")
- tidstyngdpunkt ("Schwerpunktzeit")
- tydlighet ("Deutlichkeit")
- modulationsdämpning ("MD")
- spektrumstyngdpunkt ("STP")

i tersband eller med godtyckliga filterfunktioner.

Projektet omfattar två delar. Del ett omfattar:

1. Utveckling av mät- och beräkningsmetoder av parametrar och kvalitetsfaktorer.

20 x 300 x 2 m

2. Mätning av rumsakustiska parametrar i olika skollokaler under både statiska och dynamiska förhållanden.
3. Sammanställning av de uppmätta parametrarna och byggnadstekniska kriterier och krav för lyssningslokaler.
4. Analys och slutsatser.

Del två omfattar:

1. Mätning och beräkning av rumsakustiska kvalitetsfaktorer avseende olika lokaler och olika platser.
2. Mätning av taluppfattbarheten på motsvarande platser.
3. Sammanställning av uppmätt och beräknad taluppfattbarhet, rumsakustiska faktorer och parametrar.
4. Analys, diskussion och slutsatser.

De gjorda undersökningarna av taluppfattbarheten baserades på taluppfattbarhetsprov i klassrum med elever närvarande och även i övrigt normala förhållanden innanför och utanför byggnaden.

4 PROJEKTBSKRIVNING

Bland de metoder som används vid rumsakustiska undersökningar kan nämnas geometriska modeller (modellbyggen) eller simulerade ljudfält.

Vid utnyttjandet av geometriska modeller undersöks i allmänhet lokalens reflektionsegenskaper. Tyvärr uppstår vid utnyttjandet av sådana modeller vissa problem vid skattningen av lokalens frekvensrespons.

Modellförsök med simulerade ljudfält är mer komplicerat. De flesta undersökningar av hörselns och talets egenskaper har gjorts i simulerade ljudfält med utnyttjade av högtalare eller hörlurar. Metoden medger variation av parametrar som efterklang, bakgrundsbuller, talnivå och hjälpmetoder som taluppfattbarhetsförsök.

De skillnader som uppkommer mellan resultaten i verkliga och simulerade ljudfält beror på vissa svårigheter vid simulerandet av alla de egenskaper som karaktäriserar ett verkligt ljudfält.

Undersökningar i verkliga lokaler begränsas ofta av de svårigheter som finns när det gäller att ändra enstaka akustiska parametrar, vilket ju i allmänhet endast kan ske genom utnyttjandet av tillsatsabsorbenter, reflektorer etc.

Utan att göra försök med varierande rumsakustiska parametrar kan inte de intressanta sambanden mellan dessa parametrar och den rumsakustiska kvalitén fastställas.

I detta projekt undersöktes ett stort antal olika lokaler med avseende på de objektiva rumsakustiska parametrarna och taluppfattbarheten.

Vid samtliga försök har samma listor med nonsensord utnyttjats, samma mätsignaler och likaså också samma utstyringsnivå.

Avsikten var att göra det möjligt att göra en statistisk analys av de rumsakustiska parametrarna, de objektiva kvalitetsfaktorerna och taluppfattbarheten för att finna eventuell korrelation.

Med ledning av dessa resultat kan det så vara möjligt att uppskatta taluppfattbarheten i andra lokaler.

Genom mätningar av de vanliga akustiska parametrarna och kvalitetsfaktorerna för samma lokaler som studerades ur taluppfattbarhets synpunkt har det varit möjligt att kritiskt granska befintliga och äldre normer och anvisningar.

Anledningen till valet av skollokaler för undersökningar var de stora krav på taluppfattbarhet som kan ställas på dessa lokaler. Som försökspersoner utnyttjades elever, dels två "klasser" i grundskolan, dels två i gymnasiet. Förhållandena vid undervisningen i 2-4 ämnen studerades vid varje skola. Det visade sig att de klassrum som utnyttjades för humaniora och matematik å ena sidan och de som utnyttjades för fysik, kemi och biologi å den andra var sinsemellan ganska lika. Skillnaderna mellan de två grupperna av lokaler i samma skola var ofta mindre än skillnaderna i resp. grupp mellan olika skolor.

För att få ett tillräckligt stort material undersöktes 44 olika klassrum, både med och utan elever närvarande.

Taluppfattbarheten mättes med hjälp av listor med nonsensord [1], [2] för 8 olika platser i varje klassrum. Cirka 120 mätningar av varje enskild parameter gjordes i de tomma rummen och ca 360 i rummen med elever närvarande. För så stora mätserier är vanliga manuella mätmetoder olämpliga och nya datorbaserade mätmetoder har därför utvecklats. De innefattar bl a följande:

1. Mätning av efterklangstid med två nya automatiserade metoder.
2. Mätning av bakgrundsbuller under statiska och dynamiska förhållanden.
3. Mätning av momentana spektra och nivåer hos direktljud och tidiga reflexer.
4. Mätning av modulationsdämpning.
5. Mätning av "tidstyngdpunkt" ("Schwerpunktzeit")
6. Mätning av "tydlighet" ("Deutlichkeit")
7. Mätning av "spektrumtyngdpunkt"

De två sistnämnda kan med den nyutvecklade metodiken mätas både i tersoktaver och med A-vägning.

I rapporten behandlas följande punkter mera i detalj:

1. Bakgrund och uppbyggnad för kvalitetsfaktorerna.
2. Mätning, beräkning och analys av de enskilda parametrarna.
3. Mätning, beräkning och analys av de enskilda kvalitetsfaktorerna.
4. Beskrivning av lokaler och mätutförande.
5. Sammanställning av resultat och jämförelser mellan olika klassrum.
6. Analys av resultat.
7. Rekommendationer till krav på och projektering av klassrum.



DEL 1

5 FYSIKALISK BAKGRUND FÖR KVALITETSFAKTORERNA OCH DERAS
UPPBYGGNAD

5.1 Taluppfattbarheten

Under senaste decennierna har olika rumsakustiska parametrars samvariation med taluppfattbarheten studerats av många forskare.

Knudsen [3] har sammanställt resultaten på följande sätt:

$$TU = 96 \cdot K_T \cdot K_L \cdot K_N \quad (\%) \quad (1)$$

där TU - taluppfattbarhet

K_T , K_L , K_N - koefficienterna bestämda av efterklangstid, ljudtrycksnivå och signal-brusförhållande (se fig.1).

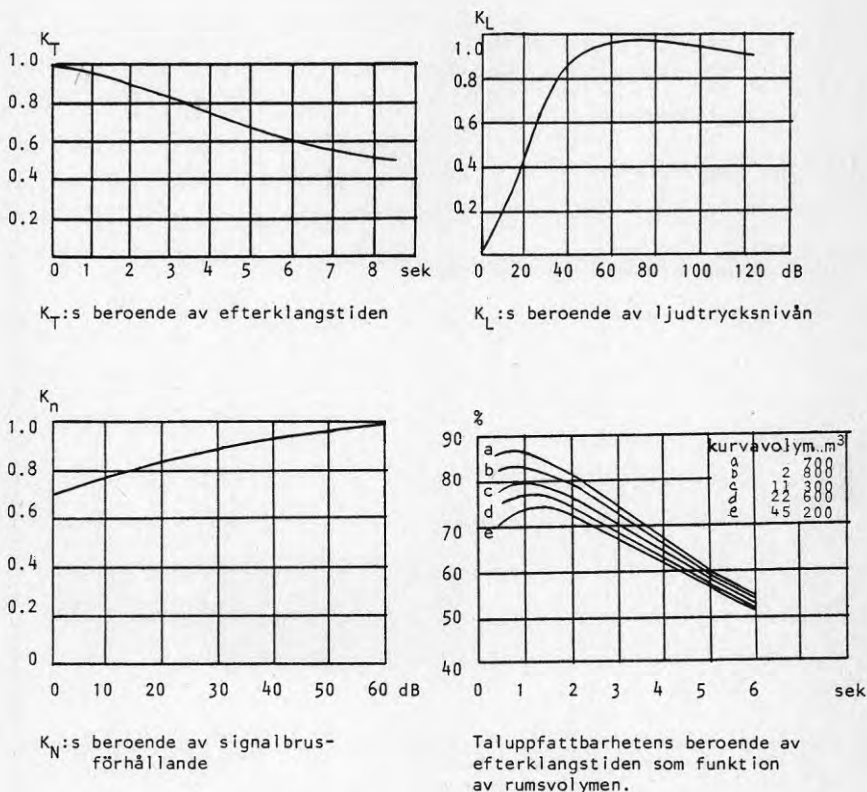


Fig.1 Rumsakustiska koefficienter enligt [3].

Knudsen [4] har också visat att om man mäter taluppfattbarheten i en lyssningslokal mellan positioner längs normalen från ljudkällan $\alpha = 0^\circ$ och positioner med utstrålningsvinkel $0 < \alpha < 70^\circ$ erhålles skillnader på ca 5-10 % i resultaten och spridningen är också högre. Knudsen visar också att taluppfattbarheten på balkonger med grad-ängar är bättre än på en slät parkett. Av detta följer att taluppfattbarhet inte kan uppskattas med samma noggrannhet på platser längs sidan som för normalen. (fig.2).

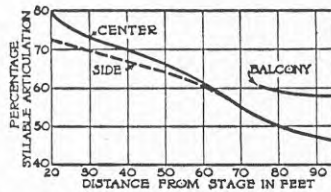


Fig. 9.4 Percentage syllable articulation in an auditorium vs. distance from the stage, for positions along the center, along the side, and in the balcony.

Figure 9.4 gives the percentage syllable articulation for different locations in an auditorium having a reverberation time of 2.1 seconds at 512 cycles with an audience present. The three curves show the articulation of unamplified speech as a function of the distance from the stage, for positions along the center, along the side, and in the balcony. Notice that the percentage articulation is greater at the front of the balcony, where there is a free flow of sound, than it is toward the rear of the orchestra, where the sound reaches the listeners after it has grazed the audience for a considerable distance.

Fig.2 Taluppfattbarhet enl.Knudsen längs mitten,
längs sidan och på balkongen.

Vid våra undersökningar av skollokaler har vi kommit fram till samma resultat och en mera detaljerad analys av de upptäckta skillnaderna har gjorts.

Förutom det enkla sambandet ovan, har också ett antal andra mera komplexa kvalitetsfaktorer utvecklats under de sista 4 decennierna. Några av dessa har använts vid våra undersökningarna och diskuteras nedan.

5.2 Tydlighet

Tydligheten ("Deutlichkeit", D) enligt Meyer [6] är definierad på bas av hörselns integrationstid, och är förhållandet mellan den energi som når lyssnaren under de första 50 millisekunderna och den totala energi som når lyssnaren under ett akustiskt förlopp av transient karaktär och anges i procent enligt [5,6,7], (fig.3).

$$D = 100 \cdot \frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \% \quad (2)$$

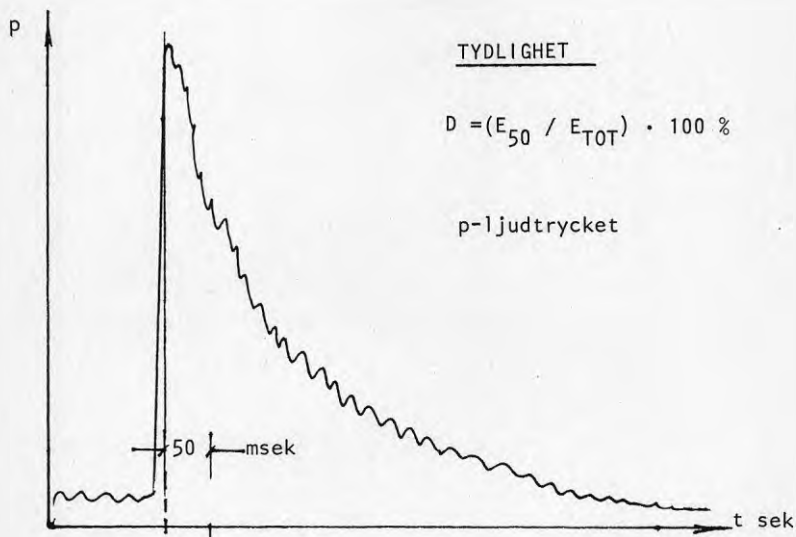


Fig.3 Bildning av "tydlighet"

Som framgår av uttrycket ovan bör tydligheten normalt vara störst nära källan. Kraftiga sena reflexer liksom högt bakgrundsbuller minskar tydligheten. På detta sätt samvarierar tydligheten också med taluppfattbarheten.

Tydligheten mäts oftast med bredbandiga signaler av bruskaraktär och då med A-vägning. Vägningfiltren medger i viss mån att mätningen bara sker med avseende på de högre frekvenser som yill stor del är bestämmande för taluppfattbarheten.

Undersökningar av tydligheten visar tyvärr alltid en förhållandevis stor spridning mellan taluppfattbarheten och den uppmätta tydligheten.

En av de frågor som måste besvaras i detta sammanhang är vilka reflexer som är att betrakta som nyttiga. Vi anser att de enskilda reflexernas nivåer och spektra skall ställas i relation till utgångssignalens nivå och spektrum på 1 m avstånd från ljudkällan i dess "normalriktning". Genom att bestämma detta förhållande kan gränser för vad som är att betrakta som en nyttig reflex bestämmas på ett säkrare sätt (se även avsn. "Ljudnivå" och "Spektrumförändring").

Den del av signalen som når lyssnaren under den senare delen av efterklangsförloppet ($t > 50$ ms) är direkt beroende av lokalens diffusitetsegenskaper och efterklangstid. Vid för låg diffusitet kan enskilda starka reflexer uppfattas av åhöraren och påverka taluppfattbarheten.

Även om Tydligheten inte har studerats närmare i våra undersökningar är ovanstående resonemang väsentligt för förståelsen av de andra kvalitetsfaktorernas principiella uppbyggnad.

5.3 Modulationsdämpning

Den testsignal som utnyttjas vid mätning av modulationsdämpningen efterliknar talets egenskaper bl a genom att vara relativt bredbandig. Dessutom är tidsförloppet av typen "bruspuls-lucka-bruspuls..." för att simulera talets modulation. Genom att studera enveloppen hos sådana signaler nära resp. långt från källan kan den ifrågasvarande modulationsdämpningen bestämmas. Enveloppen kommer förutom av källans strålningsegenskaper också att bestämmas av bl a rummets efterklangskarakteristik och bakgrundsnivån i rummet [8,9], (fig. 4).

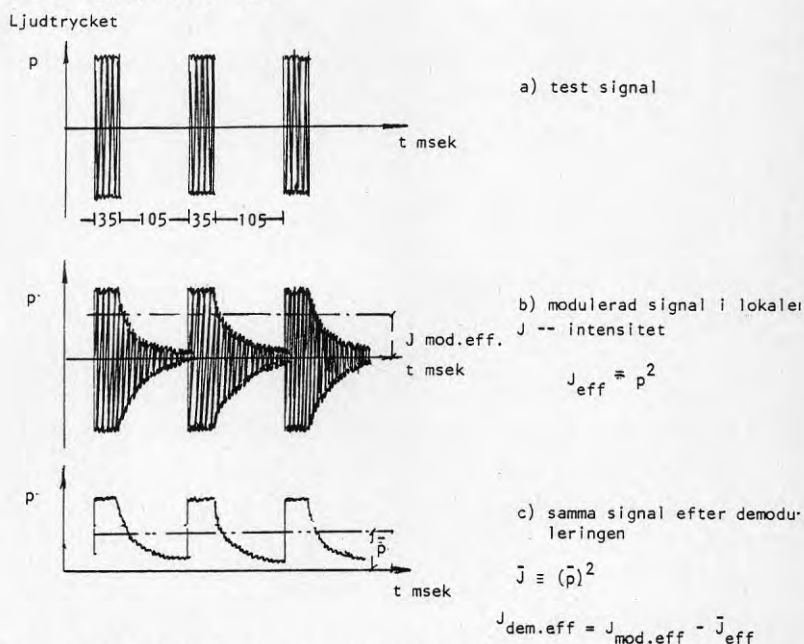


Fig. 4 Bildning av modulationsdämpningsmättet

Modulationsdämpningen kan beräknas ur modulationsgraden som är kvoten mellan effektivvärdet hos intensiteten i den demodulerade signalen och effektivvärdet hos intensiteten i den modulerade signalen.

$$M_g = I_{dem.eff.} / I_{mod.eff.} \quad (3_a)$$

$$\begin{aligned} MD &= -10 \lg M_g = 10 \lg I_{mod} - 10 \lg I_{dem} = \\ &= L_{mod} - L_{dem} \text{ dB} \end{aligned} \quad (3_b)$$

Samvariationen mellan modulationsdämpningsmättet och taluppfattbarheten är bättre än mellan tydligheten och taluppfattbarheten [10]. Detta beror bl a på att reflexernas relativa tidsläge inverkar på modulationsdämpningen men också av spektralförändringar.

5.4 Tidstyngdpunkt

P.g.a. efterklangens och reflexernas större inverkan på tydligheten och modulationsdämpningen har en annan faktor analyserats, nämligen tidstyngdpunkten [11,12,13]. Normalt analyseras tidstyngdpunkten med A-filter och impulsartade signaler. Liksom i frågan om modulationsdämpningen påverkas också tidstyngdpunkten av bakgrunds-nivån vid mätningen men på ett annat sätt än taluppfattbarheten och modulationsdämpningen.

Detta beror på att mätningar av taluppfattbarhet och modulationsdämpning sker under lång tid medan mätning av tidstyngdpunkt och tydlighet görs med en impulsartad signal som sänds vid en annan tidpunkt än talmaterialet eller de modulerade signaler som används för MD-mätningarna.

För att uppnå ett förhållandevis bra exponentiellt förlopp för analysen, fritt från tillfälliga yttre störningar väljes manuellt sådana förlopp som innehåller minsta mängd yttre dynamiska störningar, som buller etc.

En analys visar vidare, att för homogena exponentiella efterklangsförlopp är tidstyngdpunktens läge proportionellt mot efterklangstiden, och i många fall bör en mätning av tidstyngdpunkten kunna ersätta efterklangsmätningar för bestämning av taluppfattbarheten.

Tidstyngdpunktens läge (TTP) bestäms av en ekvation:

$$TTP = \frac{\int_{t_1}^{\infty} p_i^2(t) \cdot t_i \cdot dt}{\int_{t_1}^{\infty} p_i^2(t) \cdot dt} \text{ msek} \quad (4)$$

där t_1 är nolltidpunkten för den direkta signalen och t_i reflexernas tidsläge (fig. 5).

I ekvationen ingår ett tidsmoment som kan påverkas av reflexernas tidsläge. Vid stora tidsförskjutna reflexer försenas tidstyngdpunkten och samtidigt uppstår en maskeringseffekt som medför minskad taluppfattbarhet. Av betraktelsen ovan av tidstyngdpunkten kan ses att den i mycket hög grad också är beroende av efterklangstiden T_{60} . Med stigande T_{60} stiger täljaren snabbare än nämnaren i uttrycket ovan.

ljudtrycket i kvadrat (p^2) och moment ($p_i^2 \cdot t_i$)

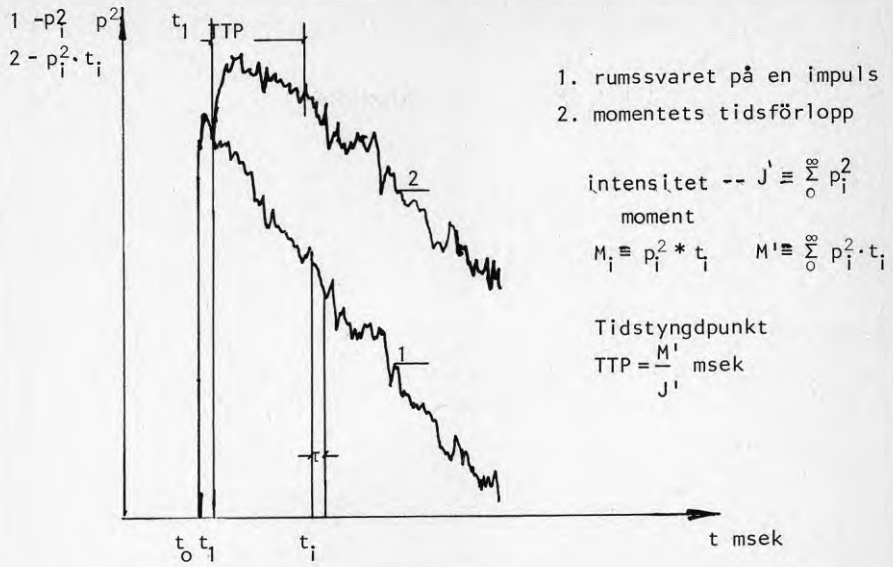


Fig.5. Bildning av tidstyngdpunkt

5.5 Spektrumstygdpunkt

Spektrumsförändringar fås när ljudkällans utstrålningsegenskaper är vinkelberoende (jämför fig. 6).

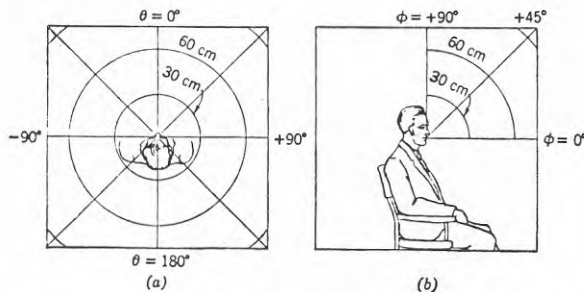


FIG. 9-10 (a) Polar sketch showing the locations of the angle θ relative to the position of the talker's head; (b) same for ϕ . (From Dunn and Farnsworth.⁴)

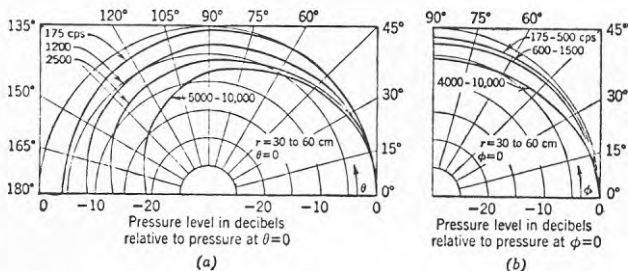


FIG. 9-11 Variation of speech levels about the human head. (a) Variation in a horizontal plane. (b) Variation in a vertical plane. See Fig. 9-10 for exact locations. (After Dunn and Farnsworth.⁴)

Fig.6 Riktcharakteristik för människorösten
a) vertikaltplan b) horisontalplan

Det finns flera sätt att uppskatta ett spektrums förändring för momentana spektra. Vid uppskattningen beaktas följande:

1. Den direkta signalens spektrum beror på utstrålningsriktningen.
2. Till varje position kommer tidiga reflexer med skilda spektra dels p.g.av att de bildas av direkta signaler som utstrålas med vissa utstrålningsvinklar dels p.g. av att olika reflekterande ytor och absorber har olika absorptions-och reflektionsegenskaper.(jämför fig. 7).

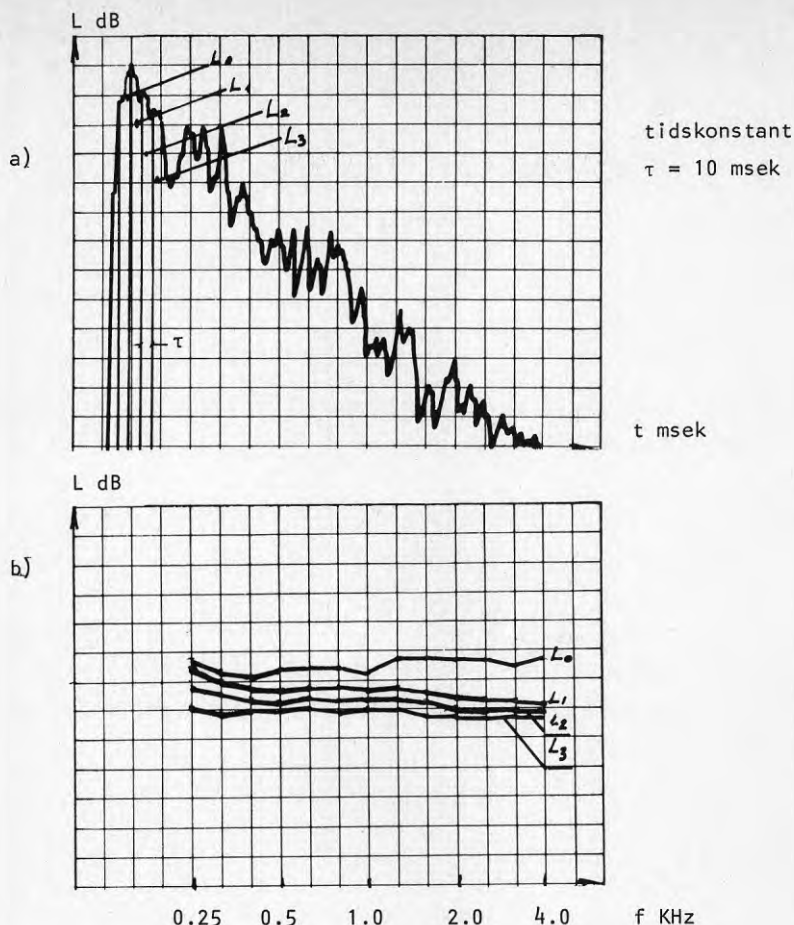


Fig.7 Rumssvaret på en impulssignal (a) och momentana spektra av en direkt signal och 3 tidiga reflexer (b)

Till positioner som ligger vid sidan av ljudkällan kommer direkta signaler med stora utstrålningsvinklar relativt normalen och även reflexer från signaler med stora utstrålningsvinklar. Vid integreringen av dessa signaler ökar inverkan av utstrålningsvinklarna betydligt- både på hörselintrycket och på de mätta parametrarna och faktorerna. Det är viktigt att påpeka att inverkan inte är likadan för samtliga parametrar resp. faktorer.

Spektrums förändring kan beräknas på olika sätt, några exempel ges nedan.

1. En absolut förändring i form av nivå differenser vid olika frekvenser dvs.

$$\Delta L_i(f) = L_i(f) - L_0(f) \quad (5)$$

2. En relativ förändring dvs.

$$\Delta L_i(f) = \frac{L_i(f) - L_o(f)}{L_o(f)} \quad (6)$$

där $L_i(f)$ - nivåer av momentana signaler för olika tersband.

$L_o(f)$ - nivåer av den ursprungliga signalen i normalriktningen för olika tersband.

Med hjälp av detta uttryck kan förändringen hos de momentana signalerna uppskattas.

3. Det finns också en möjlighet att på ett mera komplext sätt uppskatta spektrumsförändringar.

Flera undersökningar visar att högre frekvenser innehåller mer information än lägre ur talinformationssynpunkt [14,15]. För att kunna ta hänsyn till detta har signalvägning utnyttjats. För varje ters har intensitets-momentet $I_f \cdot f$ beräknats och summan av dessa moment dividerade med summan av deras intensiteter har bildat spektrumstyngdpunkt som visar ett "vägt läge" av den momentana signalens spektrum.

Intensitets momentet är

$$SM = \sum_{f_1}^{f_2} I_f \cdot f \quad (7)$$

och spektrumstyngdpunkten är

$$STP_i = \frac{SM}{\sum I_f} \text{ Hz} \quad (8)$$

För den ursprungliga signalen definierad som den som finns på 1 m. avstånd från ljudkällan och med utstrålningsvinkel $\alpha=0$ beräknas också en spektrumstyngdpunkt STP_o .

Förhållandet mellan spektrumstyngdpunkten för en viss momentan signal och spektrumstyngdpunkten för den direkta ursprungliga signalen visar den relativa förändringen av hela spektrat i form av en spektrumstyngdpunkts - faktor

$$STP-f = \frac{STP_i}{STP_o} \quad (9)$$

Det bör påpekas att signaler med lägre frekvenser maskerar andra signaler med högre frekvenser [14]. Hörselns minnesegenskaper och också de spektrala förändringarna hos signalerna medför att den

ursprungliga signalen inte adderas till de förändrade reflekterade signalerna utan är maskerad av dessa. Man kan tänka sig att denna maskering på något sätt kan jämföras med minskningen hos totalsignalens ljudnivå.



6 MÄTNINGAR AV RUMSAKUSTISKA PARAMETRAR I OLIKA SKOLLOKALER. STATISKA OCH DYNAMISKA FÖRHÅLLANDEN.

6.1 Registrering av mätsignalerna

Mätningarna har i samtliga fall skett indirekt d v s via inspelning/avspelning på bandspelare. Detta gäller mätta storheter som statisk och dynamisk bakgrundsnivå, samt de speciella mätsignaler som behövts för de olika kvalitetsfaktorerna. Vid mätningarna utnyttjades mikrofoner av typ Beyer M101 N(C) och bandspelare typ UHER 4000. I varje lokal mättes de fysikaliska parametrarna och kvalitetsfaktorerna i 8 punkter, som valdes med hänsyn till avstånd från källan och direkt ljudets infallsvinkel. Mikrofonerna placerades på stativ ca 1.3-1.4 m ovan golvet. Justering av nivån skedde med hjälp av på band inspelade kalibreringssignaler (fig. 8).

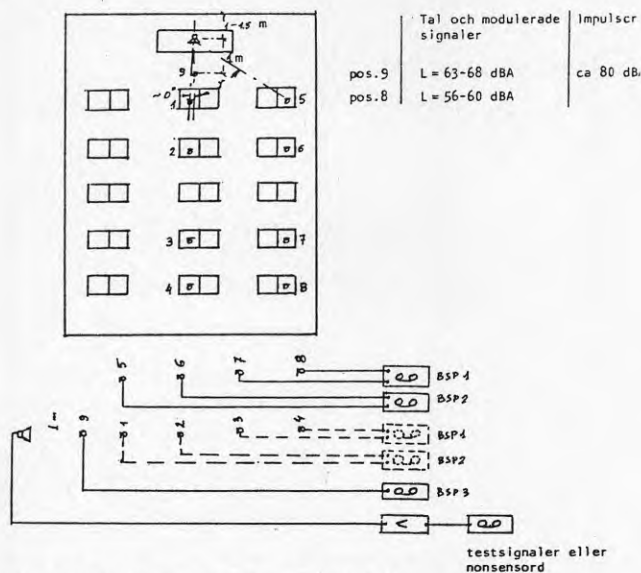


Fig. 8 Registrering av signaler i en typisk klass.
Principiell placering av högtalare och mikrofoner.

6.2 Mätmetoder

Med hänsyn till det stora antalet mätpositioner har speciella mätmetoder utvecklats. Till de parametrar som mäts hör:

- dynamiskt bakgrundsbuller
- signalens momentana nivå och spektra
- efterklangstid

och kvalitets faktorer som:

- modulationsdämpning
- tidstyngdpunkt
- tydlighet
- spektrumtyngdpunkt

Med hjälp av några datorbaserade mät- och beräkningsprogram sker analysen halvautomatiskt.

För mätning av parametrar och faktorer har olika mät- och testsignaler använts.

6.3 Mät- och testsignaler

För mätning av efterklangstid har två metoder med två olika signaler använts. Den ena bestod av långvariga vittbrus signaler (10-15 sek) med pauser på ca 1 sek och den andra av 10-20 msec långa impulser också de bestående av vitt brus. Samma impulser har också använts för mätning av nivåer, tidstyngdpunkt, tydlighet och spektrumstyngdpunkts- faktor.

För mätning av modulationsdämpningen har modulerade signaler använts bestående av kortvariga brussignaler i form av pulser och pauser, också i detta fall av vitt brus.

Vid inspelningen hölls alla nivåkontroller i konstanta lägen. Testsignalerna som bestod av impulser och modulerade brussignaler var inspelade på band och spelades upp genom en högtalare av typ SINUS 1007 som placerats på en plats i lokalen som motsvarade den normala lärarpositionen och ca 1-1.5 m från tavlan.

Vid taluppfattbarhetsförsöken har två listor om 100 nonsensord utnyttjats. De inlästa listorna spelades upp via högtalaren med genomsnittlig nivå av ca 65 dBA på 1 m avstånd från denna. Detta stämmer ganska väl med den genomsnittliga nivån från läraren under en lektion.

Vid mätningen av modulationsdämpningen hölls ungefär samma medel-nivå medan efterklangsmätningarna utnyttjade nivåer på ca 85 dBA. Vid mätning av tydlighet, tidstyngdpunkt, spektrumstyngdpunkt och signalens momentana nivå och spektra var nivån ca 80 dBA på 1 m

avstånd från högtalaren i normalriktningen. (Kvalitetsfaktorerna beskrivs i detalj i del 2.)

6.4 Akustiska parametrar

6.4.1 Bakgrundsbuller

Det statistiska bakgrundsbullrets nivå beror bl a på om ventilationsanläggningen är påkopplad eller ej, på utifrån kommande trafikbuller m fl förhållanden. Nivåerna har mätts som ekvivalentnivåer dels i tersoktaver i frekvensområdet 0.125-4 kHz dels med A-vägning. I klassrum där elever är närvarande uppstår buller p g a deras aktivitet, s k dynamisk bakgrundsbuller [16]. Detta registrerades samtidigt med inspelningen av speciella testsignalerna med (talmässig) tysta elever. Bakgrundsnivån analyserades under 10-15 sek pauserna i testsignalerna och bestämdes som ekvivalentnivå (fig 9).

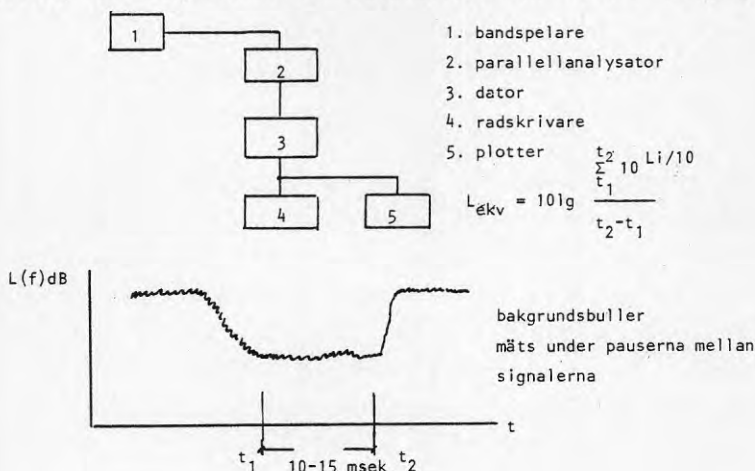


Fig.9 Principen för mätning av bakgrundsbuller vid datorstyrd process.

6.4.2 Ljudtrycksnivå

Signalnivå är en viktig parameter vid undersökningar av en lokals akustiska kvalitet.

Den ljudtrycksnivå som mäts är oftast den A-vägda nivån. Vid långvariga signaler t.ex. buller, tal, modulerad signal motsvarar nivån då medelnivån i lokalen. För att bättre analysera förändringar på

grund av lokalens utformning, ytornas absorptions- och reflektions-egenskaper mäts ljudnivån för momentana tidsintervall, d v s lokalens svar på en impulsartad signal.

I våra undersökningar har denna nivå mätts med både A-vägningsfilter och med tersfilter under 10 msek intervall.

I fortsättningen (del 2) har sådana momentana spektra utnyttjats vid beräkningar av spektral förändringarna.

Vid mätningarna hölls de långvariga signalerna på 1 m avstånd från ljudkällan vid konstant nivå och på så sätt hölls också impulssignalens nivå konstant. Analys av uppmätta signaler skedde sedan med hjälp av dator.

6.4.3 Efterklangstid

Mätning av efterklangstid kan ske på två sätt med vårt datorbaserade mätsystem.

1. Tidskonstanten τ kan väljas som 5, 10 eller 20 msek. En linjär approximation till kurvan beräknas enligt minsta kvadrat metoden. Under tiden t_1 mäts signalens medelnivå \bar{L} . När efterklangsförloppets nivå når värdet $\bar{L}-5$ dB och momentanvärdet också är lägre än $\bar{L}-5$ dB startas beräkningarna, tiden är då t_0 . Beräkningarna avslutas när nivån sjunkit till $L' \geq \bar{L}-35$ dB eller till den nivå som kan uppfattas som bakgrunds-nivån. Av värdena beräknas efterklangskurvan och tiderna t'_0 och t_n som ligger mellan nivåerna $\bar{L}-5$ dB och L' dB. Efterklangstiden beräknas som

$$T = (t_n - t'_0) \cdot k \quad \text{där } k = \frac{60}{(\bar{L}-5-L')} \quad (10)$$

Nivån L' dB bestäms med hjälp av minsta kvadratmetoden enligt nedan. Uttrycket för kurvan är $y = m \cdot t + b$ (y motsvarar L)

$$\text{där } m = \frac{\sum_i t_i \cdot y_i - \frac{\sum_i t_i \cdot \sum_i y_i}{n}}{\sum_i t_i^2 - \frac{(\sum_i t_i)^2}{n}} \quad (11)$$

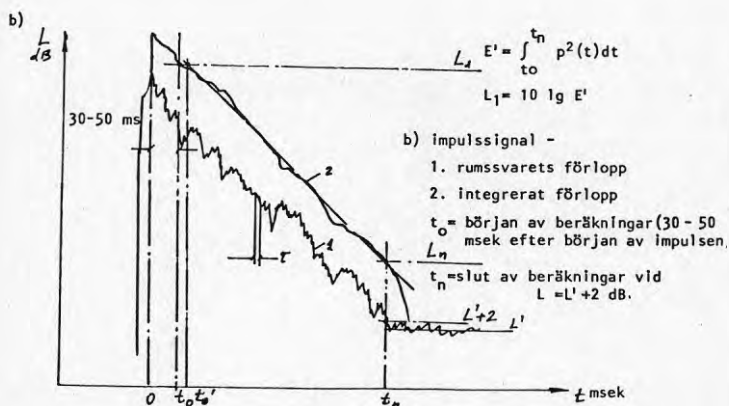
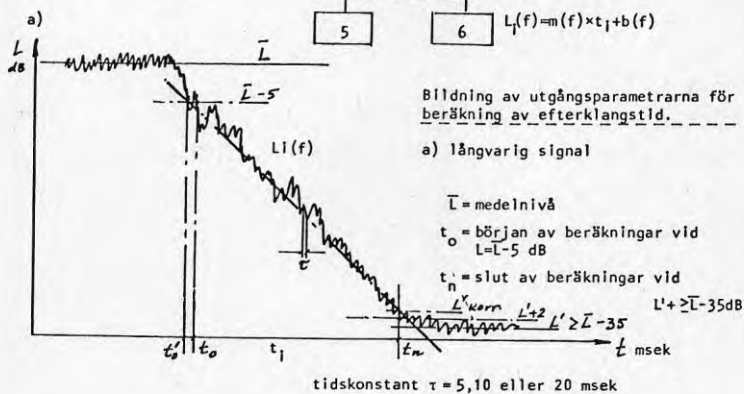
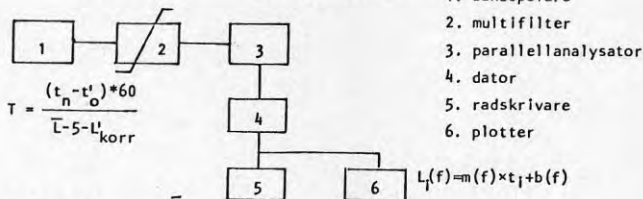
$$\text{och } b = \frac{\sum y_i}{n} - m \cdot \frac{\sum t_i}{n} \quad (12)$$

$$\text{där } n = \frac{t_n - t'_0}{\tau}$$

Vid mätningar i tomma lokaler ligger i allmänhet dynamiken över 30 dB medan man i lokaler med åhörare ofta har lägre dynamik. Datorprogrammet ger förutom efterklangstiden för varje önskad ters också ett värde på dynamiken. Värdena för t_1 , t'_0 och t_n bestäms automatiskt av programmet (fig 10a)

Fig.10 Mätning av efterklangstid.

Allmän princip med datorstyrd process



2. Den andra mätmetoden är baserad på Schröders Integrationsmetod [17,18,19], (fig 10b). Vid denna mätning utnyttjas en bredbandig brussignal av pulstyp (20 ms).

Kurva 1 - efterklangsförloppet för mätsignalen.

Kurva 2 - motsvarande integrerat förlopp.

Den totala akustiska energin i mätpunkten är för det aktuella tidsförloppet

$$E' = \int_t^{t_n} p^2(t) dt \quad (13)$$

motsvarande nivå är $L' = 10 \log E'$

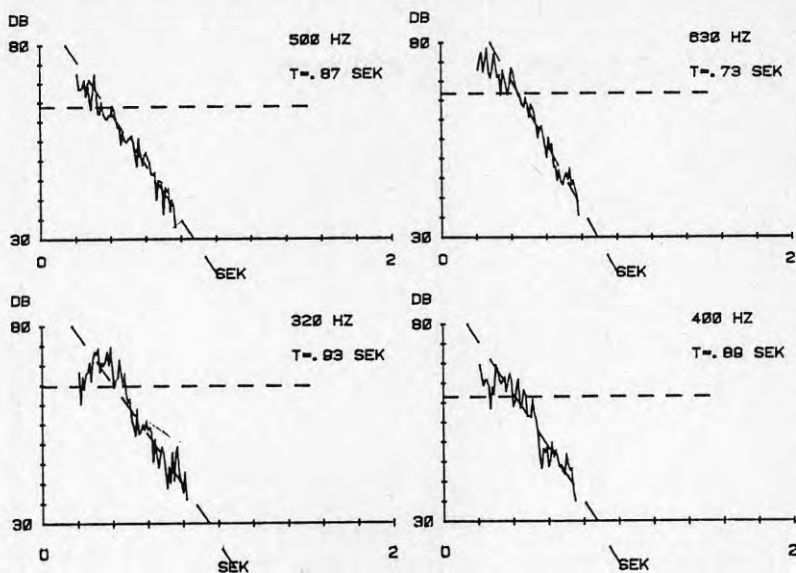
Vid subtraheringen av energin från reflex 1, 2 o.s.v. från energin E' fås en ny kurva. Gränsvärdet t_0 bestäms som efterklangsförloppets startpunkt och läggs programmässigt ca 50 ms efter pulsens starttid. Tiden t_n bestäms som i föregående metod. Den momentana energin beräknas nu för hela efterklangsförloppet med tidskonstanter enligt tidigare diskussion och man antar att denna beräknade energi är densamma som den som strålat ut från källan minskad med lokalens absorption. Minskningen av denna energi med varje följande reflex bildar ett nytt efterklangsförlopp som beräknas på ung. samma sätt som beskrivits i föregående diskussion. Spridningen mellan punkterna i detta efterklangsförlopp är mindre än i det verkliga efterklangsförloppet (kurva 1). Även denna typ av mätning sker automatiskt och samtidigt för alla önskade tersoktaver. Från resultaten för de 8 mätpositionerna kan så medelvärdet av efterklangstiden för lokalen beräknas.

(Obs: Mätning av rumsakustiska kvalitetsfaktorer beskrivs i del.2)

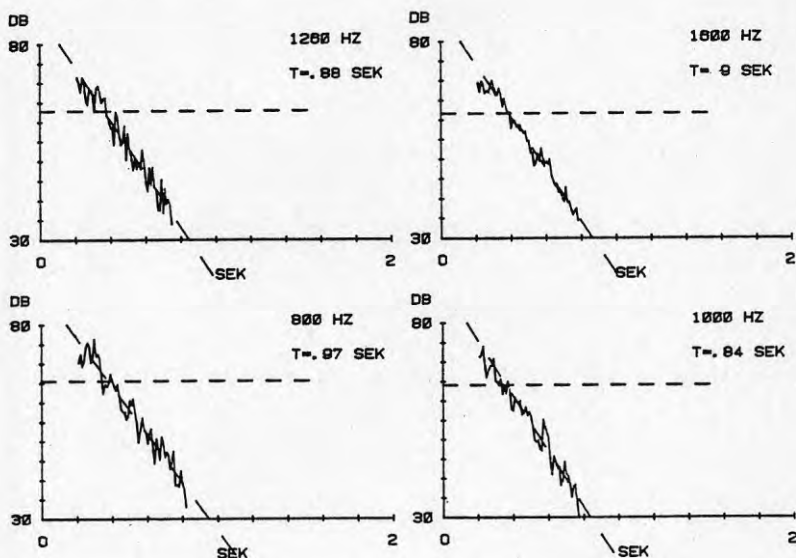
På fig. 11,12,13,14,15,16 och i tab.1 ses exempel från en efterklangstidsmätning med:

- a) brussignal
- b) impulssignal med beräkningar utgående från efterklangsförloppet
- c) impulssignal med beräkningar enligt integrationsmetoden

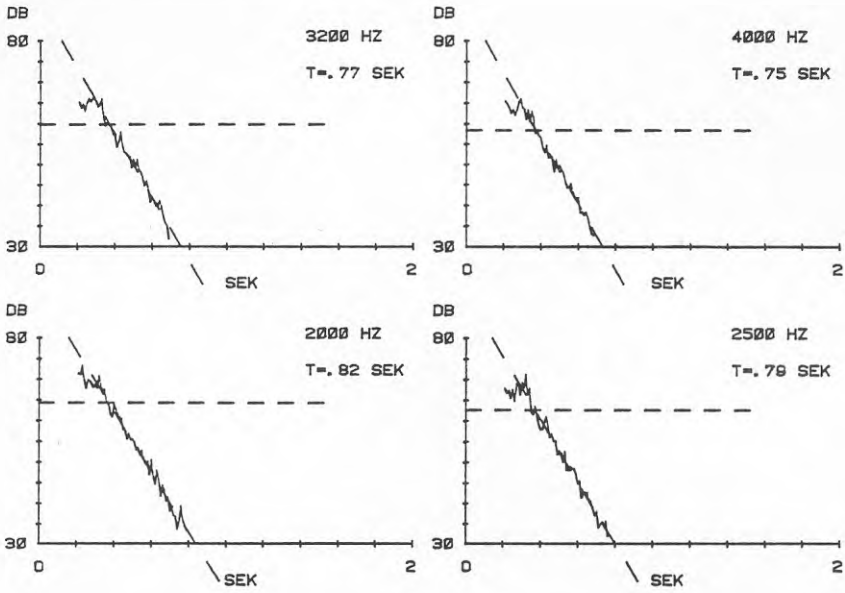
BURGARDENS GYMNASIUM KLASS 49 TOM LOKAL, -BRUSSIGNAL-
 DAT. 120279 LOKAL NR. 49 POS. 1 MATN. 1 VOL. 100



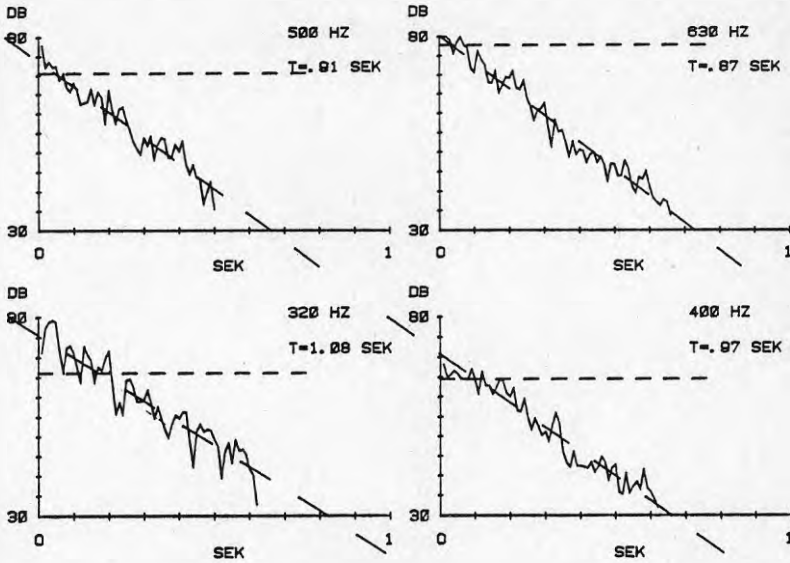
BURGARDENS GYMNASIUM KLASS 49 TOM LOKAL, -BRUSSIGNAL-
 DAT. 120279 LOKAL NR. 49 POS. 1 MATN. 1 VOL. 100



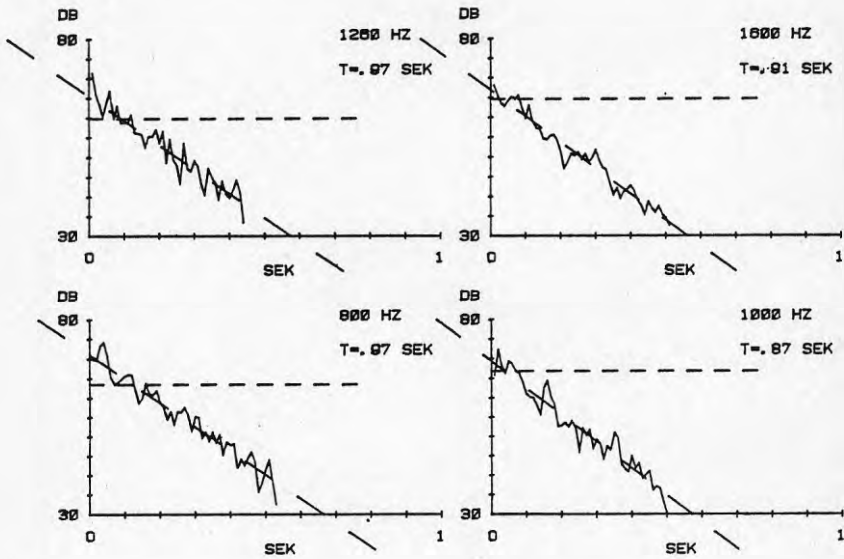
BURGARDENS GYMNASIUM, KLASSE 49 TOM LOKAL, -BRUSSIGNAL-
DAT. 120279 LOKAL NR. 49 POS. 1 MATN. 1 VOL. 180



BURGARDENS GYMN. KLASS 40 TOM LOKAL-IMPULSSIGNAL-
 DAT. 120270 LOKAL NR. 40 POS. 1 MATN. 1 VOL. 180

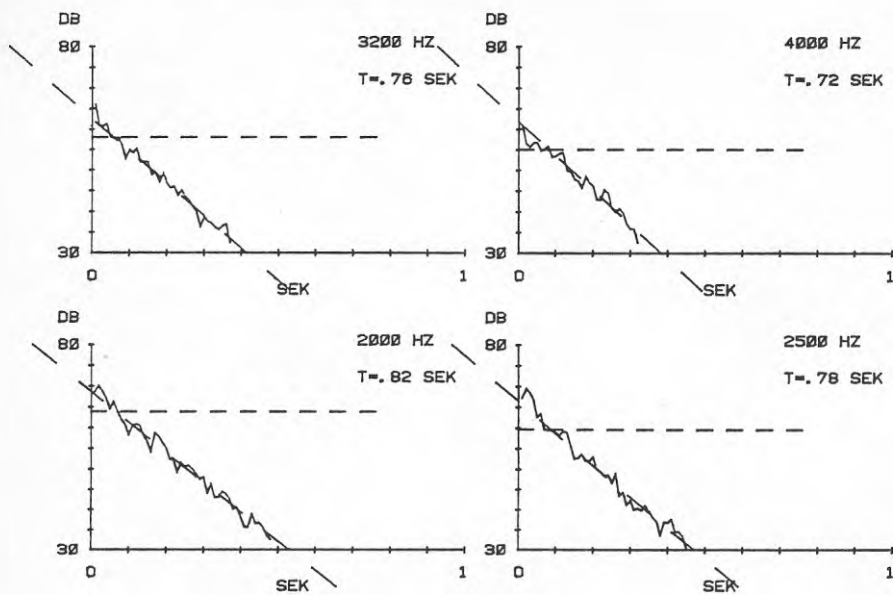


BURGARDENS GYMN. KLASS 40 TOM LOKAL-IMPULSSIGNAL-
 DAT. 120270 LOKAL NR. 40 POS. 1 MATN. 1 VOL. 180

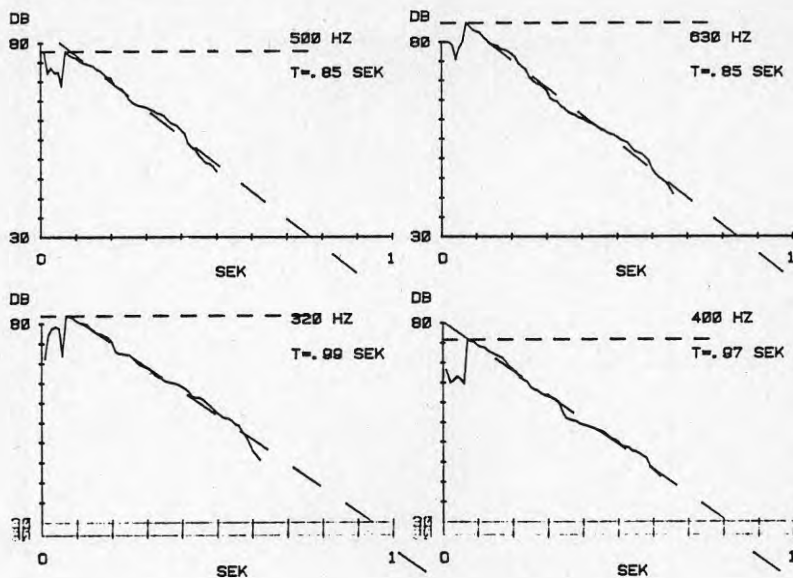


BURGARDENS GYMN. KLASS 49 TOM LOKAL-IMPULSSIGNAL-
DAT. 120279 LOKAL NR. 49 POS. 1 MATN. 1 VOL. 180

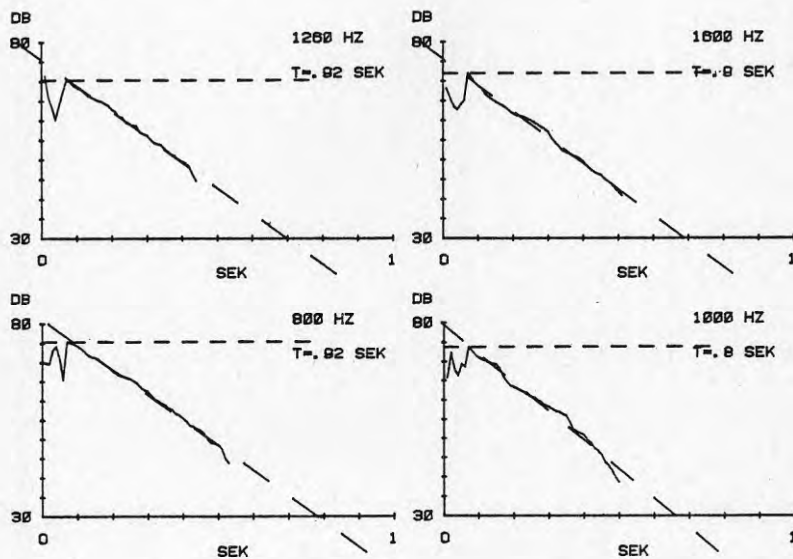
kurvblad 14



BURGARDENS GYMN. KLASS 49 TOM LOKAL-IMPULSSIGNAL-integr.värde
 DAT. 120279 LOKAL NR. 49 POS. 1 MATN. 1 VOL. 100

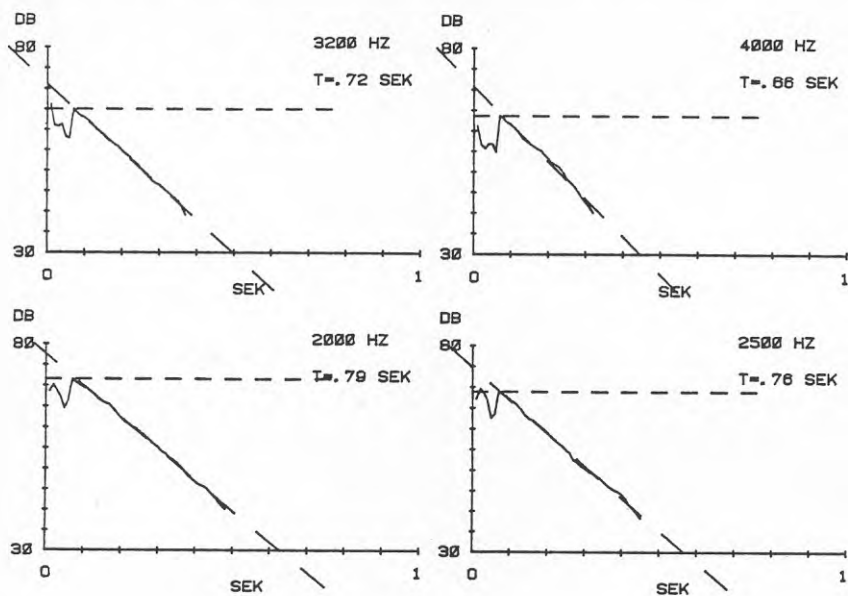


BURGARDENS GYMN. KLASS 49 TOM LOKAL-IMPULSSIGNAL-
 DAT. 120279 LOKAL NR. 49 POS. 1 MATN. 1 VOL. 100



BURGARDENS GYMNASIUM KLASS 49 TOM LOKAL-IMPULSSIGNAL-integr.värde
DAT. 120279 LOKAL NR. 49 POS. 1 MATN. 1 VOL. 180

kurvblad 16



Burgårdens gymm. Klass 49 Tom lokal, Brussignal
 Efterklangstid, Dat. 120279, Lokal Nr.49, Volym 180, VI=2 Kan.1 BSP 18, Pos.1 ,Matn.1

Frekvens Hz	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Dynamik DB	26	23	27	28	27	29	26	26	30	30	25	25
T-30 sek	0.93	0.89	0.87	0.73	0.97	0.84	0.88	0.9	0.82	0.79	0.77	0.75

Klass 49 Tom lokal, Impulssignal

Dynamik DB	25	32	30	43	25	32	22	31	30	28	25	20
T-30	1.08	0.97	0.91	0.87	0.97	0.87	0.97	0.91	0.82	0.78	0.76	0.72

Klass 49 Yom lokal, Impulssignal - Integrerade värde

Dynamik DB	32	34	29	42	29	32	24	30	30	30	25	22
T-30	0.99	0.97	0.85	0.85	0.92	0.8	0.92	0.9	0.79	0.76	0.72	0.66



7 SAMMANSTÄLLNING AV DE UPPMÄTTA PARAMETRARNA. BYGGNADS- TEKNISKA KRITERIER OCH KRAV FÖR LYSSNINGSLOKALER

7.1 Lokalbeskrivning

Som tidigare nämnts har undersökningarna utförts i klassrum i grundskolor och gymnasier samt i några större klasser. Samtliga lokaler har varit belägna i Göteborg.

7.1.1 Lokalernas belägenhet

De flesta av de grundskolor som undersökts är nybyggda och belägna i närheten av eller i nyare bebyggelse med lokala trafikleder. Gymnasierna är emellertid i allmänhet byggda ca 20-40 år tillbaka och belägna i stadens centrala delar och ofta i mycket trafikbelastade områden, medan endast några få grundskolor har sådana förhållanden. I de fall klassrummens fönster är riktade ut mot trafiklederna är förhållandena kraftigt påverkade av trafikbullret (fig. 17, 18, 19, 20, 21)

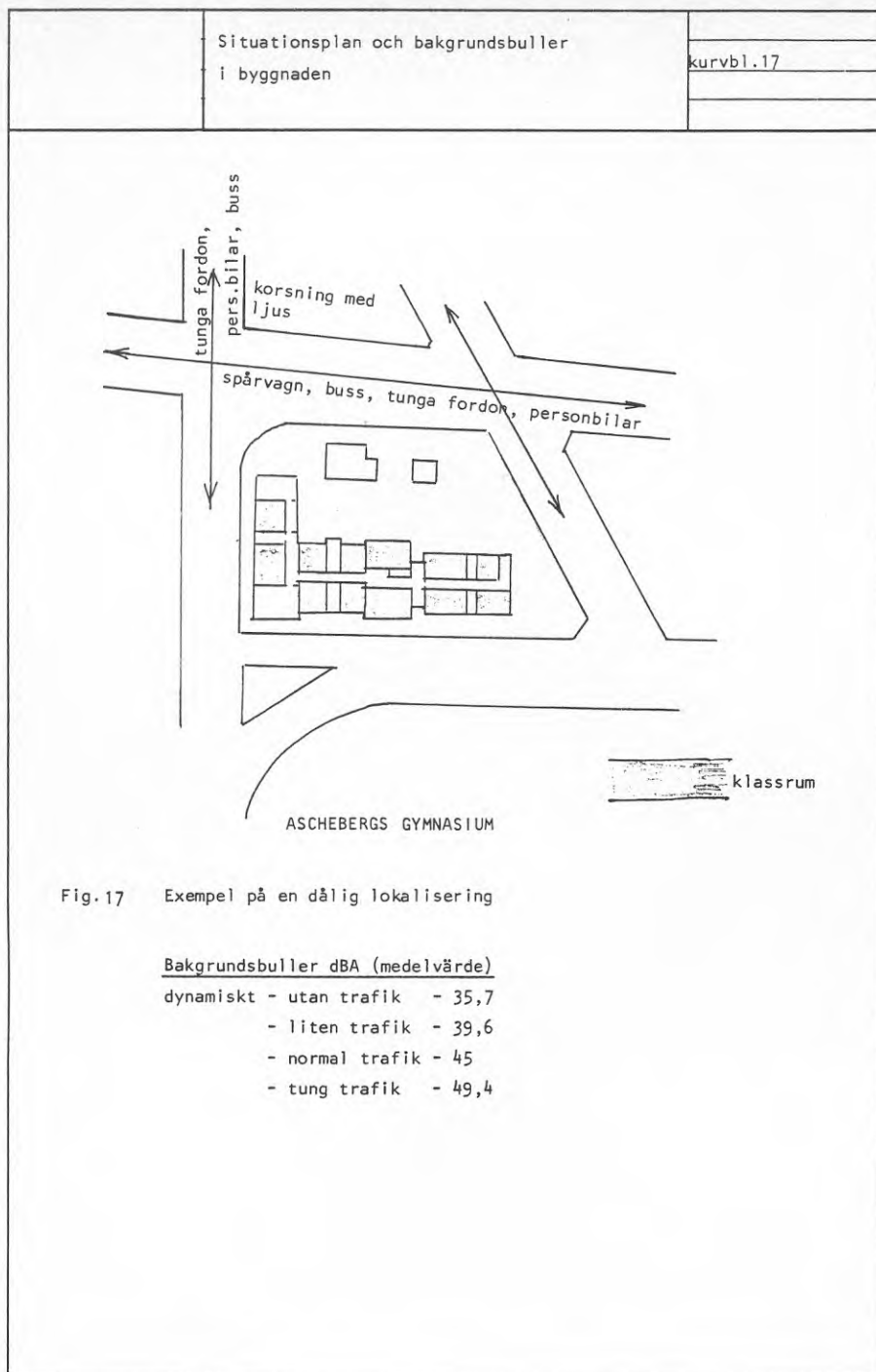
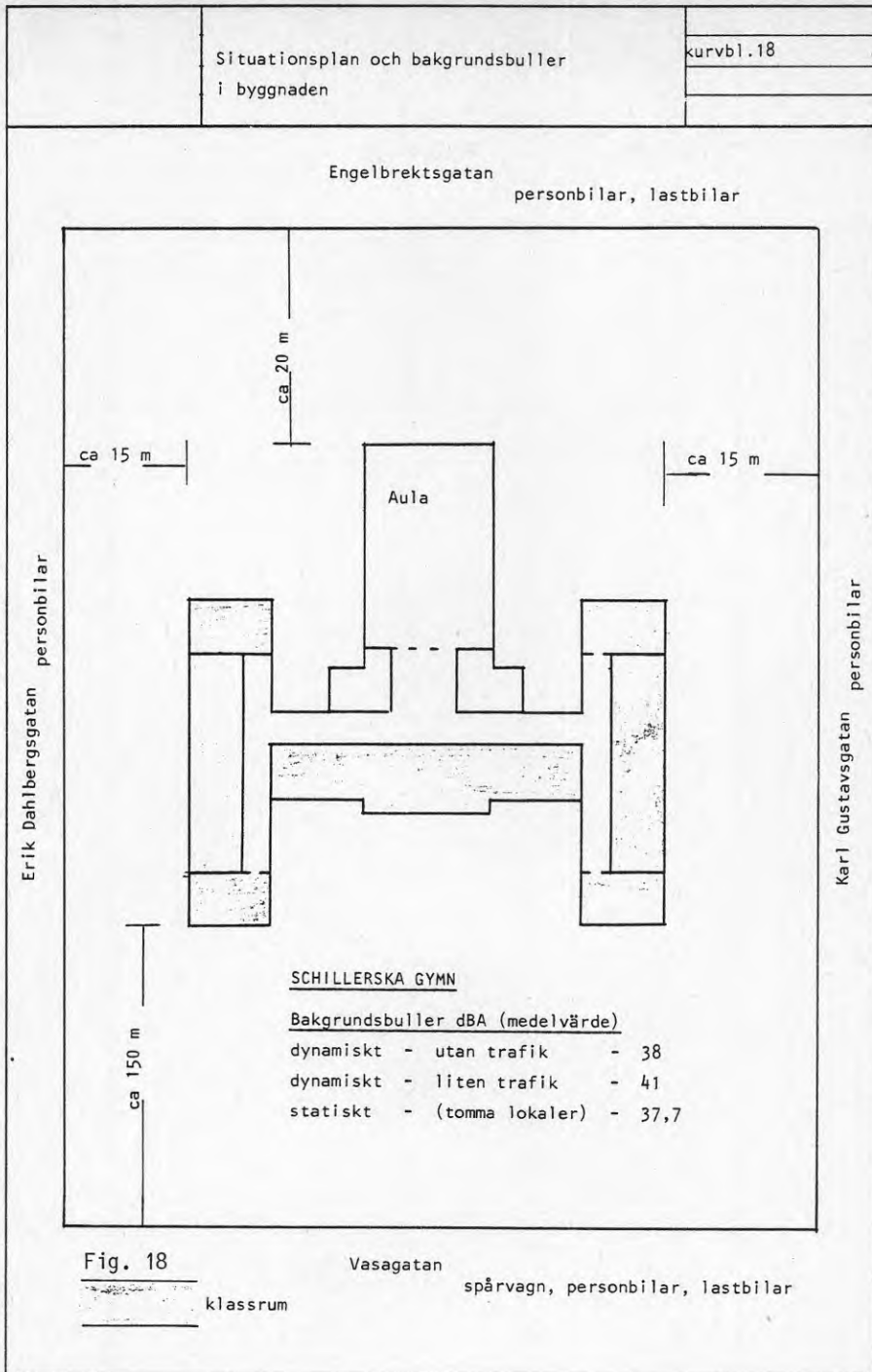


Fig. 17 Exempel på en dålig lokalisering

Bakgrundsbuller dBA (medelvärde)

- dynamiskt - utan trafik - 35,7
- liten trafik - 39,6
- normal trafik - 45
- tung trafik - 49,4



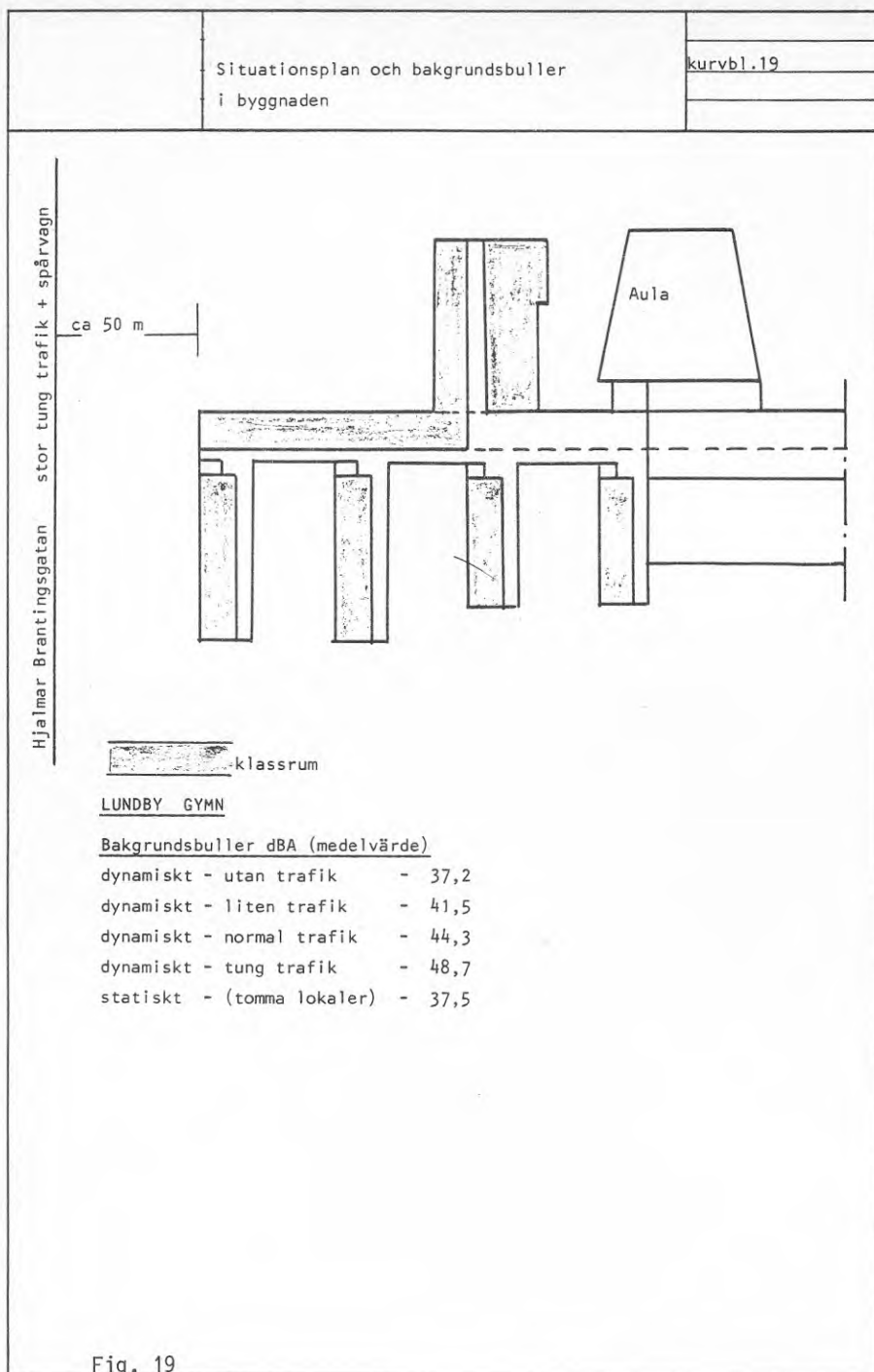


Fig. 19

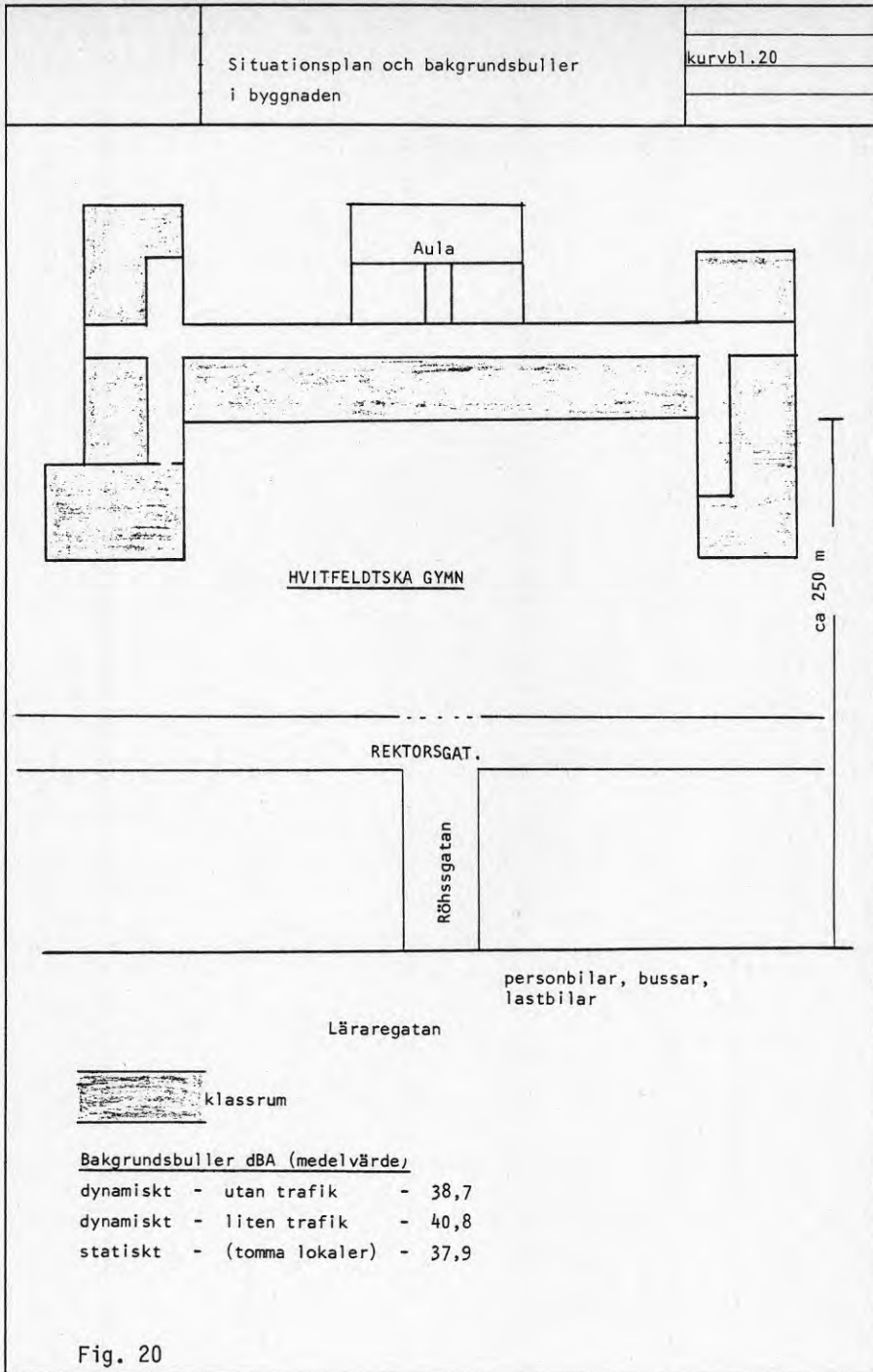


Fig. 20

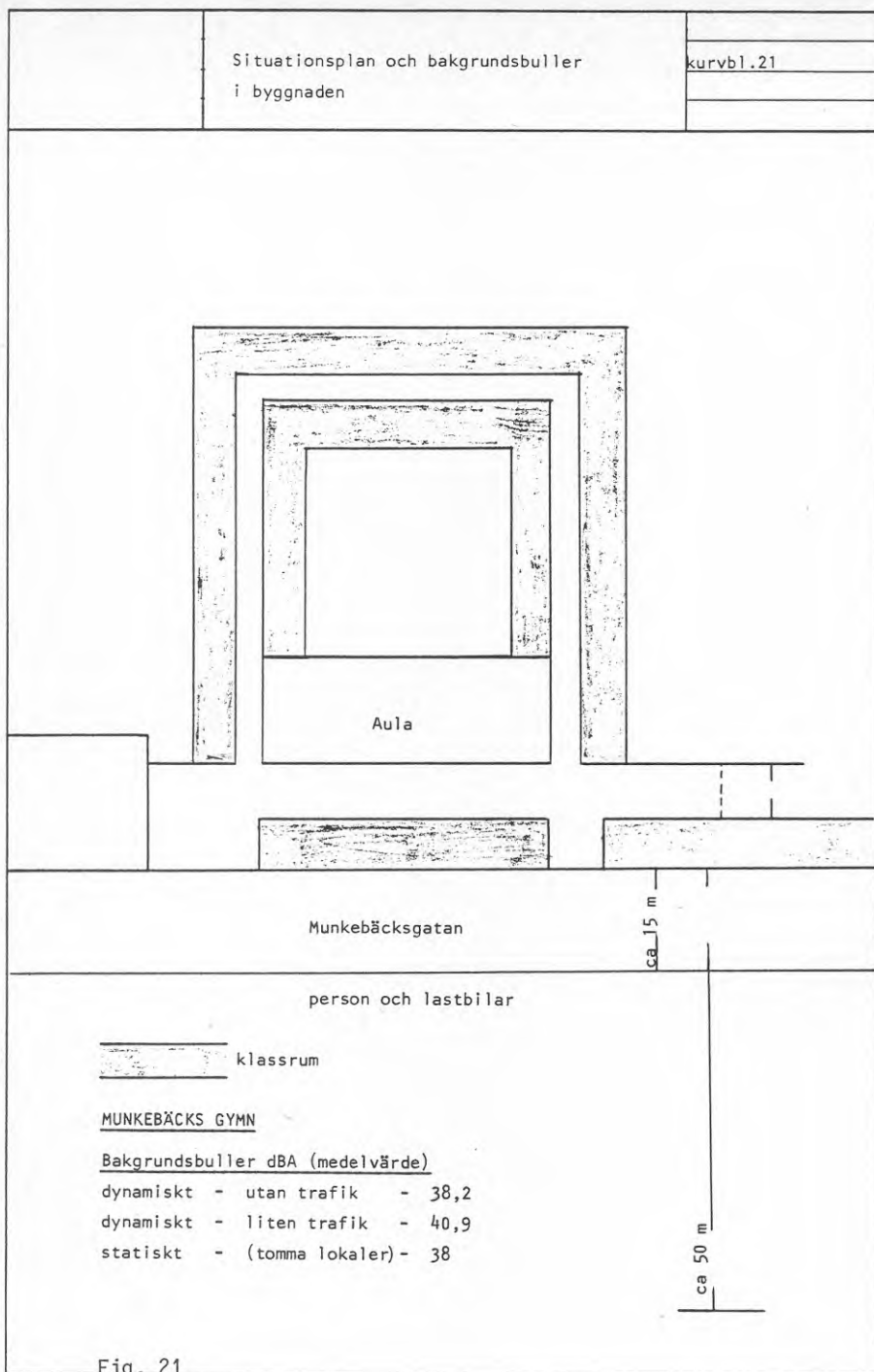


Fig. 21

7.1.2 Salarnas placering, konstruktion och utrustning.

I allmänhet är klassrummen placerade intill varandra och ingångarna till rummen anslutna i allmänhet till en gemensam korridor.

Klassrummen är oftast avskilda från varandra med enkla tegel eller betong väggar, men ifråga om klassrum för kemi eller fysikundervisning finns ofta rumsskiljande förråd.

I allmänhet är bjälklagen utformade så att det inte förekommer synliga balkar utom i äldre skolor där det ofta finns balkar på ca 0.3 till 0.4 m tjocklek. Klassrummen är i allmänhet parallelepipediska och med större fönster.

I klassrum där fönstren är riktade mot syd-ost värms lokalerna kraftigt av solinstrålningen. Den naturliga ventilationen är då ofta otillräcklig och vid lämplig väderlek är då fönstren ofta öppnade. Under dessa omständigheter är lokalerna kraftigt påverkade av trafikbuller.

Dörrarna är i allmänhet konstruerade utan några särskilda ljudisolerande åtgärder. Detta medför kraftiga bullerstörningar från aktiviteterna i korridorerna.

De flesta skolor skiljer sig ganska mycket från varandra vilket bör påverka de akustiska parametrarna. I de flesta klasser är tak och väggar putsade och målade, men det förekommer också beklädnader som mineralullsskivor, perforerade skivor eller träullsplattor monterade i taket, och material som träpaneler med eller utan slitsar på väggarna.

Beroende på ämnestyp kan klassrummen vara försedda med instrumentskåp eller bokhyllor. I de flesta äldre skollokaler finns endast självdragsventilation men nyare byggnader är försedda med mekanisk ventilation.

Större hörsalar och auditorier har individuellt utformad väggbeklädnad och inredning. Dessa lokaler kommer ofta till användning som samlingslokaler, teatrar och konsertlokaler, de utnyttjas också för skrivningar. Klagomål på de akustiska förhållandena i dessa lokaler är relativt vanliga.

Alla de undersökta klassrummen har varit parallelepipediska. I alla klassrum avsedda för humanistiska ämnen har golven varit horisontella. I kemi, fysik och ofta i biologilokalerna har golvet haft gradängar.

Typisk placering och utformning av klassrum visas på fig.22.

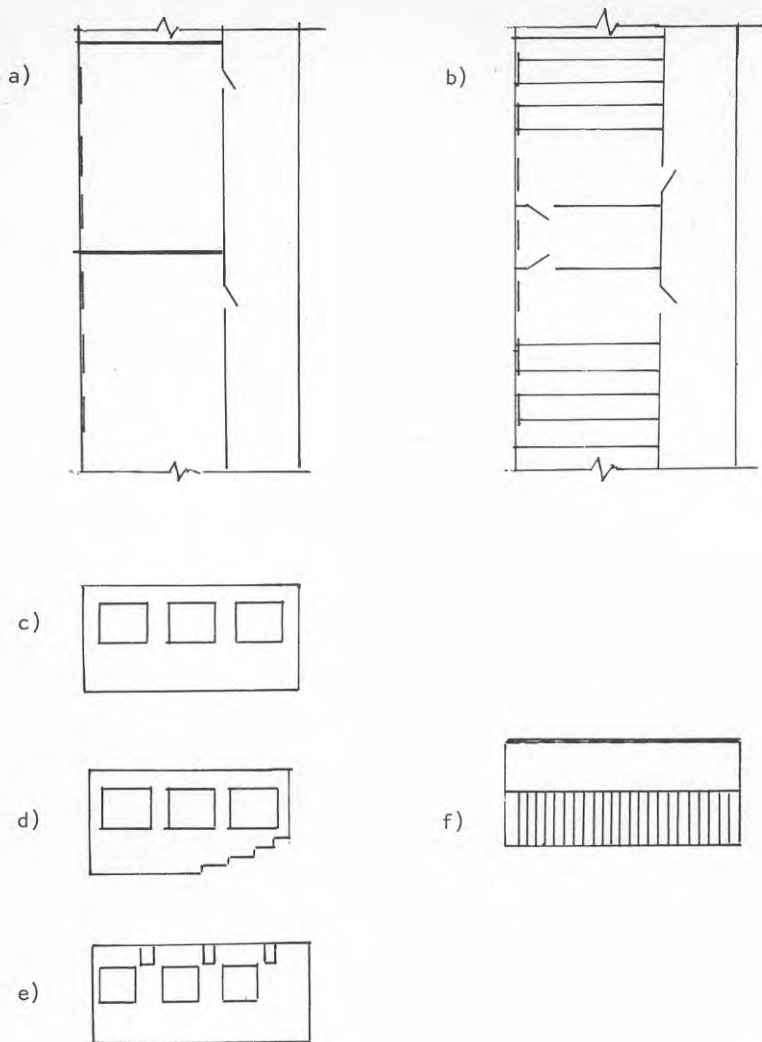


Fig. 22 Exempel på en typisk placering och utformning av klassrum i skolor.

- a) språk, matematik, historia b) fysik, kemi, biologi
 c) sektion för a) d) sektion för b)
 e) sektion - balkar under taket
 f) klass med absorbenter på väggar och tak

7.2 Undersökta lokaler.

Sammanlagt har 19 klassrum i sex grundskolor och 25 klassrum i gymnasier undersökts. Klassrummens ämnesfördelning har varit:
fysik + kemi + biologi 9/9 st.
språk + historia + matematik 7/15 st. i grundskolorna resp. gymnasier.

I grundskolorna har huvudsakligen rum som används för årskurs 7 och 9 och i gymnasierna årskurs 1 och 3 varit föremål för undersökning.

Analysen omfattar endast 16 klassrum i grundskolor (och kan betraktas som förundersökning) och 24 klasser i gymnasiet.

7.3 Sammanställning av geometriska och rumsakustiska parametrar.

7.3.1 Byggnadstekniska parametrar.

Alla lokaler har indelats efter uppmätta efterklangstider T_{60} .

I grundskolorna har indelningen skett i 4 efterklangstidsgrupper:

1 - 0.47 sek, 2 - 0.53 sek, 3 - 0.63 sek, 4 - 0.82 sek

och i gymnasierna 4 andra efterklangstidsgrupper (EKT - grupper):

1 - 0.6 sek, 2 - 0.75 sek, 3 - 0.85 sek, 4 - 1.0 sek.

Sammanställning har skett för varje EKT-grupp och för varje lokal i resp. EKT-grupp.

Med hänsyn till de obetydliga skillnaderna mellan de undersökta parametrarna i klassrum med olika ämnesfördelning i samma skola sker analysen endast enligt uppmätta efterklangstider dvs.enligt indelningen i efterklangstidsgrupper (EKT-grupper).

I tabell 2 (grundskolor) och i tabell 3 (gymnasier) har de undersökta lokalernas geometriska parametrar sammanställts.

tabell 2.

Byggnadstekniska parametrar

grundskolor

EKT-grupp	T 60 sek	Skola	Klass/årskurs	ant elev	ämne	L m	B m	H m	V m ³	golvet slätt/grad ägel	absorbenter bak-sido/fram vägg vägg vägg	antal rader	anmärkningar ven- tra- fik
0,47	0,49	Tolered	H-8/9	24	spr	8,9	6,55	3,2	187	+		5 oregelb	
	0,43	Tolered	R-13/9	20	kemi	8,6	7,0	3,2	193	+		5	
	0,55	Tolered	H-26/7	18	spr	8,9	6,55	3,2	187	+		6 oregelb	
0,53	0,63	Påvelund	211/9	20	spr	8,35	7,0	3	176	+		5	+
	0,48	Påvelund	128/9	16	kemi	7,05	8,6	3	183	+		oregelb	+
	0,45	Påvelund	130/7	17	kemi	7,05	8,6	3	183	+		2	
	0,54	Påvelund	224/7	20	spr	8,35	7,0	3	176	+		5 oregelb	
	0,5	Sjumilla	10/8	16	biol	8,3	7,0	3	174	+	+	5 oregelb	
	0,56	Lunden	202/7	26	fys	8,0	7,0	3	168	+		5	
0,54	Lunden	203											
0,63	0,64	Tynnered	150/7	16	biol	8,0	7,2	3,2	182	+		4	+
	0,61	Tynnered	147/7	26	fys	8,0	7,2	3,2	182	+		4	+
	0,64	Tynnered	221/9	20	spr	8,75	6,65	3	176	+		5	+
	0,64	Lunden	106/7	26	spr	8,0	7,0	3	168	+		5	
0,82	0,8	Sjumilla	7/7	14	kemi	8,5	6,8	3,2	185	+		4	+
	0,85	Sjumilla	9/7	18	fys	8,5	6,8	3,2	185	+		4	2
		Tynnered	251/9	18	spr	9,8	5,6	3	165	+		6	+

tabell 3.

Byggnadstekniska parametrar

gymnasieskolor

EKT-grupp	F ₆₀ sek	Skola	Klass/årskurs	ant elev	ämne	L m	B m	H m	V m ³	golvet stättgränd	absorbenter		anmärkingar
											tak	bak-sido framvägg vägg	
0,6	0,42	Ascheberg	19/3	15	kemi	8,4	6,85	3,35	184		+		
	0,66	Lundby	41/1	22	fys	7,6	7,05	3,25	164	+	+		5
	0,58	Ascheberg	57/3	22	mat	10,7	7,0	3,55	267	+	+		5
	0,63	Ascheberg	59/1	18	spr	10,9	7,0	3,65	278	+	+		5
	0,65	Schillerska	118/1	28	spr	10,1	6,1	4,0	245	+	+		6
	0,66	Burgården	15/2	15	kemi	8,8	6,4	3,4	192	+	+		5
0,75	0,71	Ascheberg	56/3	24	fys	10,7	7,0	3,55	255		+		5
	0,74	Lundby	48/3	20	kemi	7,85	7,0	3,2	166	+			5
	0,71	Munkebäck	70/2	27	spr	9,25	6,4	3,25	193	+	+		4 oregelb
	0,71	Lundby	10/3	28	filos	8,4	6,4	3,35	181	+	+		5 oregelb
	0,75	Burgården	22/1	21	spr	14,9	6,5	3,5	340	+	+		10
	0,78	Lundby	27/1	12	mat	8,4	6,5	3,25	178	+	+	+	5
0,79	0,79	Burgården	49/3	27	spr	8,8	6,5	3,6	206	+	+		5
	0,81	Hvitfeldtska	21/2	14	spr	8,0	6,7	3,2	170	+	+		5 oregelb
0,85	0,82	Munkebäck	56/3	22	fys	7,05	7,05	3,35	160		+		5
	0,89	Ascheberg	50/1	22	fys	11,25	7,1	3,95	303	+	+		5
	0,84	Munkebäck	70/1	13	spr	9,25	6,4	3,25	193	+	+		4 oregelb
	0,86	Hvitfeldtska	7/2	20	spr	8,05	6,7	3,7	200	+	+		6 oregelb
0,88	0,88	Hvitfeldtska	38/1	18	hist	8,8	6,4	3,25	183	+	+		6
	0,9	Hvitfeldtska	44/2	23	biol	8,35	6,7	3,5	188			+	5
1,0	0,92	Schillerska	Bi-1/3	18	biol	6,6	6,6	4,0	175			+	5
	1,01	Munkebäck	91/1	14	spr	11,3	6,8	3,25	247	+	+		5
	1,09	Schillerska	112-H1	27	spr	10,2	6,0	4,8	290	+	+		5
	1,11	Schillerska	112-H3	18	spr	10,2	6,0	4,8	290	+	+		5

7.3.2 Bakgrundsbuller

I tabell 4 (a,b) och 5 (a,b,c) visas bakgrundsbullret uppdelat enligt speciella kriterier, dvs. enligt inverkan av olika slag av bullerkällor.

1. Dynamiskt bakgrundsbuller dvs. med elever närvarande och liten trafik utanför.
2. Samma som ovan, men normal trafik utanför.
3. Samma som ovan, men tung trafik utanför.
4. Statisk bakgrundsbuller, utan och med liten trafik utanför.
I lokalerna med mekanisk ventilation:
5. Dynamiskt bakgrundsbuller, ventilation påkopplad och trafik utanför.
6. Statisk bakgrundsbuller , ventilation påkopplad.
7. Statisk bakgrundsbuller, ventilation avstängd

De tre sista grupperna, som gäller grundskolor, visas i tabell 4. Alla värden har mätts i tersoktaver i området 125-4000 Hz och med A-vägningsfilter.

I tabeller sammanställdes också medelvärden för samtliga slag av bakgrundsbuller.

På kurvblad 23,24 och 25 visas ~~alla medelvärden och för jämförelse~~ visas också gränsvärden enligt SBN 1975, kap 34-52, kurvan N-25 i oktavband och samma kurva omräknad till tersoktaver.

B A K G R U N D S B U L L E R

Frekvens Hz

tabell 4 a

Grundskolor	Skola	Klass	Frekvens Hz																VV dBA	
			125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000		5000
Bullerkällor	Påvelund	128	41,8	40,8	37	36,8	34,5	36,7	33,8	28,1	27,9	26,1	23,5	22,5	22,6	20,8	21,5	20,0	21,1	40,0
		130	43,8	46,4	40,1	36,4	36,2	34,2	30,6	29,5	27,2	24,2	24,5	23,4	22,4	21,2	21,7	20,6	21,8	40,6
		211	42,1	46,7	41	39,9	39,2	38,3	33	30,6	28,5	28	28,5	27,2	24,5	22,9	22,8	21,6	22,7	42,1
		224	38,6	38,7	40,1	43,7	42,5	37,1	32,9	31,8	29,1	27,8	26,4	23,5	21,8	19,5	20,7	20	20,5	42,3
Tynnered		150			37	39,9	32,9	33,1	29,1	28,2	26,9	25,9	26,8	25,2	24,6	23,2	23,5	22,8	22,9	39,6
		221			40,1	37,0	34,6	33,8	32,5	30,1	28,7	29,2	30,1	29,4	28,6	27,3	26,7	25,1	24,1	40,5
		251			35,2	38,2	37,2	37,3	33,1	30,8	30	29,7	30,8	29,1	27,9	27,6	26,4	25,2	24,8	41,5
Lunden		202	41,3	39,3	39,2	36,7	35,2	32,7	31,2	30,5	28,5	28,3	27,6	25	24,2	23,8	22,7	21,1	22,8	40,3
			41,5	42,4	39,6	38,6	36,5	35,4	32	29,9	28,3	27,4	27,3	25,7	24,6	23,3	23,3	22	22,6	40,9
Tolered		H-8	32,8	35,1	31,1	27,1	28,7	26,8	21	22,2	20,8	20	19,8	19,5	19	18,7	20,3	19,6	20,8	34,2
		H-26	37,1	35,7	33,8	29,7	28	26,5	23,5	22,4	22,4	21,7	21,1	20,8	22,8	21,2	20,7	20,2	22,1	34,3
		R-13	33	33	30,5	28,1	28,2	25,8	26,2	29,5	22	20,1	19,3	19,1	18,6	18,2	19,7	18,9	20	34,8
Tynnered		147			30,5	27,7	28,7	29,8	24,1	22,7	22,4	22	21,5	21,1	22,7	21,2	21,4	20,5	21,5	35,4
Påvelund		211	39,3	41,5	38,5	27,7	27	30,3	20,3	20,1	19,8	20,5	20,7	19,1	19	17,9	19,4	19	19,8	35,5
			35,5	36,3	33,3	28	28,1	27,8	23	23,7	21,5	20,8	20,5	19,9	20,4	19,4	20,3	19,6	20,8	35

Grundskolor

B A K G R U N D S B U L L E R

dB

Frekvens Hz

tabell 4_b

Bullerkälla	Skola	Klass	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	VV dBA		
dynamiskt Bakgrunds- buller	Tolered Tolered Tolered	H-8 R-13 H-26				39,9	37,3	35,3	34,3	32,1	30,3	28,2	28	27	26,1	25,2	24,4	24,5	23,5	24,9	41,2		
					38,9	38,1	37,6	37,8	35,4	34,3	32	28,3	26,7	26,2	25	24,5	23,9	22,3	22,9	22,3	22,9	41,6	
					41,1	38,9	36,7	36	34,4	32	31,2	24,6	29,7	28,5	29,4	27,7	27,1	25,3	26,2	23,1	25,3	26,2	43,1
(ventilation påkopplad, lieten resp normal tra- fik)	Påvelund Påvelund Påvelund Påvelund	128 130 211 224		43,2	44,4	42,4	37,8	38,7	42,1	33,9	31,2	29,8	29,7	26,5	25,6	23,7	22,4	22,6	21,2	21,8	43,1		
				45,4	48,7	43,7	40,2	39,9	37,5	34,8	33,3	31,1	30,2	29	28,9	28,6	27,5	28,1	27,5	27,3	43,8		
				45,1	45,3	41	39,5	40,8	39	32,6	30,2	28,6	29	29,1	27,5	26,1	24,7	24,4	23,4	24	24	43,4	
				46,3	41,5	41,8	44	43	38,3	36,2	34,3	32,1	30,5	29,5	29,4	29,3	28,5	26,6	24,8	26,2	24,8	26,2	44,2
Tynnered	Tynnered Tynnered Tynnered Tynnered Tynnered	150/1 150/2 147 221 251				41,5	42	36,2	35	32,6	31,2	30,5	29,8	29,6	29,5	29,8	27,7	27,1	25,8	24,7	42,7		
					42	42,6	37,2	37,8	34,3	32,6	31,6	32,2	30,2	29,7	29	27,7	26,5	25,9	26,6	24,6	24,6	42,6	
					37,4	38,4	35,6	34,7	36	32,9	33,4	32,9	30,3	29,1	29	28	26,9	25,2	26,1	24,6	24,6	42,6	
					44,2	39,9	36,4	35	31,9	30,7	28,8	28,8	30	29,6	28,5	27,1	26,1	24,4	24,6	24,1	24,4	24,6	42,1
					38,5	41,2	41,6	41,5	36,9	33,7	33,2	32,7	32,8	30,6	30,9	29,1	28,7	27	26,9	24,5	24,5	24,5	45
Lunden	Lunden Lunden Lunden	106 202 203				38,4	38	38,6	37	34,4	34,5	32,1	32	33,3	33,4	33	31,1	29,3	27,7	28,9	44,6		
					39,3	37,8	38,3	35	30,9	29	27,4	27	26,6	25,3	26,1	25,7	25,1	23,5	24,6	24,1	23,5	24,6	41
					38,8	38	37,3	36,4	34	32	29,8	29,3	28,4	27,4	27,7	26,8	26,5	24,7	25,4	24,2	24,7	25,4	42,2
Sjumila	Sjumila Sjumila Sjumila Sjumila	7/7 7/9 9 10		46,8	43,7	40,5	37,8	35,9	33,3	32,4	28,7	26,6	26,9	26,1	26,4	25,8	25,6	28,3	28,6	26,5	41,3		
				42,8	42,6	40,5	37,4	35,4	35	32,8	30,2	29,5	28,6	28,1	27,3	25,8	23,6	23	24,3	22,6	24,8	40,8	
				41,9	41,9	40,2	39,2	37,1	35,4	31,2	30,4	27,7	27,5	25,5	26,7	26,1	26,2	24,5	24,4	25,2	41,8		
				36,4	38	37,3	31,9	29,7	28,2	25,7	24,4	22,2	21,7	20,1	20,1	19,2	18	19,5	18,4	19,4	19,4	35,5	
Tomma loka- ler, venti- lation på- kopplad + trafik	Sjumila Sjumila	7/1 7/2		43,5	43,3	40,4	39	36,4	36,1	33,4	31,4	29,8	29,4	27,8	27,4	27	26,1	25,7	24,9	25,3	42,6		
				43,6	43,5	40	37,5	37,2	40	39,2	37	35,9	34,6	32,3	30,8	28,5	25,6	24,0	22,6	22,4	24,6	44,6	
			47,4	54,2	53	45,1	39,9		41,9	39,1	38,1	37	36,1	36,3	35,3	31,4	29,3	27,1	23,8	22,8	49		
			45,5	48,8	46,5	41,3	38,5		40,9	39,1	37,5	36,4	35,3	34,3	33	30	26,9	25,8	23,2	22,6	46,8		

Bullerkälla	Skola	Klass	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	VV dBA
Dynamiskt bakgrunds- buller (utan trafik- buller)	Ascheberg Burgården Lundby	19	43,0	38,3	33,8	30,9	29,7	28,2	27,6	25,1	22,9	23,1	22,6	21,8	19,9	19,6	19,5	20,8	20,8	21,6	35,7
		15	46,0	44,0	44,3	37,3	33,8	34,2	29,7	27,4	26,5	23,5	23,1	21,0	20,3	19,6	19,1	21,0	20,3	21,0	38,5
		48	39,2	36,3	41,9	36,0	33,0	33,4	31,8	30,2	26,6	25,0	22,8	22,3	20,7	20,3	19,8	21,9	21,3	22,1	37,5
	Lundby	10	42,3	37,2	36,7	33,1	32,5	30,3	29,7	26,2	25,0	23,5	23,0	22,0	21,2	21,1	20,4	22,3	21,7	22,3	36,7
		22	38,2	35,4	38,0	33,2	31,3	28,8	27,4	23,9	22,6	21,2	20,8	20,1	19,1	19,3	19,5	20,5	20,0	21,2	35,7
		21	44,0	43,5	43,2	40,8	37,2	33,9	31,5	27,2	24,2	23,3	22,2	22,7	21,4	21,0	20,6	22,6	22,6	23,5	39,6
	Burgården	49	42,6	41,4	43,8	35,0	36,4	32,3	29,9	26,9	28,0	25,0	23,9	23,1	21,6	20,7	20,5	20,2	20,4	21,0	39,3
		7	42,7	36,4	36,8	34,2	35,1	33,4	34,4	30,2	27,8	26,2	24,4	23,7	23,9	23,3	21,9	24,3	22,7	23,4	38,4
		38	48,1	41,1	37,6	33,7	33,2	30,6	29,7	26,4	27,5	26,8	25,4	24,8	23,6	23,8	23,9	24,1	23,3	23,5	38,1
	Schillerska	81-1	43,1	41,5	37,5	39,2	32,7	30,8	32,3	27,2	24,0	23,0	22,6	22,7	21,9	22,1	21,0	22,6	22,3	23,1	38,0
		91	39,7	40,3	37,1	32,2	33,9	32,7	30,3	27,3	32,6	26,0	23,5	20,9	19,8	19,3	19,0	21,0	20,7	21,4	38,2
			42,6	39,6	39,1	35,0	33,5	31,7	30,4	27,1	26,1	24,2	23,1	22,3	21,0	20,9	20,5	21,9	21,5	22,2	37,8
Statiskt bakgrunds- buller (Tomma loka- ler - utan trafik ute)	Lundby	10	44,9	38,0	38,9	35,0	33,8	30,7	31,0	27,4	25,1	23,3	22,9	23,1	22,0	20,4	19,7	22,5	21,9	22,6	37,5
		22	43,0	34,5	37,4	33,8	31,6	30,4	27,9	23,6	22,2	19,9	18,2	17,4	17,3	17,6	17,5	19,0	19,4	20,4	35,5
		49	40,2	38,3	41,7	32,4	32,5	30,7	26,2	24,5	21,6	21,3	21,5	21,0	19,4	19,7	19,2	19,8	19,7	20,5	36,4
	Hvitfeldtska	21	40,5	40,5	40,9	38,5	33,6	31,4	32,1	27,1	25,1	22,9	21,9	20,5	19,5	19,6	18,8	21,0	20,9	21,4	37,4
		70/1	44,4	43,7	38,9	34,4	32,8	30,1	31,8	27,6	24,7	25,3	25,0	25,2	22,1	21,4	20,7	21,9	21,7	22,1	38,0
		7	44,3	39,4	38,6	32,1	30,8	31,2	33,3	27,4	26,7	25,8	23,5	23,0	22,2	21,8	20,6	21,9	21,7	22,4	38,0
	Hvitfeldtska	38	42,9	41,6	38,2	34,7	32,6	31,6	32,2	27,3	25,5	24,6	22,9	22,5	21,7	21,9	21,4	22,5	21,9	22,5	37,5
		44	43,4	40,7	41,2	36,1	35,0	32,2	33,2	28,9	26,9	26,8	25,2	24,7	23,0	22,7	21,2	22,0	21,7	22,3	38,5
		81-1	43,6	37,8	36,6	38,3	32,1	29,8	31,8	26,4	23,0	22,6	21,6	21,9	21,2	20,8	21,0	23,2	22,3	23,3	37,5
	Schillerska	112	40,4	39,4	37,2	35,0	32,9	31,6	32,0	26,8	24,7	24,2	24,1	24,4	22,7	21,3	20,3	21,9	21,7	22,5	37,8
			42,8	39,4	39,0	35,0	32,8	31,0	31,1	26,7	24,5	23,8	22,6	22,4	21,1	20,7	20,0	21,6	21,3	22,0	37,4

Bullerkälla	Skola	Klass	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	VV dBA
Dynamiskt bakgrunds- buller (litet trä- frikullen)	Ascheberg	19	45,6	40,8	37,6	36,3	33,4	30,8	30,0	28,0	24,8	24,9	24,7	23,8	21,5	20,7	20,3	21,4	21,1	21,9	38,0
	Lundby	41	40,4	44,2	45,4	44,5	42,4	36,3	36,8	31,1	27,6	25,2	24,6	25,4	23,6	22,6	23,0	24,0	22,8	23,8	41,5
	Ascheberg	57	47,4	44,5	44,2	40,2	37,2	33,8	33,7	29,2	27,6	26,3	26,6	27,1	26,1	25,3	25,1	24,7	24,3	25	42
	Schillerska	118	50,9	44,8	47,8	36,4	35	32,8	30,9	27,6	25,9	24,1	23,2	22,3	22,2	21,8	21,1	22,5	22,2	23	41,1
	Burgården	15	46,2	45	47,1	38,5	36	31,9	29,4	28,7	27,1	25,5	24,9	24	23,4	21,8	23,3	21,4	21,8	40,6	40,6
	Ascheberg	56	46,3	42,4	45	42,3	36,1	32,8	31,8	28,6	26,1	26,6	27,4	26,6	24,4	23,4	22	22,9	22,2	22,7	40,6
	Munkeböck	70/2	46,4	43,3	40	36,3	36,6	36,2	38	33,1	30,3	29,7	29,5	29,6	28,3	27,8	26,7	26	25	25,8	41,6
	Burgården	49	42,6	41,4	43,8	35	36,4	32,2	29,9	26,9	28	25	23,9	23,1	21,6	20,7	20,5	20,2	20,4	21	39,3
	Hvitfeldtska	21	44	43,5	43,2	40,8	37,2	33,9	31,5	27,2	24,2	23,3	22,2	22,7	21,4	21	20,6	22,6	22,6	23,5	39,6
	Munkeböck	56	41,2	47,2	45,2	42,9	40,4	36,3	37,2	32,6	30,2	27,6	26,5	25	24,7	24,6	23,1	23	22,2	23,4	42
	Munkeböck	70/1	47,1	45,6	40,5	40,1	38,4	36	36,1	33	29,5	28,6	27,1	25,3	22,2	21,3	20,3	21,4	20,9	21,6	40,3
	Hvitfeldtska	7	43,4	38,7	39,2	36,4	36,8	36	36,4	33,1	30,8	29,4	27,3	26,3	26,8	25,6	24,5	26,1	24,1	24,1	40,8
	Hvitfeldtska	38	46,2	45,3	42,1	37,6	35,2	32,2	32,1	28,5	29,6	28,9	28,5	26,5	24,7	24,5	23,4	23,5	22,6	23,2	41,1
	Ascheberg	50	46	42,9	43,5	42,1	34,7	33,2	31,7	29,8	27,7	26,6	26,6	27,3	26	24,9	24,3	24	23,2	24,7	40,2
	Hvitfeldtska	44	43,1	40	41,5	36,1	35,8	32,6	33,6	29	27,7	29,4	27,6	27,1	28,4	27,2	26,1	25,2	25,1	25,6	40,9
Schillerska	Munkeböck	91	41,1	41,1	38,7	34,8	34,2	33,8	30,2	28,7	29,3	25,6	26,8	23,9	23,8	21,6	21,4	23,1	22	22,6	39,5
	Schillerska	112-3	47,3	44,1	43,5	40,9	38,8	36,7	33	29,1	29,4	27,5	28	27,9	26,6	23,7	22,5	23	22,3	22,7	41,3
	Schillerska	112-1	44,3	40,4	40,4	40,5	37,3	33,9	31,5	30,2	28,7	27,9	27,9	28,4	26,7	26	25,5	24,5	23,4	24,4	40,5
		45	42,8	42,3	39	36,4	33,9	32,4	29,4	27,6	26,3	25,9	25,5	24,3	23,5	22,8	23,3	22,5	23,3	40,4	40,4

Gymnasieskolor

B A K G R U N D S B U L L E R

Frekvens Hz

tabell 5 c

Bullerkälla	Skola	Klass	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	VV dBA
normal trafik	Ascheberg	19	54,3	49,7	43,3	43,9	41,0	38,6	40,9	35,7	33,0	27,6	33,2	32,3	30,1	29,4	28,4	27,8	27,3	28,7	44,5
	Lundby	41	47,8	47,5	48,5	46,6	42,4	33,7	35,8	28,8	26,2	24,7	24,8	26,3	24,9	22,6	24,1	23,9	22,7	23,5	43,3
	Ascheberg	57	52,1	48,1	45,2	44,2	42,1	36,3	34,6	31,1	30,0	27,7	28,6	29,7	29,3	27,9	27,5	26,5	25,4	26,1	44,5
	Ascheberg	59	52,3	52,4	47,7	46,5	41,0	37,4	35,0	32,4	29,8	29,5	29,9	30,9	30,0	28,2	28,3	26,8	24,6	24,8	44,8
	Ascheberg	59	54,1	50,8	51,0	48,2	42,0	37,6	36,5	33,0	30,6	30,1	30,7	31,8	31,4	29,6	29,5	27,2	24,1	23,6	46,2
	Burgården	15	46,7	47,1	53,0	41,0	40,6	39,8	36,3	33,5	33,2	34,3	30,3	32,7	31,3	30,9	27,2	27,8	23,5	23,5	44,8
	Lundby	27	56,2	49,3	48,4	44,3	42,1	39,7	35,7	30,7	27,6	25,6	29,6	31,0	28,0	25,8	25,2	24,7	23,6	24,5	45,4
tung trafik			51,9	49,2	48,1	44,9	41,6	37,6	36,4	32,1	30,0	28,5	29,6	30,7	29,3	27,7	27,1	26,4	24,4	24,9	44,8
	Ascheberg	57	58,6	55,6	55,4	53,6	49,2	44,8	42,2	40,4	36,4	34,9	34,4	34,9	34,7	34,1	34,3	32,6	30,1	29,1	51,5
	Ascheberg	59	57,2	54,7	52,3	52,5	46,8	41,7	39,2	33,2	32,4	29,8	29,9	30,7	31,0	29,0	28,5	26,5	24,2	23,8	48,6
	Asvheberg	56	52,4	52,2	53,0	51,1	45,5	39,3	38,5	33,6	32,6	31,6	33,4	33,0	31,9	29,6	29,2	28,3	26,4	26,6	48,1
buller från omgivningen (korridor) + trafik	Lundby	27	57,2	54,4	49,0	45,7	42,4	40,6	40,0	35,5	37,9	35,8	35,8	35,7	32,5	29,2	27,3	25,2	23,9	24,5	48,7
			56,3	54,2	52,4	50,7	45,9	41,6	40,0	35,7	34,8	33,0	33,4	33,6	32,5	30,5	29,8	28,1	26,1	26,0	49,2
	Ascheberg	50	45,8	41,7	42,7	45,2	36,8	36,3	38,2	36,5	36,0	32,9	32,4	34,6	31,5	30,0	28,7	25,9	23,4	23,5	44,2
	Hvitfeldtska	38	43,9	45,2	44,2	39,2	36,3	34,3	33,8	30,3	30,9	30,4	31,8	29,0	28,8	28,1	26,2	26,1	25,2	26,0	44,3
			44,8	43,4	43,4	42,2	36,5	35,3	36,0	33,4	33,4	31,6	32,6	31,8	30,1	29,0	27,6	26,0	24,1	24,7	44,2

CHALMERS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Avdelningen
för Byggnadsakustik

Bakgrundsbuller i klassrum
Grundskolor

KURVBLAD NR 23

MÄTDAT

MÄT JK RIT

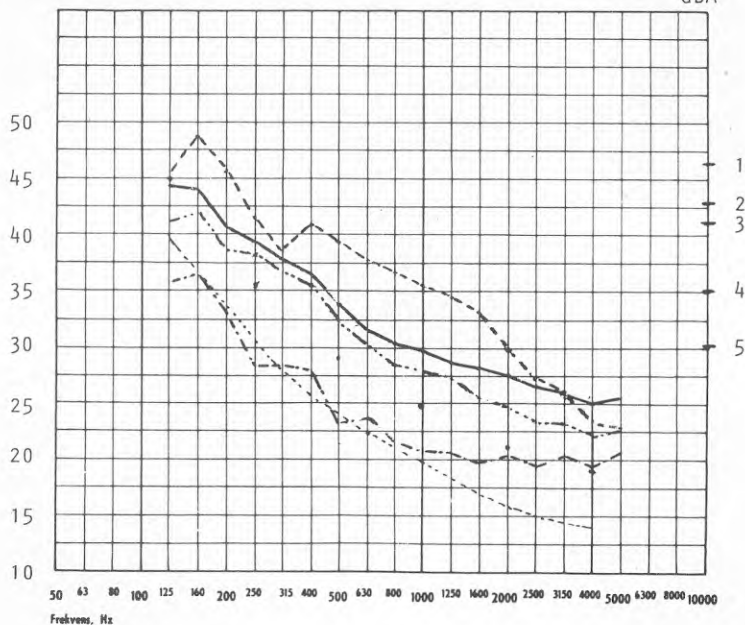
GRANSKAD

Olika typer av bakgrundsbuller i klasser -
medelvärden och normerade värden

- | | | |
|---|--|----------|
| 1 | --- tomma lokaler + trafik + vent. | 46,8 dBA |
| 2 | — dynamiskt bakgrundsbuller | 42,6 dBA |
| 3 | - · - · - tomma lok. - vent påkopplad | 40,9 dBA |
| 4 | - · - · - tomma lok. - vent stängd | 35,0 dBA |
| 5 | · · · · · bakgr.buller enl SBN 34-52 1975 (30 dBA)
N-25-kurva (omräknad till tersoktaver) | |

L dB

dBA



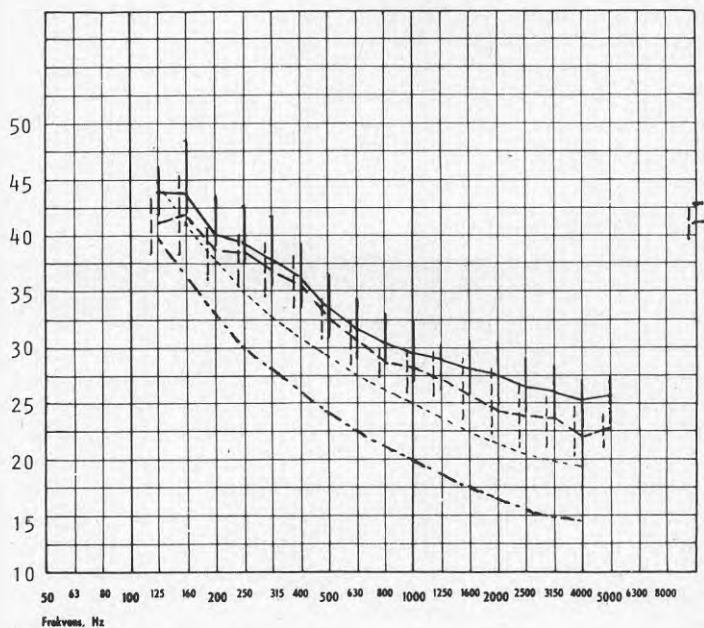
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA Avdelningen för Byggnadsakustik	Bakgrundsbuller i klassrum - grundskolor	KURVBLAD NR 24	
		MÄTDAT	
		MÄT JK	RIT
		GRANSKAD	

Dynamiskt bakgrundsbuller i klassrum
och normerade värden.

- 1 ————— dynamiskt bakgrundsbuller
- 2 - - - - - tomma lok. - vent påkopplad
- 3 bakgrundsbuller enl SBN 34-52 1975 - 30 dBA
N-25-kurva
- 4 - · - · - · bakgrundsbuller (N-kurva omräknad till ters-
oktaver)
- 5 — — — — — nivådifferenser

L dB

dBA



CHALMERS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Avdelningen
för Byggnadsakustik

Bakgrundsbuller i klassrum
gymnasieskolor

KURVBLAD NR 25

MÄTDAT

MÄT

RIT

GRANSKAD

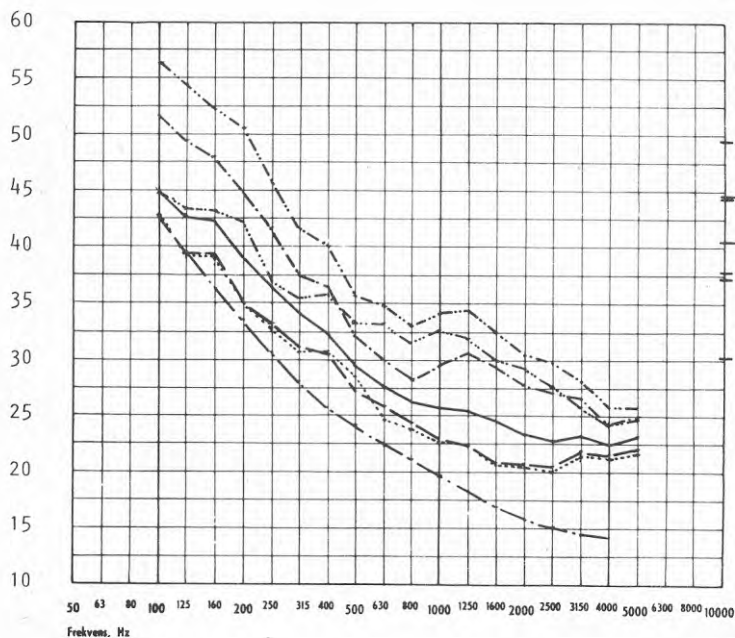
Olika typer av bakgrundsbuller i klasser
medelvärden och normerade värden

Bakgrundsbuller

	-----	+ tung trafik	49,2 dBA
	-----	+ normal trafik	44,8 dBA
dynamiskt	-----	+ buller från omgiv- ningen + trafik	44,2 dBA
	-----	+ liten trafik	40,4 dBA
statiskt	-----	+ tomma lokaler (utan trafik -	37,4 dBA
normerat	-----	bakgrundsbuller enl SBN 34-52 1975 - (N 25 kurva omräknad till tersoktaver)	30 dBA

L dB

dBA



7.3.3 Efterklangstid T_{60}

På samma sätt som geometriska parametrar sammanställdes efterklangstid T_{60} enligt indelningen i 4 EKT-grupper.

I tabell 6 till 9 sammanställdes uppmätta efterklangstider T_{60} och medelvärde för varje EKT - grupp. Alla värden har mätts i tersoktaver i området 250 till 4000 Hz.

I tabell 6 och 7 visas T_{60} för tomma lokaler och med elever närvarande i grundskolor, och i tabell 8 och 9 motsvarande tider för gymnasier.

På kurvblad 26, 27, 28, 29 visas medelvärden för varje EKT - grupp för tomma lokaler och med elever närvarande, och även enligt SBN 1975, Kap. 34-52.

Tomma lokaler tabell 6

T₆₀ sek

E F T E R K L A N G S T I D

Frekvens Hz

Grundskolor

EKT-grupp	Skola	Klass	250	315	400	500	650	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
1	Tolered	H-8	0,44	0,51	0,51	0,55	0,58	0,58	0,6	0,64	0,58	0,58	0,55	0,55	0,53
	Tolered	R-13	0,47	0,48	0,6	0,6	0,51	0,49	0,6	0,63	0,58	0,56	0,54	0,54	0,57
	Tolered	H-26	0,52	0,53	0,48	0,51	0,6	0,61	0,6	0,58	0,59	0,56	0,53	0,52	0,57
2			0,48	0,51	0,53	0,55	0,56	0,56	0,6	0,62	0,58	0,57	0,54	0,54	0,56
	Påvelund	224	1,01	0,95	0,92	0,73	0,77	0,6	0,6	0,58	0,52	0,5	0,5	0,53	0,49
	Påvelund	128	0,68	0,78	0,81	0,63	0,62	0,48	0,46	0,47	0,46	0,5	0,46	0,46	0,51
	Påvelund	130	0,63	0,81	0,55	0,58	0,64	0,5	0,51	0,48	0,44	0,43	0,42	0,45	0,53
	Påvelund	211	1,06	0,77	0,94	0,79	0,72	0,64	0,61	0,65	0,6	0,59	0,59	0,59	0,58
	Sjumilan	10	0,57	0,59	0,57	0,63	0,67	0,57	0,5	0,6	0,54	0,49	0,44	0,44	0,45
Lunden	202	0,67	0,68	0,62	0,72	0,71	0,73	0,73	0,74	0,86	0,89	0,79	0,76	0,78	0,73
Lunden	203	0,6	0,59	0,57	0,59	0,78	0,65	0,65	0,74	0,82	0,8	0,79	0,77	0,7	0,70
			0,77	0,76	0,73	0,68	0,69	0,59	0,57	0,61	0,58	0,55	0,53	0,54	0,55
3	Tynnered	150	0,59	0,64	0,68	0,6	0,59	0,68	0,8	0,98	0,99	0,9	0,89	0,88	0,84
	Tynnered	147				0,63	0,7	0,7	0,75	0,89	0,92	0,9	0,85	0,88	0,87
	Tynnered	221	0,68	0,72	0,74	0,78	0,97	0,72	0,93	0,92	0,98	0,93	0,93	0,95	0,89
	Lunden	106	0,7	0,74	0,75	0,85	0,86	0,79	0,94	1,04	1,03	1,02	0,95	0,93	0,93
			0,66	0,7	0,72	0,71	0,78	0,72	0,85	0,96	0,98	0,94	0,9	0,91	0,88
4	Sjumilan	7	1,2	1,2	1,61	1,34	1,36	1,32	1,28	1,21	1,12	1,04	0,96	0,92	0,83
	Sjumilan	9	1,22	1,53	1,44	1,46	1,36	1,34	1,29	1,39	1,22	1,17	1,03	1,0	0,83
			1,21	1,36	1,52	1,4	1,36	1,33	1,28	1,3	1,17	1,1	1,0	0,96	0,83

Grundskolor

E F T E R K L A N G S T I D T_{60} sek Med elever tabell 7

Frekvens Hz

EKT-grupp	Skola	Klass	250	315	400	500	650	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
1	Tolerad	H-8	0,38	0,47	0,47	0,5	0,48	0,45	0,49	0,48	0,46	0,43	0,44	0,44	0,43
	Tolerad	R-13	0,48	0,35	0,49	0,56	0,5	0,45	0,43	0,45	0,44	0,45	0,45	0,45	0,46
	Tolerad	H-26	0,41	0,51	0,59	0,56	0,53	0,51	0,55	0,57	0,56	0,45	0,43	0,43	0,44
			0,42	0,44	0,52	0,54	0,5	0,47	0,49	0,5	0,49	0,44	0,44	0,44	0,44
2	Pävelund	211	1,0	0,84	1,07	0,78	0,65	0,52	0,49	0,48	0,53	0,49	0,49	0,47	0,49
	Pävelund	128	0,68	0,59	0,68	0,53	0,46	0,37	0,38	0,39	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45
	Pävelund	130	0,76	0,65	0,47	0,45	0,47	0,33	0,35	0,56	0,33	0,33	0,39	0,39	0,46
	Pävelund	224	0,70	0,80	0,69	0,64	0,65	0,51	0,45	0,47	0,48	0,39	0,40	0,40	0,43
	Sjumilan	10	0,69	0,62	0,73	0,62	0,49	0,49	0,48	0,43	0,45	0,40	0,37	0,40	0,41
	Lunden	202	0,61	0,59	0,59	0,54	0,63	0,52	0,49	0,57	0,59	0,55	0,51	0,51	0,52
	Lunden	203	0,51	0,54	0,63	0,52	0,56	0,51	0,48	0,53	0,49	0,49	0,49	0,48	0,45
			0,74	0,68	0,71	0,59	0,56	0,46	0,44	0,48	0,47	0,43	0,43	0,44	
3	Tynnered	150	0,53	0,63	0,69	0,61	0,53	0,63	0,65	0,7	0,66	0,68	0,69	0,66	0,66
	Tynnered	147				0,68	0,56	0,55	0,6	0,62	0,68	0,63	0,6	0,63	0,62
	Tynnered	221				0,57	0,63	0,55	0,61	0,72	0,73	0,68	0,64	0,64	0,63
	Lunden	106	0,57	0,69	0,7	0,67	0,65	0,57	0,63	0,67	0,63	0,63	0,6	0,63	0,57
			0,55	0,66	0,69	0,63	0,59	0,57	0,62	0,68	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62
4	Sjumilan	7	0,92	0,78	0,95	0,81	0,91	0,77	0,96	0,89	0,84	0,77	0,79	0,67	0,63
	Sjumilan	9	0,91	0,94	0,99	0,92	0,92	0,83	0,91	0,89	0,8	0,78	0,73	0,73	0,64
			0,91	0,86	0,97	0,86	0,91	0,8	0,93	0,89	0,82	0,77	0,76	0,7	0,63

Tomma lokaler tabell 8

E F T E R K L A N G S T I D T₆₀ sek

Gymnasieskolor i Göteborg

EKT-grupp	Skola	Klass	Frekvens Hz												
			250	315	400	500	650	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
	Ascheberg	19	0,47	0,38	0,49	0,51	0,46	0,47	0,46	0,58	0,53	0,58	0,58	0,52	0,56
	Lundby	41	0,77	0,77	0,8	0,88	0,87	0,85	0,77	0,93	0,82	0,9	0,76	0,76	0,67
	Ascheberg	57	0,91	0,74	0,76	0,68	0,76	0,63	0,62	0,66	0,75	0,75	0,71	0,73	0,73
	Ascheberg	59	0,89	0,58	0,64	0,6	0,65	0,55	0,66	0,57	0,66	0,66	0,69	0,65	0,7
	Schillerska	118	0,64	0,59	0,74	0,75	0,86	0,79	0,81	0,74	0,72	0,72	0,69	0,67	0,64
	Burgården	15	0,92	0,92	0,87	0,92	0,94	0,92	0,9	0,76	0,81	0,81	0,73	0,67	0,6
			0,77	0,66	0,72	0,72	0,76	0,7	0,7	0,69	0,74	0,74	0,69	0,67	0,65
	Ascheberg	56	1,07	0,93	0,97	1,05	1,08	0,87	0,96	0,91	0,9	0,9	0,85	0,86	0,82
	Lundby	48	0,98	0,95	1,01	0,95	0,97	0,87	0,92	1,05	0,95	0,95	0,82	0,74	0,75
	Munkeböck	70/2	1,06	1,2	1,26	1,1	1,2	1,16	1,02	1,18	1,16	1,16	0,91	0,83	0,78
	Lundby	10	0,57	0,57	0,68	0,64	0,76	0,73	0,82	0,78	0,85	0,74	0,76	0,75	0,65
	Burgården	22	1,08	1,47	1,4	0,98	0,98	0,87	0,86	0,93	0,9	0,8	0,67	0,64	0,55
	Lundby	27	1,12	0,91	1,0	0,97	1,18	1,05	1,3	1,49	1,42	1,34	1,14	1,1	0,91
	Burgården	49	1,19	1,08	0,98	1,0	1,12	1,02	1,03	1,09	1,07	0,93	0,88	0,86	0,78
	Hvitfeldtska	21	0,87	0,98	1,11	1,18	1,11	1,08	1,0	1,08	1,07	1,07	1,0	0,87	0,81
			0,99	1,01	1,06	0,98	0,95	0,96	0,99	1,06	1,04	1,04	0,94	0,86	0,76
	Ascheberg	50	1,48	1,67	1,89	1,87	1,72	1,55	1,6	2,03	1,95	1,95	1,61	1,55	1,19
	Munkeböck	70/1	1,06	1,2	1,26	1,1	1,2	1,16	1,02	1,18	1,16	1,16	1,0	0,91	0,78
	Hvitfeldtska	7	1,38	1,32	1,42	1,56	1,52	1,49	1,43	1,53	1,46	1,46	1,32	1,2	0,97
	Hvitfeldtska	38	1,05	1,1	1,34	1,32	1,42	1,35	1,26	1,35	1,28	1,28	1,21	1,08	0,99
			1,24	1,32	1,48	1,46	1,46	1,39	1,33	1,52	1,46	1,46	1,28	1,18	0,98
	Hvitfeldtska	44	1,32	1,53	1,44	1,4	1,36	1,21	1,17	1,23	1,29	1,29	1,18	1,11	0,92
	Schillerska	81-1	1,26	1,29	1,33	1,33	1,36	1,18	1,3	1,44	1,4	1,4	1,38	1,35	1,17
	Munkeböck	91	1,14	1,06	1,07	1,38	1,37	1,3	1,27	1,33	1,25	1,25	1,25	1,1	0,95
	Schillerska	112	1,17	1,23	1,47	1,75	1,68	1,67	1,67	1,7	1,58	1,58	1,55	1,42	1,16
			1,22	1,28	1,33	1,46	1,44	1,34	1,33	1,42	1,38	1,38	1,34	1,24	1,05

Frekvens Hz

EKT-grupp	Skola	Klass	250	315	400	500	650	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	T ₆₀ 250-4000
0,6 sek	Ascheberg	19	0,51	0,39	0,36	0,4	0,46	0,36	0,38	0,36	0,51	0,49	0,49	0,44	0,5	0,42
	Lundby	41	0,76	0,65	0,52	0,7	0,86	0,73	0,71	0,81	0,74	0,7	0,56	0,58	0,46	0,66
	Ascheberg	57	0,46	0,5	0,55	0,58	0,55	0,67	0,62	0,55	0,65	0,59	0,61	0,65	0,59	0,58
	Ascheberg	59	0,5	0,52	0,85	0,55	0,72	0,58	0,54	0,63	0,72	0,66	0,63	0,63	0,59	0,63
	Schillerska Burgården	118 15	0,61 0,83	0,61 0,68	0,57 0,7	0,59 0,84	0,73 0,82	0,77 0,68	0,75 0,69	0,75 0,69	0,84 0,72	0,71 0,64	0,69 0,59	0,56 0,52	0,56 0,48	0,5
0,75 sek	Ascheberg	56	0,55	0,57	0,83	0,8	0,71	0,75	0,78	0,72	0,75	0,77	0,58	0,68	0,64	0,71
	Lundby	48	0,83	0,61	0,84	0,9	0,9	0,78	0,73	0,85	0,82	0,71	0,64	0,61	0,56	0,74
	Munkeböck	70/2	0,6	0,7	0,89	0,9	1,0	0,77	0,76	0,75	0,69	0,59	0,59	0,53	0,47	0,71
	Lundby	10	0,58	0,6	0,9	0,76	0,86	0,74	0,69	0,78	0,86	0,68	0,62	0,58	0,58	0,71
	Burgården	22	0,92	0,94	0,8	0,84	1,02	0,71	0,72	0,74	0,85	0,74	0,64	0,55	0,5	0,75
0,85 sek	Lundby	27	0,73	0,68	0,79	0,72	0,81	0,76	0,87	0,88	0,87	0,89	0,78	0,75	0,63	0,78
	Burgården	49	1,05	0,95	0,89	0,81	1,0	0,75	0,82	0,9	0,85	0,69	0,65	0,7	0,6	0,79
	Hvitfeldtska	21	0,89	0,84	1,0	0,87	0,9	0,75	0,82	0,96	0,88	0,79	0,73	0,69	0,62	0,81
			0,77	0,74	0,87	0,83	0,9	0,75	0,77	0,82	0,82	0,73	0,67	0,64	0,58	0,75
	Munkeböck	56	0,93	0,74	0,74	1,16	1,0	0,95	1,0	0,95	0,8	0,95	0,76	0,62	0,57	0,82
1,0 sek	Ascheberg	50	0,98	1,07	0,9	0,91	0,88	0,89	0,9	0,95	1,02	0,86	0,79	0,78	0,77	0,89
	Munkeböck	70/1	0,95	0,81	0,98	1,05	1,02	0,86	0,97	0,85	0,87	0,78	0,73	0,63	0,57	0,84
	Hvitfeldtska	7	0,8	1,07	1,09	1,13	0,82	0,88	0,9	0,87	0,9	0,8	0,7	0,69	0,62	0,86
	Hvitfeldtska	38	0,85	0,87	0,95	0,96	0,91	0,95	1,02	0,98	0,85	0,86	0,78	0,76	0,78	0,88
			0,9	0,91	0,93	1,04	0,93	0,91	0,96	0,89	0,92	0,81	0,73	0,7	0,66	0,86
1,0 sek	Hvitfeldtska	44	0,86	0,83	1,04	0,95	1,02	0,92	1,03	1,1	1,02	0,94	0,72	0,67	0,58	0,9
	Schillerska	Bi-1	0,87	0,88	0,91	0,95	1,0	0,87	0,89	0,98	1,04	0,98	0,93	0,87	0,84	0,92
	Munkeböck	91	0,94	1,0	1,08	1,18	1,22	1,11	1,06	1,1	0,95	1,0	0,88	0,9	0,73	1,01
	Schillerska	112-H1	1,0	1,06	1,06	1,34	1,29	1,14	1,15	1,2	1,21	1,04	0,93	0,91	0,82	1,09
	Schillerska	112-H3	1,15	1,14	1,12	1,29	1,43	1,21	1,15	1,15	1,16	1,1	0,97	0,92	0,8	1,11
		0,96	0,98	1,04	1,14	1,19	1,05	1,06	1,11	1,08	1,01	0,89	0,85	0,75	1,0	

CHALMERS TEKNISKA
HÖGSKOLA

Avdelningen
för Byggnadsakustik

Efterklangstid i fyra grupper av
tomma lokaler

KURVBLAD NR 26

MÄTDAT

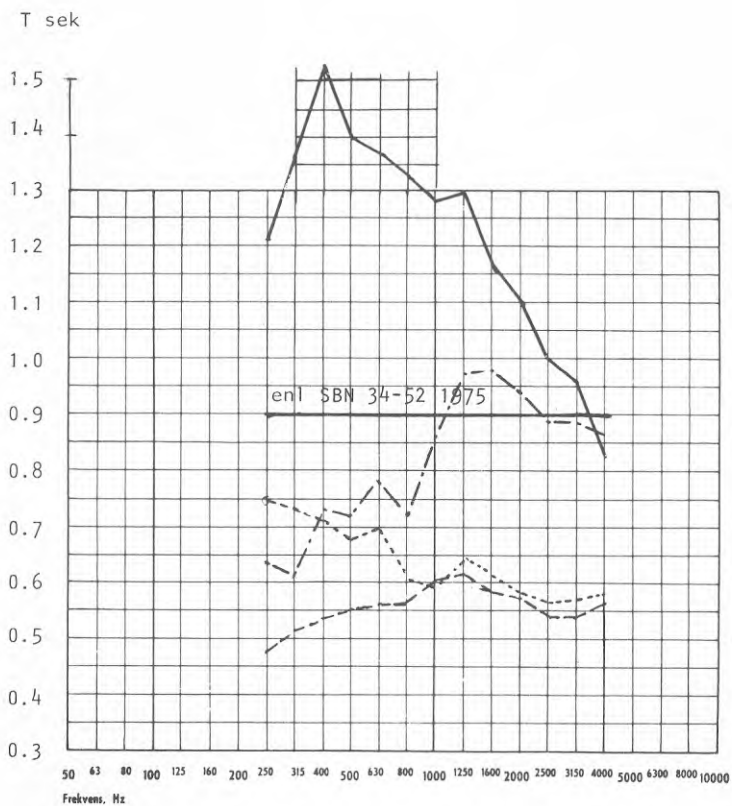
MÄT JK RIT

GRANSKAD

Grundskolor

T-60 m.v. sek

————	grupp 4	1,22
- · - · - ·	grupp 3	0,82
· · · · ·	grupp 2	0,63
- - - - -	grupp 1	0,55

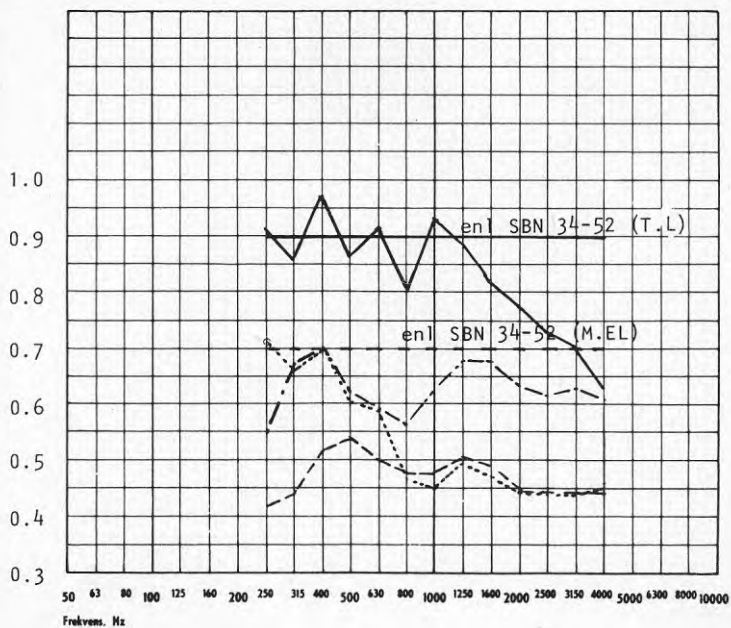


CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA Avdelningen för Byggnadsakustik	Efterklangstid i fyra grupper av lokaler med elever	KURVBLAD NR 27	
		MÄTDAT	
		MÄT JK	RIT
		GRANSKAD	

Grundskolor

		T-60 m.v. sek
—————	grupp 4	0,88
- · - · - · -	grupp 3	0,63
· · · · ·	grupp 2	0,53
- - - - -	grupp 1	0,47

T sek



CHALMERS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Avdelningen
för Byggnadsakustik

Efterklangstid i fyra grupper av
tomma lokaler

KURVBLAD NR 28

MÄTDAT

MÄT

RIT

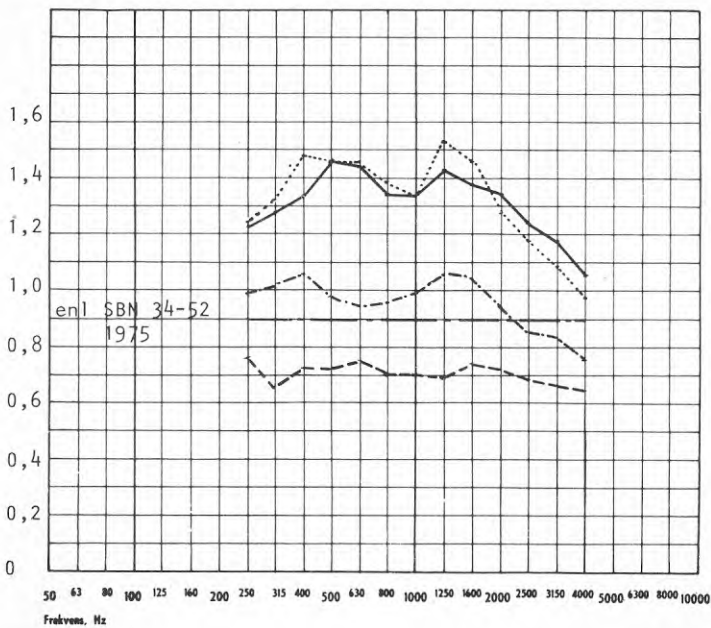
GRANSKAD

Gymnasieskolor

-----	grupp 1	0,71
-----	grupp 2	0,95
-----	grupp 3	1,08
-----	grupp 4	1,09

T-60 m.v. - sek

T sek



CHALMERS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Avdelningen
för Byggnadsakustik

Efterklangstid i fyra grupper av
lokaler - med elever

KURVBLAD NR 29

MÄTDAT

MÄT

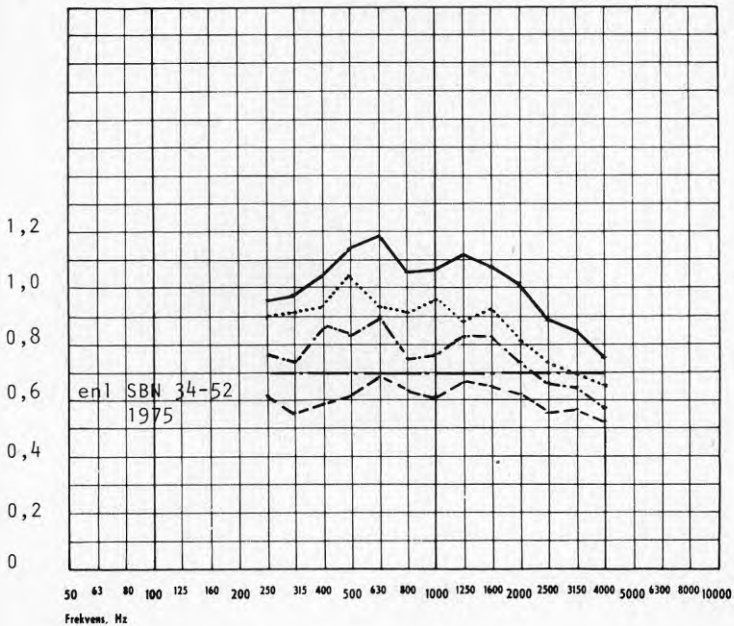
RIT

GRANSKAD

Gymnasieskolor

-----	grupp 1	T-60 m.v. - sek	0,6
-----	grupp 2		0,75
-----	grupp 3		0,86
-----	grupp 4		1,0

T sek





8 ANALYS AV RESULTAT

8.1 Bakgrundsbuller i grundskolor

1. Den statiska bullernivån i tomma lokaler vid ringa yttre trafik, avstängd ventilation och ingen annan aktivitet i byggnaderna (tidp. 15.00-16.00) är i genomsnitt 35 dBA (fig. 23,24).
2. Med mekanisk ventilation ökar den genomsnittliga statiska bullernivån till ca 41 dBA.
3. Den dynamiska bakgrundsniån med elever närvarande var under pauserna i testsignalerna ca 43 dBA.
4. Den statiska bakgrundsniån på grund av trafikförhållandena kan uppgå till ca 47 dBA med stängda fönster.

8.2 Bakgrundsbuller i gymnasier

De viktigaste bullerkällorna utgörs av buller från närliggande korridorer och trafik. (fig.25).

1. Den statiska bullernivån i tomma lokaler utan eller vid normal trafik utanför och ingen aktivitet i byggnaderna är i genomsnitt -
- 37.4 dBA
2. Den dynamiska bullernivån med elever närvarande och liten yttre trafik var under pauserna i testsignalerna ca 40.4 dBA.
3. Samma som ovan men vid normal yttre trafik - 44.8 dBA.
4. Samma som ovan men vid tung yttre trafik - 49.2 dBA.

8.2.1 Riktvärden enligt normer

SBN 1975 kap. 34 ger gränsvärdet för bakgrundsbuller som 30 dBA i tomma klassrum. Enligt "Trafikbuller del 7, tab. 7.1" är gränsvärdena för trafikbuller (ekvivalentnivå) för dygn ~ 25 dBA och för dag ~ 27 dBA. Kortvariga höjningar med 5 dBA kan godtas. Dessa värden gäller lokaler med mekanisk ventilation. De verkliga mätta

nivåerna överstiger dessa riktvärden med 10-15 dBA. Den dynamiska bakgrunds-nivån ligger ca 12 dBA ovan normen för statisk bullernivå och spektrum hos det statiska och dynamiska bakgrundsbullret uppvisar inga större skillnader.

8.3. Efterklangstid

Efterklangstiden varierar väsentligt från klassrum till klassrum. För grundskolorna gäller att i tomma lokaler med en volym om 160-180 m³ varierar efterklangstiden från 0.5 till 1.3 sek. I klassrum med elever är efterklangstiden kortare och varierar mellan 0.45 och 0.85 sek. (kurvblad 26,27).

För gymnasier gäller att i tomma lokaler med en volym om 160-340m³ varierar efterklangstiden från 0.7 till 1.3 sek. Med elever ligger efterklangstiden mellan 0.6 och 1.0 sek (kurvblad 28,29).

8.3.1 Riktvärden enligt normer

Enligt SBN 1975 kap. 34-52 bör emellertid efterklangstiden i en tom lokal inte överstiga 0.9 sek i frekvensområdet 0.25-4 kHz resp. 0.7s i en lokal med elever.

I grundskolorna överstiger en EKT-grupp dessa normer med 0.2 sek medan två grupper visar en stor svacka- till 0.45-0.4 sek mellan 800 till 4000 Hz.

I gymnasierna överstiger emellertid 3 EKT-grupper dessa normer både i tomma lokaler och med elever närvarande.

Man kan inte påstå att de korta efterklangstiderna skulle innebära en dålig akustisk kvalitet men man kan tänka sig att en för kort efterklangstid kan påverka lärarens förmåga att justera sin röststyrka. Detta har inte bekräftats för skollokaler och bör undersökas i framtiden. För lång efterklangstid försämrar däremot lokalens akustiska kvalitet och påverkar väsentligt taluppfattbarheten i de bakre bänkraderna. Efterklangstidens frekvensgång är obalanserad i de flesta av lokalerna både med och utan elever. Detta framgår av fig. 26, 27, 28 och 29. Resultaten visar små skillnader mellan klassrum inom de nybyggda skolorna men stora skillnader mellan skolorna även om rumsvolymerna är desamma. De olika byggnadstekniska förutsättningarna har alltså påverkat den resulterande efterklangstiden.

DEL 29 MÄTNINGAR9.1 Mätning och beräkning av rumsakustiska kvalitetsfaktorer med avseende på olika lokaler och olika platser

Nedan beskrivs mätförfarande av fyra kvalitetsfaktorer samt beräkningsmetodiken.

9.1.1 Modulationsdämpning

Med hjälp av högtalare sänds en modulerad signal ut, bestående av bruspulser och pauser. Förhållandet mellan tiderna för puls resp. paus är 35 resp. 105 msec och 35 resp. 180 msec. Pulserna består av brus med ett frekvensomfång av 0.1-10 kHz och med en lämplig injusterad frekvensgång.

Den modulerade signalen sänds ut under ca 30 sek och en efterföljande längre paus om 15 sek kan utnyttjas för mätning av bakgrunds-nivån. Förloppet upprepas några gånger.

De på banden inspelade signalerna från klassrummen analyseras så med dator. Vid undersökningarna begränsades spektrum till: 1) 0.1-10 kHz, 2) med A-vägning och 3) 2-4 kHz. Tidigare erfarenheter tyder på att begränsningar av typen 2 och 3 medför att modulationsdämpningsvärdena korrelerar bättre med taluppfattbarheten [20]. Med hjälp av en demodulator kan man så analysera signalernas envelopp. Både den modulerade signalen och dess envelopp analyseras med hjälp av parallellanalysator och dator. Vid mätningen av enveloppen som ju har en frekvens av ca 4-7 Hz har parallellanalysatorn kopplats linjärt. Modulationsdämpningen analyserades enligt uttrycket

$$M_D = L_{MOD} - L_{DEM} \text{ dB} \quad (14)$$

(Jämför fig.30)

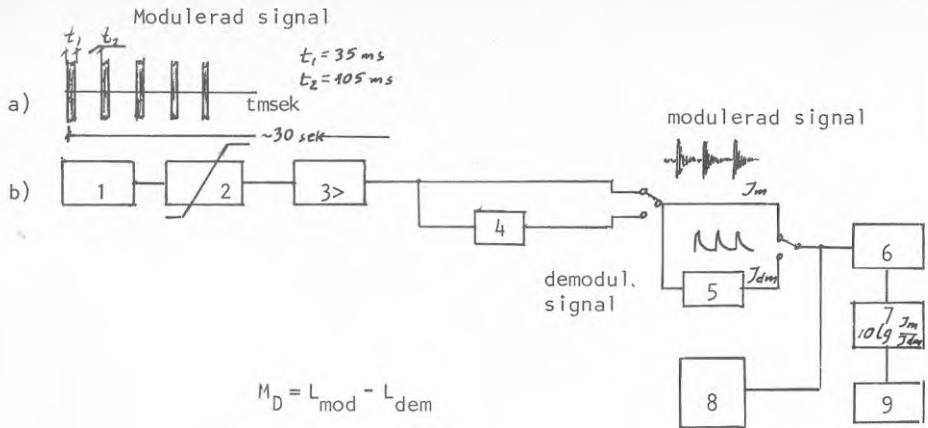


Fig. 30 Mätning av modulationsdämpning.

Allmän princip vid datorstyrd process

1. bandspelare, 2. bandpassfilter, 3. förstärkare, 4. dBA-filter
5. demodulator, 6. parallellanalysator, 7. dator, 8. oscilloskop
9. radskrivare.

9.1.2 Tidstyngdpunkt

Tidstyngdpunkten har bestämts med hjälp av impulssignalens rumsrespons. Som impulssignal utnyttjades brus som klippts till 10, 15 resp. 20 msek. Bruset var av samma karaktär som beskrivits ovan under modulationsdämpningen. Impulserna sändes ut med 1 sek intervall. Som vid de förut beskrivna analyserna utnyttjades även här parallellanalysatorn och datorn. Beräkningarna börjar med den direkta signalen och sedan den första reflexen och går i princip till så att intensiteten för resp. reflex multipliceras med dess tidsläge och summan av dessa produkter divideras med summan av intensiteten. Beräkningarna ~~slutar vid efterklangsförloppets slut.~~ På detta sätt bildar kvoten mellan reflexernas intensitetsmoment och summan av intensiteten en "Tidstyngdpunkt". Tidstyngdpunkten visar reflexernas vikt i form av tyngdpunktens läge i msek. Även i detta fall sker bestämningen av resp. gränsvärden automatiskt för önskade terser och en A-vägning. (jämför fig.31)

Teoretiskt beräknas tidstyngdpunkten enligt ekvationen

$$TTP = \frac{\int_{t=t_1}^{\infty} p(t)^2 \cdot t \cdot dt}{\int_{t=t_1}^{\infty} p(t)^2 \cdot dt} \quad (15)$$

där $p(t)^2 \cdot t$ är tidsmomentet

I praktiken beräknas den under ett begränsat tidsintervall (t_1, t_2) beroende på signalens begränsade dynamik

$$TTP = \frac{\int_{t_1}^{t_2} p(t)^2 \cdot t \cdot dt}{\int_{t_1}^{t_2} p(t)^2 \cdot dt} \quad (16)$$

Vid användning av dator och parallellanalysator med tidskonstant " τ ", har summering används

$$TTP = \frac{\sum_{t=1}^N I_t \cdot t \cdot \tau}{\sum_{t=1}^N I_t} \quad (17)$$

Vid den numeriska integrationen har en korrigerad "Simpsons metod" använts [21]:

$$TTP = \frac{(\sum_{t=1}^N I_t \cdot t - \sum_{t=1}^N I_t \cdot 1) \cdot \tau}{\sum_{t=1}^N I_t - I_1 \cdot 0.5} \quad \text{msek} \quad (18)$$

där $p(t)$ är ljudtrycket

I_t - intensitet av varje momentan signal

$t_1 - t_2$ - tidsgränsvärde; $t = 1, 2, \dots, N$

En preliminär beräkning för ett rent exponentiellt tidsförlopp visar 100% överensstämmelse mellan ekvationerna 16 och 18.

9.1.3 Tydlighet

Tydligheten bestäms med samma signaler som utnyttjades för tidstyngdpunktmätningen. Analysen tillgår dock så att man bestämmer summaintensiteten dels för de första 50 ms av efterklangsförloppet, dels för hela efterklangsförloppet. Kvoten mellan

de beskrivna storheterna är "Tydligheten".

Teoretiskt beräknas tydligheten enligt

$$D = \frac{\int_0^{50} p(t)^2 \cdot dt}{\int_0^{\infty} p(t)^2 \cdot dt} \cdot 100 \% \quad (19)$$

I praktiken begränsas tiden till en tid t_2 , densamma som vid mätningen av tidstyngdpunkten.

Även här används numerisk integration och beräkning sker enligt:

$$D = \frac{\sum_{t=1}^K I_t + I_{(K+1)} \cdot 0.5 - I_1 \cdot 0.5}{\sum_{t=1}^N I_t - I_1 \cdot 0.5} \cdot 100 \% \quad (20)$$

där $K = 50/\tau$

$t = 1, 2, \dots, K, \dots, N$

Även för denna typ av analys sker mätningarna automatiskt. (fig.32)

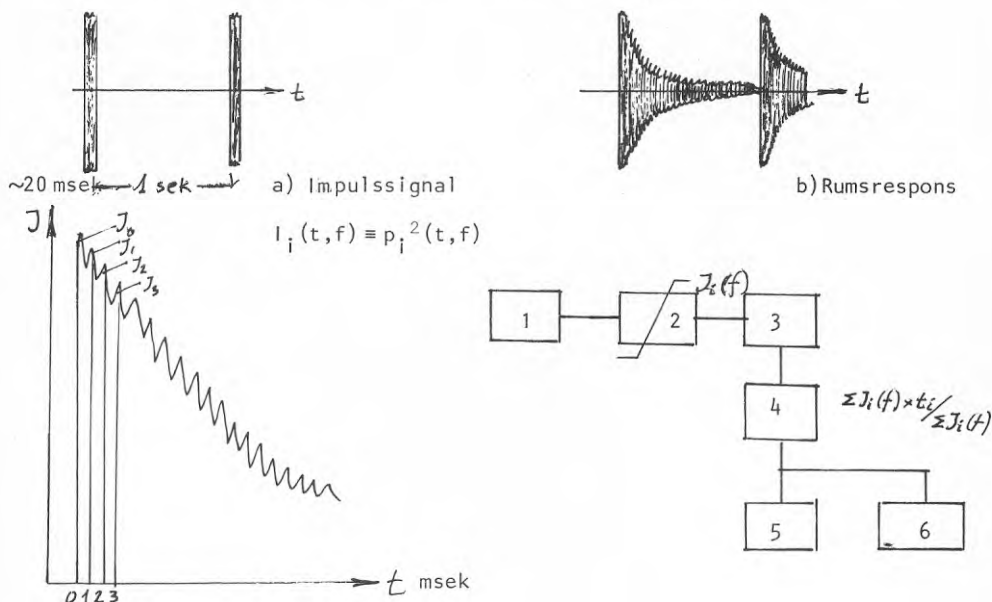
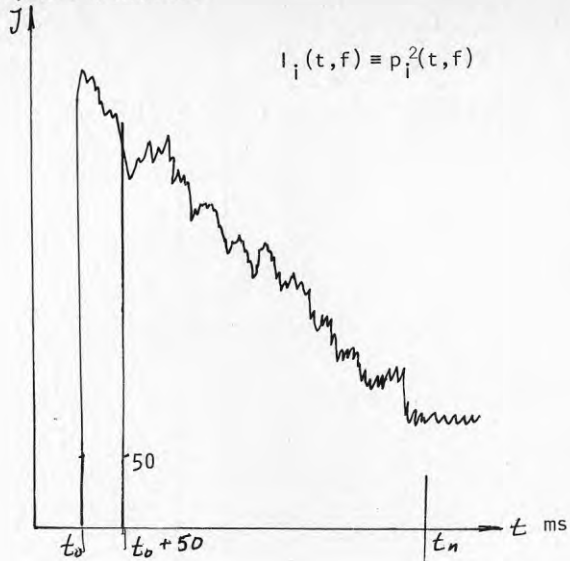


Fig. 31 Mätning av tidstyngdpunkt.

Allmän princip vid datorstyrd process.

- 1.bandspelare, 2.multifilter, 3.parallellanalysator, 4.dator
- 5.radskrivare, 6.plotter

Ljudtrycket i kvadrat



$$I_1(t, f) \equiv p_1^2(t, f)$$

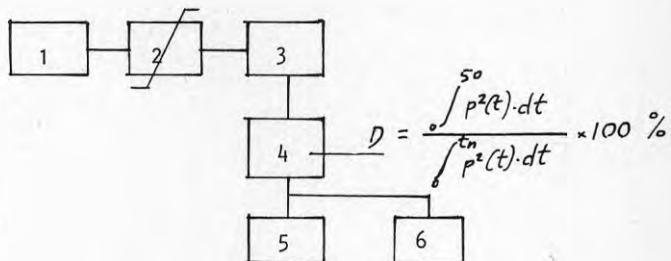


Fig.32 Mätning av tydlighet

Allmän princip vid datorstyrd process.

1. bandspelare, 2. multifilter, 3. parallellanalysator
4. dator, 5. radskrivare, 6. plotter

9.1.4 Spektrumstyngdpunkt

STP-faktor beräknas samtidigt med beräkningarna av tydligheten och tidstyngdpunkten.

Här multipliceras för varje momentan signal först intensiteten i resp. frekvensband med dess nominella frekvens för hela spektrat och summeras för samtliga terser. Denna summa divideras med summan av intensiteterna för samma signal. Kvoten av dessa värden visar spektrats tyngdpunkt för den momentana signalen och anges i Hz.

Förhållandet mellan spektrumstyngdpunkten för varje momentan signal och spektrumstyngdpunkten för den direkta signalen som mäts på 1 m avstånd från ljudkällan och vid utstrålningsvinkel $\alpha = 0^\circ$ är spektrumstyngdpunkt - faktor

$$STP-f = \frac{STP_i}{STP_o} \quad (21)$$

och i logaritmisk form

$$STP-f = 10 \lg \frac{STP_i}{STP_o} \quad \text{dB} \quad (22)$$

I praktiken räknas intensitetsmoment enligt

$$SM = \sum_{K=0}^{K=18} I_f \cdot 100 \cdot 1.25^K \quad (23)$$

där $f = 100, 125, 160, \dots, 6400$ Hz och motsvarar

$$K = 0 \quad 1 \quad 2 \quad \dots \quad 18$$

och spektrumstyngdpunkten enligt

$$STP_i = \frac{SM}{\sum I_f} \quad \text{Hz} \quad (24)$$

STP kan beräknas både för varje momentan signal och som medelvärde för några momentana signaler dvs.

$$\overline{STP}_i = \frac{\sum_{i=1}^n STP_i}{n} \quad (25)$$

eller

$$\overline{STP-f} = \frac{\sum_{i=1}^n STP-f(i)}{n} \quad (26)$$

Samtliga parametrar resp. faktorer och spektrumstyngdpunkts-faktorn kan beräknas i förhållande till: spektrumstyngdpunkten hos den direkta signalen på mätplatsen dvs. till STP-f(d) eller/och till spektrumstyngdpunkten hos de momentana signalerna under 50 msek dvs. till $\overline{\text{STP-f}}(50)$ som är medelvärde av motsvarande faktorer. T.ex. är vid tidskonstanten $\tau = 10$ msek

$$\overline{\text{STP-f}}(50) = \frac{\sum_{i=1}^5 \text{STP-f}(i)}{5}$$

där $n = \frac{50}{\tau} = 5$

9.1.5 Exempel på mätningar av kvalitetsfaktorer D, TTP, STP.

På kurvbladet 33 visas exempel på mätningar av tydligheten "D" och tidstyngdpunkten "TTP" med A-vägning och vid 500 och 1000 Hz. I tabellerna 10 a, b och c visas exempel på utskriften av resultat för "D", "TTP" och spektrumstyngdpunkt "STP" samt ljudtrycksnivå för momentana spektra.

BURGARDENS GYMN. KLASS 49 MED ELEVER-TIDSTYNGDPUNKT-

tabell 10 a

DAT. 120279 ANT. SAMP. 100 PULSTID. 20 SAMPL. TID. 450 MSEK. POS. 2 MIKR. 3 I MITTEN
MOMENTANA SPEKTRA AV DIR. SIGN. OCH FORSTA REFL. UNDER 100 MSEK

	250	320	400	500	630	800	1000	1260	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	V. V BERAKN V. V
L1 DB	62.4	55.4	59.8	64.2	74.4	66.8	66.8	68.6	68.4	66.2	66.4	66.8	63.8	65.4	62.2	78.4
L2 DB	64	57.8	61.2	68.8	80	71.8	69.8	68.6	67.4	67.8	69.2	64.2	63	65.8	62.8	78.8
L3 DB	62.8	60.8	60.6	62.4	77.6	71.8	71	62.6	65.6	67.4	68.4	66.2	62	62.4	60.6	77.4
L4 DB	67.8	60.8	62	61.8	76	69.6	70.8	62.6	64.8	68	66.6	64.4	58.2	62.2	57.8	75.6
L5 DB	63.6	61.2	57.4	60.2	71	68.4	66.2	58.8	63.2	67	62.4	63	56.8	60.8	58	73.4
L6 DB	66.2	53	57	62	72.4	67	63.8	62.4	61.2	65	60.2	60.4	56	61.6	55.8	73.2
L7 DB	65.4	52.4	60	56.4	72	67.8	63.2	66	62.4	61.2	61.8	60.2	56.2	60.6	55	72.6
L8 DB	63	53	55.4	61.2	70.2	66.2	60.4	62.4	62.8	60	60.2	57.8	55.4	57	54.4	71
L9 DB	68.6	57.4	62	62.2	73.2	65.2	58.8	62	64.8	61.4	61	57.8	54.4	57.8	51.8	71.4
L10 DB	65	52.6	63.4	58.6	65.4	60.6	60.2	54.6	62.2	60.4	58.6	58.4	52.8	57	53.6	69.2

TYDLIGHET %

a)

	250	320	400	500	630	800	1000	1260	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	V. V BERAKN V. V
D %	38	52	35	65	72	66	74	55	56	72	76	75	73	70	74	70

SIGN. ENERGI OCH SPEKTRA UNDER FORSTA 50 MSEK. MELLAN 50 OCH 100 MSEK. OCH UNDER HELA FORLOPPE

L1 DB	71.9	66.6	67.2	71.4	83.6	77	76.2	72	72.6	74.2	73.8	71.6	67.8	70.3	67.2	86.9
L2 DB	73	61.1	67.5	67.5	78.3	72.9	68.6	69.7	69.8	69	67.4	66	62.1	66.2	61.3	78.7
L3 DB	76.1	69.4	71.8	73.3	85.1	78.8	77.5	74.6	75.1	75.6	75	72.8	69.2	71.8	68.5	85.2

tabell 10 b

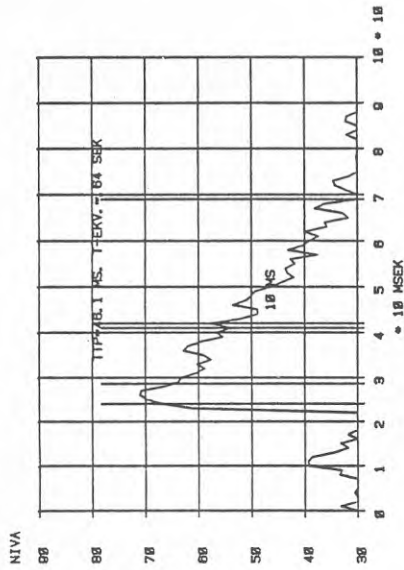
b)

TTP-TIDSTYNGPUNKT MSEK														
TP-KOR.77	74	78	47	41	48	46	52	56	44	36	39	39	38	42
TP. 87	84	88	57	51	58	56	62	66	54	46	49	49	48	52
TP-FAKT1.269991.24	.99	.62	.83	.75	.96	.85	1.25	.93	.99	.9799991.01	1.05	1.24	88	
TP-F DBI	.9	0	-2.1	-.8	-1.3	-.2	-.7	1	-.3	0	-.1	0	.2	.9

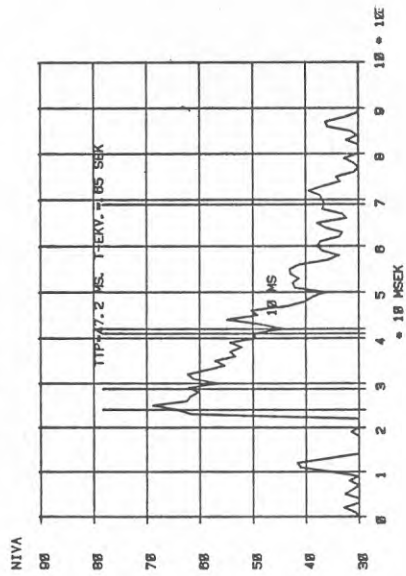
c)

SPEKTRUMS TYNGDPUNKT (STP) OCH STP-FAKTOR.												
DIR. SIGN. M4=2 STP=3463.17 HZ. DIR. SIGN-INTENS=1.06435E+08												
SIGN.NR	FREKV. MOMENT SUMMAN J*F DB	MOMENT. NIYA SUMMAN J DB	S T P HZ	STP-FAKT.	NIYA FORHALL.	NIYA FORHALL.-DB						
1	113.8	78.9	3090	.89	.731	-1.4						
2	115.8	82.4	2160	.62	1.636	2.1						
3	114.3	80.7	2293	.66	1.107	.4						
4	113.1	79.7	2209	.64	.871	-.6						
5	110.5	76.3	2629	.76	.402	-.4						
6	109.8	76.2	2266	.65	.393	-4.1						
7	109.6	76.1	2239	.65	.381	-4.2						
8	107.7	74.3	2204	.64	.253999	-6						
9	109	76.5	1770	.509999	.422	-3.8						
10	106.1	72.4	2330	.67	.163	-7.9						

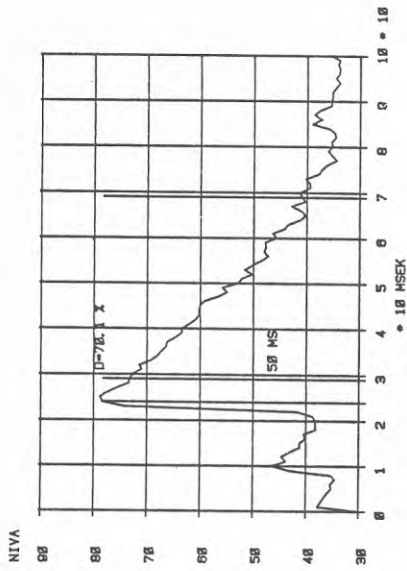
BURGARENS GYMNASIUM KLASS 40 MED ELEVER, POS. 2-TIDSTYNGPUNKT-
1000 HZ. FÖRSTA FRE. 250, SISTA FRE. 6300, TIDSKONST. T=10 MSEK



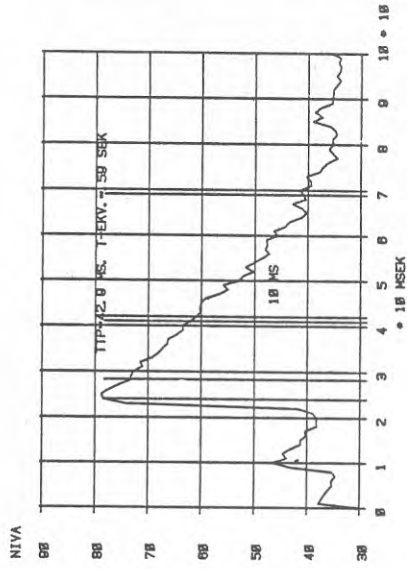
BURGARENS GYMNASIUM KLASS 40 MED ELEVER, POS. 2-TIDSTYNGPUNKT-
500 HZ. FÖRSTA FRE. 250, SISTA FRE. 6300, TIDSKONST. T=10 MSEK



BURGARENS GYMNASIUM KLASS 40 MED ELEVER-TYDLIGHET-
VAGT VARDE TIDSKONST. T=10 MSEK



BURGARENS GYMNASIUM KLASS 40 MED ELEVER, POS. 2-TIDSTYNGPUNKT-
VAGT VARDE TIDSKONST. T=10 MSEK



9.2 Mätning och beräkning av taluppfattbarheten på olika platser i skollokaler.

Signalen sänds med hjälp av högtalare. Signalen bestod av två listor med 100 nonsensord vardera. Genomsnittlig nivå var ca 65-68 dBA på 1 m avstånd. I varje lokal kontrollerades och justerades denna nivå så att den hölls ungefär vid detta värde i alla lokaler. Taluppfattbarhet har beräknats för alla platser men analyserades bara på 4 platser längs mitten av lokalen med utstrålningsvinkel $\alpha = 0^\circ$ och på 3-4 platser längs sidan med utstrålningsvinkel $\alpha > 0^\circ$. Av antalet fel beräknades taluppfattbarhet i %

$$TU = 100 \cdot (1 - n/200) \% \quad (27)$$

där n - antalet fel.



10 SAMMANSTÄLLNING AV UPPMÄTT TALUPPFATTBARHET, RUMSAKUSTISKA
PARAMETRAR OCH KVALITETSFAKTORER I SKOLLOKALER

Tabellerna omfattar avståndet från ljudkällan till mätpositioner, utstrålningsvinkel från ljudkällan till varje mätposition och för varje mätposition i grundskolor - taluppfattbarhet, modulationsdämpning, som mäts med modulerade signaler bestående av 35 msec pulser och 105 ms pauser och analyseras med A-vägnings filter och 2-4 kHz bandpassfilter, tidstyngdpunkt och tydlighet. I gymnasierna även spektrumstyngdpunkt och nivåförändringar för den direkta signalen och för de första reflexerna under 50 msec.

För parametrarna och faktorerna beräknades för varje EKT-grupp korrelation med taluppfattbarheten och samvariationen mellan de olika faktorerna och parametrarna.

Samvariationen beräknades enligt minsta kvadrat metoden. För varje analys beskrivs resultatet i form av koefficienter för uttrycket

$$y = m \cdot x + b \quad (28)$$

Absolutvärdet på avvikelsen beräknas enligt

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N-1}} \quad (29)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - \frac{(\sum y)^2}{N}}{N-1}} \quad (30)$$

och korrelations koefficienten enligt

$$R = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{(n-1) \cdot S_x \cdot S_y} \quad (31)$$

För varje EKT - grupp visas de sammanställda faktorerna och parametrarna i form av kurvor med tillhörande funktioner, avvikelser och korrelationskoefficienter.

Sammanställning av parametrar och faktorer visas i tabeller och motsvarande kurvblad.

10.1 Grundskolor.

För grundskolorna delades mätpositionerna upp endast efter varierande avstånd. De uppmätta parametrarna och faktorerna sammanställdes i tabell 11 a, b, c, d och på nedanstående kurvblad:

Antal EKT-grupper	Parametrar och faktorer	Kurvblad Nr
3	$TU = f(l)$	34
3	$TU = f(\alpha)$	35
3	$TU = f(MD)$	36 a, b, c
3	$MD = f(l)$	37
2	$MD = f(\alpha)$	38
2	$TU = f(TTP)$	39 a
2	$MD = f(TTP)$	39 b
2	$TTP = f(D)$	40

10.2 Gymnasier.

För gymnasierna uppdelades alla mätpositioner i två grupper:

- Med utstrålningsvinkel $\alpha = 0^\circ$ dvs längs mitten
- Med utstrålningsvinkel $\alpha > 0^\circ$ dvs längs sidan och båda efter varierande avstånd.

Parametrarna och faktorerna sammanställdes i tabell 12 a, b, c, d, e, f och på nedanstående kurvblad:

På kurvblad 41 till 64 visas sammanställda värden på: taluppfattbarheten, modulationsdämpningen, tidstygdpunkten, tydligheten, nivån och spektrumstygdpunkten som funktion av avståndet för enstaka klasser.

På kurvblad 65 till 86 a, och b, visas sammanställda värden för samtliga parametrar, faktorer och taluppfattbarheten, deras samvariation, avvikelse från medelvärdet och korrelation. Där visas även beräknade motsvarande funktioner av första ordningen.

På kurvblad 87 till 100 visas sammanställda värden för samma som ovan parametrar och faktorer samt motsvarande funktioner oberoende på utstrålningsvinkel.

På kurvblad 101 till 116 a, b, c, och d visas sammanställda motsvarande funktioner uppdelade i fyra EKT-grupper.

Antal EKT-grupper	Parametrar och faktorer	Kurvblad Nr
4	$TU = f(1)$	65 a, b, 101 a, b
4	$MD = f(1)$	66 a, b, 101 c, d
4	$TTP = f(1)$	67 a, b, 102 a, b
4	$D = f(1)$	68 a, b, 102 c, d
4	$L_d = f(1)$	69 a, b, 103 a, b
4	$L_{50} = f(1)$	70 a, b, 103 c, d
4	$STP_d = f(1)$	71 a, b, 104 a, b
4	$STP_{50} = f(1)$	72 a, b, 104 c, d
4	$STP_d = f(\alpha)$	71 c 105 a
4	$STP_{50} = f(\alpha)$	72 c 105 b
4	$TU = f(L_d)$	73 a, b, 87, 106 a, b, 113 a
4	$MD = f(L_d)$	74 a, b, 88, 107 a, b, 113 b
4	$TTP = f(L_d)$	75 a, b, 89, 108 a, b, 114 a
4	$D = f(L_d)$	76 a, b, 90, 109 a, b, 114 b
4	$TU = f(L_{50})$	77 a, b, 91, 106 c, d, 113 c
4	$MD = f(L_{50})$	78 a, b, 92, 107 c, d, 113 d
4	$TTP = f(L_{50})$	79 a, b, 93, 108 c, d, 114 c
4	$D = f(L_{50})$	80 a, b, 94, 109 c, d, 114 d
4	$TU = f(MD)$	81 a, b, 95, 110 c, d, 115 a
4	$TU = f(TTP)$	82 a, b, 96, 110 a, b, 115 c
4	$MD = f(TTP)$	83 a, b, 97, 111 c, d, 115 d
4	$TU = f(D)$	84 a, b, 98, 111 a, b, 115 b
4	$MD = f(D)$	85 a, b, 99, 112 a, b, 116 a
4	$TTP = f(D)$	86 a, b, 100, 112c, d, 116 b
4	$STP_d = f(L_d)$	117



11. ANALYS AV UPPMÄTTA FAKTORER OCH PARAMETRAR ,
DERAS FÖRHÅLLANDE OCH SAMVARIATION.

Undersökningarna påbörjades med analys av storheternas förändringar beroende på avstånd och för gymnasier även som funktion av utstrålningsvinkel.

11.1 Grundskolor

Förundersökningar som gjordes i grundskolor som uppdelades i 3-EKT-grupper, visar att:

1. Hos alla EKT-grupper minskar taluppfattbarheten (TU) med avståndet. Vid stigande T_{60} sjunker samtidigt taluppfattbarheten

för motsvarande avstånd från ljudkällan (kurvblad 34).

2. På samma sätt som gäller för TU, stiger modulationsdämpningen, MD, hos alla EKT-grupper med avståndet och vid stigande T_{60} stiger vidare modulationsdämpningen för motsvarande avstånd från ljudkällan (kurvblad 37).

3. Hos alla EKT-grupper sjunker taluppfattbarheten och modulationsdämpningen stiger med ökande utstrålningsvinkel " α ". Även här minskar taluppfattbarheten och modulationsdämpningen stiger vid stigande T_{60} och bibehållen utstrålningsvinkel (kurvblad 35 och 38).

Obs. I genomsnitt motsvarar den ökande utstrålningsvinkel ett kortare avstånd från ljudkällan.

Vidare gäller att för samtliga EKT-grupper sjunker medelvärdet av TU resp. stiger medelvärdet av MD vid stigande T_{60} .

I vilken grad efterklangstiden T_{60} påverkar de båda faktorerna ses på kurvblad 36. Det visar sig att förhållandet mellan TU och MD för olika T_{60} inte är linjärt och att MD är i högre grad än TU påverkad av T_{60} . Samtidigt ses att korrelationskoefficienten för TU som funktion av MD, för samtliga EKT-grupper ligger mellan 0.5 och 0.8.

För samtliga mätpositioner är avvikelserna från TU-medelvärdet, beräknat ur motsvarande funktion, 2 till 5% och MD 1.6 till 2 dB. Den spridning som visas kan bero på t. ex. någon faktor som är knuten till utstrålningsvinkeln. Detta skall fortsättningsvis undersökas närmare .

4. Tidstyngdpunkten, TTP, visar också ett beroende av T_{60} . För samtliga EKT-grupper stiger TTP med stigande T_{60} (kurvblad 39).

5. Samvariationen mellan TU och TTP är sämre än mellan MD och TTP (kurvblad 39 a, och b).

Korrelationskoefficienten för TU som funktion av TTP är mindre än för MD som funktion av TTP. Detta visar att TTP och MD är förhållandevis mer påverkad av T_{60} än TU.

6. Ett intressant sammanhang har upptäckts vid analysen av TTP och D. Korrelationskoefficienterna mellan tidstyngdpunkten och tydligheten är höga för samtliga T_{60} . De ligger mellan 0.82 och 0.92 och alla punkter ligger nära kurvorna oberoende av efterklangstiden T_{60} (kurvorna på kurvblad 40).

Detta skall undersökas närmare i fortsättningen.

De ovan beskrivna förundersökningarna visar att både taluppfattbarheten och de rumsakustiska kvalitetsfaktorerna i första hand beror på ljudfältet i rummet och på ljudkällans egenskaper.

Inverkan av olika parametrar på olika faktorer resp. taluppfattbarhet är inte liktydlig. T. ex. påverkar efterklangstiden T_{60} i första hand tyngd-tidspunkten (resp. tydligheten) sedan modulationsdämpningen och i ännu mindre utsträckning taluppfattbarheten. Ljudkällans direktivitets egenskaper och lokalens reflektionssegenskaper visar sig kunna påverka både taluppfattbarheten och modulationsdämpningen.

Tydligheten och tidstyngdpunkten visar en stor anknytning till efterklangstiden och en ömsesidig korrelation.

11.2 Gymnasier

Analysen av lokalens akustiska kvalitet och dess korrelation med de olika rumsakustiska parametrarna och faktorerna har inletts med en sammanställning av taluppfattbarhet, faktorer och parametrar som funktion av avstånd till varje mätposition för samtliga klassrum.

Alla mätpositioner i rummen uppdelades i 2 grupper. En med utstrålningsvinkel från ljudkällan, $\alpha = 0^\circ$ dvs. längs mitten och en med $\alpha > 0$ dvs. längs sidan.

11.2.1 En allmän analys (kurvblad 41 till 64).

Vid en sådan uppdelning ses för $\alpha = 0$ en tydlig korrelation mellan de olika parametrarna, kvalitetsfaktorerna och taluppfattbarheten och också för $\alpha > 0$ ett visst samband dem emellan.

Innan man utför en detaljerad analys bör man beakta:

- a) I alla EKT-grupper är både taluppfattbarhet och kvalitetsfaktorer bättre i lokaler med gradängar på golvet.
- b) Vid stora dynamiska störningar dvs högt bakgrundsbuller från inre och/eller yttre bullerkällor som t.ex. störande trafik, uppstår vad gäller både faktorerna och taluppfattbarheten stora oregelbunda avvikelser från medelvärdet. Detta kan bero på att mätningar av de enstaka faktorerna har utförts under 3 olika tidsmoment.

Det är möjligt att olika bakgrundsbullernivåer uppstod vid mätningen av :

1. Taluppfattbarheten
2. Modulationsdämpningen
3. Tidstyngdpunkten, tydligheten och spektrumsförändringen

För samtliga klassrum och för två grupper av utstrålningsvinklar på kurvblad 41 till 64

sammanställdes TU, MD, TTP, D nivå hos den direkta signalen L_d , nivå under 50 msek L_{50} samt STP-d och STP-50 med avståndet. Den övre kurvan på diagrammen motsvarar vinkeln $\alpha = 0$ och den nedre $\alpha > 0$.

Där ses tydligt att med stigande avstånd och vid utstrålningsvinkeln $\alpha = 0$ (kurva 1) minskar värdena på TU, D, L_d och L_{50} . Värdena på MD samt TTP stiger dvs. dessa värden försämrar. Värdena på STP-f(d) förblir i stort oförändrade (ligger vid ca 0 dB) och värdet på STP-f(50) förändras också och ligger mellan -0.5 och -2 dB. Vid utstrålningsvinklar $\alpha > 0$ (kurva 2) visar samtliga parametrar resp. faktorer inte något anmärkningsvärt beroende av avståndet, förutom STP-d faktorn som stiger från ca -4 dB till -1 dB och STP-50 faktorn som stiger från ca -3 dB till -1.5 dB med stigande avstånd.

Av den allmänna jämförelsen med de övre (1) och nedre (2) kurvornas läge kan man konstatera att TU, MD, L_d och L_{50} visar liknande förändringar; TTP och D visar också liknande förändringar medan förändringarna mellan de båda grupperna inte är lika stora. Vid $\alpha = 0$

är TU, MD, TTP, D, L_d och L-50 beroende av avståndet men STP-d och STP-50 beror inte på avståndet. Vid $\alpha > 0$ försämras värdet av TU, MD, L_d och L₅₀ i högre grad än värdet av TTP och D. Samtidigt förblir de värdena konstanta trots förändringen av avstånd. Vid $\alpha = 0$ för STP_d och L₅₀ är avståndet betydelselöst men vid $\alpha > 0$ ses ett tydligt beroende på avståndet. Dessa förändringar av STP-d och STP-50 vid $\alpha > 0$ kan förklaras med de spektrumsförändringar som uppstår på platserna längs sidan dit signalerna kommer med olika utstrålningsvinklar.

För att uppskatta korrelationen mellan dessa faktorer och avstånd har ovan beskrivna storheter sammanställts för klassrummen uppdelade i fyra EKT-grupper.

Med hänsyn till ovan beskrivna variationer kan följande frågor ställas: i vilken grad påverkar de rumsakustiska parametrarna och ljudkällans egenskaper taluppfattbarheten och de andra mätbara objektiva faktorerna; hur ser deras samvariation ut och hur korrelerar de med avstånd och vinkel.

Den parameter som enbart beror på avståndet och ljudkällans egenskaper är den direkta signalen. Reflexer av denna signal blir med tiden mer och mer påverkade av ljudfältets egenskaper.

Ett efterklangsförlopp från en impulsartad signal har delats upp på tre olika delsignaler.

1. Direkt signal plus event. första mycket tidiga reflexer som kommer under ca 10 msek från närmast mätpositionen befintliga stolar, bänkar, bord, åhörare o.s.v. Dessa reflexer kommer från ljudkällan med ungefär samma utstrålningsvinkel som den direkta signalen och med i stort oförändrat spektrum.
2. Direkt signal plus tidiga reflexer under första 50 msek dvs. även första reflexer från sidoväggar, bakväggar och taket.
3. Direkt signal plus alla reflexer under efterklangsförloppet.

Av de tre delsignalerna är de två första av särskilt intresse därför att de innehåller den minst förändrade informationen i den ursprungliga signalen. Detta är viktigt också med hänsyn till den kommande integrering av dessa delsignaler både vad gäller hörseln och de objektiva kvalitetsmåten dvs. den fysikaliska integreringen. Den tredje delen innehåller endast den störande energin.

11.2.2 Detaljerad analys

Nedan har taluppfattbarheten, ljudtrycket resp.nivån, modulationsdämpningen, tidsstygdpunkten, tydligheten samt STP-faktorn som funktion av avståndet sammanställts. Alla lokalerna uppdelades i fyra efterklangstidsgrupper T_{60} .

Resultaten av mätningarna visas i tabell 12. Samtliga faktorer och parametrars beroende på avståndet, korrelationen samt avvikelser från medelvärdet visas på respektive kurvblad.

11.2.2.1 Taluppfattbarhet TU som funktion av avståndet.

a) Utstrålningsvinkel $\alpha = 0$.

Som regel minskar taluppfattbarheten med stigande avstånd (kurvblad 65 a.101 a). Korrelationen mellan TU och avstånd l är hög (0.86 till 0.93) och avvikelser från TU medelvärdet relativt låga (3 till 4 %). Detta visas i tabellen nedan. (tab.13)

EKT-grupp	T_{60} sek	R	avvikelse %
1	0.6	0.92	3
2	0.75	0.86	3.3
3	0.85	0.93	4.1
4	1.0	0.88	3.5

Man ser också tydligt TU-s beroende av efterklangstiden T_{60} . Med stigande efterklangstid minskar samtidigt medelvärdet för taluppfattbarheten.

Med hjälp av ett enkelt uttryck kan taluppfattbarheten beskrivas som funktion av avståndet för parametern T_{60} :

$$TU = 99.5 - K_T \cdot l \quad \% \quad (32)$$

där K_T - koefficient beroende på T_{60}
 l - avstånd m.

$$\text{Vid } T_{60} = 0.6 \text{ sek} - K_T = 1.5$$

$$T_{60} = 1 \text{ sek} - K_T = 2.2$$

b) Utstrålningsvinkel $\alpha > 0$

På platser som ligger längs sidan dvs. vid $\alpha > 0$ sjunker taluppfattbarheten jämfört med de platser som ligger längs mittlinjen - dvs. vid $\alpha = 0$ och på samma avstånd. Vid $\alpha = 60-70^\circ$ är minskningen ca 5-7 % och vid $\alpha = 15-20^\circ$ går minskningen ned till 0% dvs. minskningen stiger med utstrålningsvinkeln α .

11.2.2.2 Ljudnivå som funktion av avståndet

Nivåerna som funktion av avståndet har sammanställts i fyra EKT-grupper i form av nivåskillnader mellan de direkta signalerna resp. summan av de direkta signalerna plus reflexerna under 50 ms i förhållande till direktsignalens nivå på 1 m avstånd från ljudkällan och $\alpha = 0$.

$$dL_1 = 10 \lg \frac{I_d}{I_{do}} = L_d - L_{do} \quad \text{dB} \quad (33)$$

$$dL_2 = 10 \lg \frac{(I_d + I_{50})/dt}{I_{do}} = \\ = (L_d + L_{50})/dt - L_{do} \quad \text{dB} \quad (34)$$

Obs. i alla lokaler har signaler sänts med ungefär samma spektra och nivå (± 2 dB)

Som väntat (kurvblad 69,70,103) har kurvorna ungefär samma förlopp i alla EKT-grupperna, både längs mittlinjen och längs sidan. En minskning med ca 1-2 dB på längre avstånd vid stigande T_{60} finns. Samtidigt minskar nivån med stigande vinkel och bibehållet avstånd till ljudkällan. Vid en vinkel av ca 65-75° (avstånd: 2.5-3.5 m) minskar nivån ca 3-4 dB och vid en vinkel av ca 20-30° är nivåskillnaden ca 0 dB.

I tabellen nedan visas korrelationen mellan nivån och avståndet för positioner längs mitten för samtliga EKT-grupper.

EKT-grupp	T_{60} sek	R (Ld)	R (L-50)
1	0.6	0.94	0.93
2	0.75	0.83	0.83
3	0.85	0.9	0.87
4	1.0	0.92	0.84

Detta visar att efterklangstiden T_{60} har praktiskt taget ingen eller liten inverkan på den direkta signalens och de första reflexernas nivåer.

Mellan kurvorna för $TU = f(l)$ och $L = f(l)$ ses tydligt skillnader vid stigande T_{60} och av detta följer att förutom intensiteten (nivån) måste någon eller några andra faktorer finnas som påverkar taluppfattbarheten, särskilt på sidoplatserna.

För positioner längs mittlinjen kan förhållandet mellan nivå-differenser och avståndet beräknas enligt det empiriska uttrycket:

$$\text{för den direkta signalen } dL_1 = 0.35 - 1.7 \cdot l \quad (35)$$

för den direkta signalen

$$\text{plus första reflexer } dL_2 = 4.6 - 1.35 \cdot l \quad (36)$$

noggrannhet är ca ± 1.5 dB

11.2.2.3 Tidstyngdpunkt (TTP) som funktion av avståndet

Tidstyngdpunkten som funktion av avståndet vid $\alpha = 0$ visar att tidstyngdpunktens värde försämras med stigande avstånd och detta överensstämmer med definitionen av TTP. Inverkan av T_{60} är stor (kurvblad 65 och 102).

Vid stigande T_{60} förändras TTP snabbare än TU eller nivån.

Vid $\alpha > 0$ är förändringen i TTP som funktion av avstånd inte så tydliga som förändringen i TTP på samma avstånd men vid $\alpha = 0$. Endast vid $\alpha \gg 0$ är förändringarna stora. Förändringar i TTP vid $\alpha > 0$ i förhållande till TTP vid $\alpha = 0$ är på samma avstånd från ljudkällan ungefär konstanta för alla EKT-grupper. Detta betyder att inverkan av EKT på TTP är lika stor på platser längs mitten som längs sidan.

I tabellen nedan har TTP och korrelationen mellan TTP och l för samtliga EKT-grupper sammanställts.

EKT-grupp	T_{60} sek	TTP msec		R
		2 m	6 m	
1	0.6	44	51	0.44
2	0.75	51	61	0.66
3	0.85	54	79	0.87
4	1.0	60	91	0.77

Ändringar i TTP som funktion av avståndet är för olika efterklangsgrupper mycket större än ändringar i TU. Av detta följer att TTP är mer beroende av efterklangstiden T_{60} än TU och detta kan lätt förklaras. Om man antar en ordshastighet av ca 5-7 stavelser per sek dvs. 200 till 140 msec per stavelse och tidstyngdpunkten beräknas ur ett efterklangsförlopp med T_{60} ca 600 till 1000 msec, då ses tydligt att det fysikaliska måttet måste bli mer påverkat av T_{60} än taluppfattbarheten.

Av definitionen av TTP följer att förutom den direkta signalen och de första reflexerna är efterklangstiden T_{60} den viktigaste parametern för TTP. Vid stigande T_{60} höjs TTP i högre grad än T_{60} , medan beroendet är svagare för TU. Med hänsyn till detta blir korrelationen mellan TTP och l lägre än mellan TU och l (fig 65 och 67)

11.2.2.4 Tydlighet som funktion av avståndet

Tydligheten "D" har uppmäts med samma signaler och efterklangsförlopp som användes för mätningarna av TTP. Även här sker mätning genom beräkning av kvoten mellan den energi som når mätpositionen under de första 50 msec och den energi som kommer dit under hela efterklangsförloppet. (kurvblad 68 och 102)

Värdet av D och korrelationen mellan D och l visas i tabellen nedan.

EKT-grupp	T_{60} sek	D %		R
		2 m	7 m	
1	0.6	(2.4m) 88	(7.8m) 74	0.45
2	0.75	73	63	0.62
3	0.85	72	47	0.9
4	1.0	67	40	0.82

Förändringar i D som funktion av l för olika EKT-grupper är ungefär densamma som förändringar i TTP och förklaringen är samma som beskrevs vid analysen av TTP. Även här är inverkan av T_{60} på D större än på TU och korrelationen med l är sämre.

11.2.2.5 Modulationsdämpning som funktion av avståndet

Modulationsdämpning hos pulssignalerna har undersökts dels med bandpassfilter 2-4 kHz dels med A-vägningsfilter.

Resultaten visar (tabell 12) , att vid mätningar med A-vägningsfilter fås en bättre korrelation med alla andra parametrar och faktorer än vid mätningar utnyttjande bandpassfilter. Med hänsyn till detta beskrivs i denna rapport endast analys av MD med A-vägningsfilter påkopplad.

1. Vid utstrålningsvinkeln $\alpha = 0$ är korrelation mellan MD och avståndet "l" hög för alla EKT-grupper (kurvblad 66 och 101).

EKT-grupp	T_{60} sek	R	avvikelse
1	0.6	0.77	1.45
2	0.75	0.83	2.05
3	0.85	0.93	2.38
4	1.0	0.86	2.28

2. Vid utstrålningsvinkel $\alpha > 0$ ses tydligt modulationsdämpningens stora beroende av efterklangstiden T_{60} . (kurvblad 66 b och 101 d)

Vid $\alpha = 0$ kan modulationsdämpningen beskrivas som funktion av avståndet enligt det empiriska uttrycket:

$$MD = 2.9 + K_T^1 \cdot l \quad (37)$$

där K_T^1 är en koefficient som beror på T_{60} .

T_{60} sek	K_T^1
0.6	0.6
0.75	0.8
0.85	1.3
1.0	1.4

11.2.2.6 Spektrum förändring.

Under arbetet med materialet i denna rapport har vid flera tillfällen momentana nivåer ^{av} ett efterklangsförlopp undersökts. Dessa undersökningar visade sig värdefulla när momentana spektra med en tidskonstant på 10 msec analyserats. För att jämföra olika momentana spektra under en viss begränsad period har nya beräkningsmetoder samt en ny faktor utvecklats.

Med hänsyn till de höga frekvensernas vikt i en talsignal har spektrums förändring analyserats enligt avsnitt 5.5 och 9.1.4

1). Spektrums tyngdpunkt som funktion av avståndet och utstrålningsvinkeln.

De uppmätta värdena av STP-f visar att:

1. För en direkt signal är vid en utstrålningsvinkel av 0° samt ett kort avstånd från ljudkällan $STP-f = 1$ dvs. $10 \lg STP-f = 0$ dB. Detta visar att inga förändringar av spektrum har skett. Längst bort i samma riktning minskar STP-f något dvs. någon förändring i frekvensgången har skett. Detta beror på den ökande absorptionen vid höga frekvenser [22]. För den direkta signalen plus de första reflexerna stiger STP-faktorns medelvärde något jämfört med den direkta signalen enbart. Detta beror på ljudkällans direktivitet som i viss mån påverkar de första reflexerna (kurvblad 71a, 72a, 104a, c)
2. För direktljudet stiger STP-f med stigande vinkel. De högsta värdena på STP-f finner man på de närmast källan liggande platserna. Där är också utstrålningsvinkeln störst (kurvblad 71b, c, 104b)
3. För den direkta signalen plus de första reflexerna vid $\alpha > 0$ visar STP-f ungefär samma förändringar som ovan i punkt 2 (kurvblad 72b, c, 104 d)

En viktig iakttagelse i detta sammanhang är att för direktljudet och reflexer under de första 50 msek är STP-faktorn praktiskt taget oberoende av T_{60} dvs. för samtliga EKT-grupper är STP-faktor konstant för en viss vinkel. Avståndets inverkan på STP-f är litet. Den beräknade korrelationen mellan STP-f och l vid $\alpha > 0$ är låg och ligger mellan 0.2 och 0.5 för samtliga EKT-grupper.

Förhållandet mellan STP-f och α kan beräknas ur det empiriska uttrycket

$$\text{- för direkta signaler: } 10 \lg STP-f = -0.25 - 0.045 \cdot \alpha \text{ dB} \quad (38)$$

- för signaler under 50 msek:

$$10 \lg STP-f = -1.08 - 0.032 \cdot \alpha \text{ dB} \quad (39)$$

Korrelationen mellan STP-f och α är större än mellan STP-f och l och ligger mellan 0.53 och 0.81.

12 DISKUSSION ÖVER DE SAMMANSTÄLLDA I PUNKT 11.2.2 STORHETERNA:12.1 Inverkan av utstrålningsvinkel och efterklangstid T_{60} på ljudtrycksnivå och samtliga faktorer.

En enkel analys visar att det till positioner längs sidan förutom spektralförändrat direktljud, p.g.a. ljudkällans riktkarakteristik, också kommer reflexer med spektralförändringar p.g.a. både ljudkällans riktkarakteristik och tak och andra ytors reflektionsegenskaper. De förändrade signalerna påverkar i olika grad taluppfattbarheten, de objektiva kvalitetsfaktorerna och de fysikaliska parametrarna.

Med hänsyn till ovan beskrivna variationer kan man ställa sig frågan i vilken grad ljudtrycksnivå, efterklangstid T_{60} och spektrumförändring påverkar taluppfattbarheten och bildningen av de beskrivna kvalitetsfaktorerna.

Allmänt kan man konstatera att:

1. Ljudtrycksnivån hos direktljudet och de tidiga reflexerna (inom 50 msec) endast beror på avståndet och utstrålningsvinkeln från källan och är praktiskt taget oberoende av efterklangstiden T_{60} (kurvblad 103 a och c).
2. Vid utstrålningsvinkeln $\alpha = 0^\circ$ beror taluppfattbarheten och modulationsdämpningen på avståndet dvs. på ljudtrycksnivån och på lokalens efterklangstid T_{60} . Av kurvblad 101 a och c inses att modulationsdämpningen är mer påverkad av T_{60} än TU. Detta framgår också av yttrycket 32 och ekv. 37 där K_T^1 är förhållandevis större än K_T .
3. TU och MD beror förutom detta också på utstrålningsvinkeln. Med högre utstrålningsvinklar blir K_T i TU och MD också högre. För alla EKT-grupper är K_T ändringarna ungefär konstanta för en viss vinkel dvs. oberoende av efterklangstiden T_{60} och minskar på samma gång som vinkeln minskar. (jämför kurvblad 101 a,b och 101 c,d).
4. Tydligheten och tidstygdpunkten är mer beroende av efterklangstiden än TU och MD, dessutom är inverkan av utstrålningsvinkelns storlek lägre. (jämför kurvblad 102 a,b och 102 c,d).

5. De skillnaderna som uppstår mellan samtliga faktorer på samma avstånd längs mittlinjen och längs sidan kan förklaras av att signalens spektrum förändras på grund av ljudkällans riktkarakteristik och lokalens reflektionssegenskaper.

De största förändringarna av STP-f sker på platserna längs sidan. Detta betyder samtidigt att nivåerna vid höga frekvenser har minskat jämfört med nivåerna på samma avstånd men längs mitten. På samma platser längs sidan minskar även taluppfattbarheten jämfört med TU på samma avstånd men längs mitten.

OBS. Med hänsyn till den i punkt 11.2.2.6-1 beskrivna effekten av publikytans absorption vid höga frekvenser [22] kan även ett relativt sett bättre taluppfattbarhetsresultat i lokaler med gradänger förklaras.

Utgående från principerna för de olika faktorer kan inverkan av de rumsakustiska parametrarna på samtliga faktorer förklaras genom en analys av samvariationen mellan de olika faktorerna och jämförande analys av mätsignalernas och talsignalernas egenskaper.

12.2 Samvariation mellan samtliga faktorer

1. Korrelationen mellan taluppfattbarheten och samtliga faktorer och korrelationen mellan faktorerna framgår av tabellerna nedan för samtliga EKT-grupper och $\alpha = 0^{\circ}$.

EKT-grupp	T_{60} sek	R					
		TU=f(MD)	TU=f(TTP)	TU=f(D)	MD=f(TTP)	MD=f(D)	TTP=f(D)
1	0.6	0.71	0.36	0.28	0.82	0.79	0.98
2	0.75	0.82	0.58	0.57	0.86	0.85	0.98
3	0.85	0.88	0.86	0.86	0.93	0.94	0.99
4	1.0	0.82	0.79	0.86	0.81	0.87	0.97

se även kurvblad 81, 82, 83, 84, 85, 86 a .

2. Korrelationen mellan taluppfattbarheten och nivån L_d ev. L-50, samt mellan andra kvalitetsfaktorerna - MD, TTP, D - och nivån L_d ev L-50, framgår av tabellerna nedan för samtliga EKT-grupper och $\alpha = 0$ (Se även kurvblad 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80 a).

EKT-grupp	T_{60} sek	R			
		TU=f(L_d)	MD=f(L_d)	TTP=f(L_d)	D=f(L_d)
1	0.6	0.89	0.85	0.53	0.51
2	0.75	0.7	0.88	0.78	0.74
3	0,85	0.91	0.95	0.87	0.87
4	1.0	0.87	0.92	0.75	0.84

EKT-grupp	T_{60} sek	R			
		TU= f(L_{50})	MD=f(L_{50})	TTP=f(L_{50})	D=f(L_{50})
1	0.6	0.87	0.74	0.35	0.34
2	0.75	0.65	0.83	0.72	0.68
3	0.85	0.92	0.92	0.85	0.84
4	1.0	0.77	0.88	0.63	0.72

3. Av kurvorna på kurvblad 117 ses att mellan STP-faktorn och nivån finns endast litet samband.
4. Från de tre tabellerna ses att för alla EKT-grupper korrelerar taluppfattbarheten bäst med modulationsdämpningen och nivån.
5. Funktionerna $TU=f(MD)$ resp. $TU=f(TTP)$ eller $TU=f(D)$ är inte liktydiga för samtliga EKT-grupper, dvs. för samtliga efterklangstider T_{60} . Förändringarna i funktioner kan förklaras med:
 - a) nivåförändringar som uppträder i olika delar av efterklangsförloppet på olika avstånd från ljudkällan (se även 11.2) och som ingår i mät- resp. beräkningsprocessen.
 - b) den subjektiva uppskattningen av taluppfattbarheten som beror bl.a. på hörselns och talets egenskaper samt lokalens inverkan på informationsöverföringen.
 - c) principerna för bildningen av de olika faktorerna.

12.3 Analys av mätsignalernas och talets egenskaper

En analys visar att:

- a) intensiteten hos pulssignaler som består av en enda frekvensgrupp och som upprepas kan adderas i form av ekvivalenta energin.
- b) intensiteten hos pulssignaler som består av flera olika upprepade vitbrusssignaler (en modulerad signal) bildar fysikaliskt en ekvivalent energi bestående av flera frekvensband. Addering kan ske även för varje enstaka band.
- c) talsignaler består också av olika frekvensgrupper som dock ändrar sitt tidsläge under tidsförloppet dvs. de upprepas inte. Varje frekvensgrupp innehåller en viss talinformation som inte kan blandas med en annan frekvensgrupp. Intensiteten av sådana signaler kan adderas fysikaliskt men kan inte med hänsyn till hörsel egenskaper (minne och tidskonstant) integreras subjektivt förutom vid det tillfälle när nästkommande frekvensgrupp är samma som den föregående. De frekvensgrupperna som kan adderas är basfrekvenserna som uppträder under hela tidsförloppet. Med hänsyn till detta bör en talsignal betraktas som en modulerad signal bestående av flera impulssignaler men ur energisynpunkt oberoende.
- d) i efterklangsfältet i lokalen kan de modulerade signalerna fysikaliskt sett integreras och bilda den ekvivalenta energin. En

talsignal bör emellertid betraktas som flera impulsartade signaler med olika frekvensband som ändrar sin intensitet enligt någon slags modulation och bildar flera specifika efterklangssignaler i lokalen. De efterklangssignaler som uppstår under tidsförloppet kan endast adderas med signalerna som består av samma frekvensgrupp annars bildar de en maskerande energi. Den maskeringen kan bli av särskilt intresse under "pauser" i det modulerade förloppet.

e) med hänsyn till hörsels minnestid som i allmänhet är mycket kortare än efterklangstiden, bör man vid användning av impulsartade signaler t.ex. vid mätning av tydligheten eller tidsstygdpunkten, endast addera en del av det totala efterklangs-förloppet dvs. den del som svarar mot den största delen av den ursprungliga signalen (och som innehåller oförändrad talinformation), och den som uppstår under "pausen" i motsvarande modulerade talsignal. Den första kan då betraktas som den nyttiga och den andra som den störande energin.

f) vid mätningen av TTP resp. D adderas en stor del av efterklangs-förloppet. Vid mätningen av MD där signalerna består av upprepade pulser med samma frekvensband, adderas energin under hela efterklangs- och tidsförloppet.

g) taluppfattningen kan tänkas ske enligt den ovan beskrivna hörsel process och skiljer sig från den fysikaliska. De skillnader som uppstår beror troligtvis på skillnaderna mellan hörsel processen och beräkningsprocessen.

12.4 Inverkan av efterklangs-förloppet och efterklangstiden T_{60} på bildningen av TTP; bildning av en ekvivalent efterklangstid

a) i en lokal är efterklangstiden T_{60} nästan alltid konstant och varierar endast beroende på ljudfältets diffusitet. Själva efterklangs-förloppet är aldrig exponentiellt men beroende på avståndet från ljudkällan uppstår på varje plats en ekvivalent efterklangstid -dvs. en sådan som är ekvivalent till det exponentiella förloppet. Den är kortare i närheten till källan än på längre avstånd.

b) den ekvivalenta efterklangstiden beror i första hand på den direkta signalens och de första reflexernas intensitet. Vid högre nivåer hos den direkta signalen i förhållande till de momentana nivåerna i efterklangs-förloppet dvs. till följande reflexer, är T_{ekv} kortare. Detta är fallet i närheten till ljudkällan. Vid ökande av-

stånd minskar nivån i den direkta signalen i förhållande till de första reflexernas nivå och även till hela förloppets nivå. Denna ändrar sig långsammare än den direkta signalens nivå - och den ekvivalenta efterklangstiden T_{ekv} - stiger.

c) vid längre efterklangstid T_{60} ökar hela förloppetsnivå och samtidigt ökar den ekvivalenta efterklangstiden.

d) om man analyserar bildningen av en tidstyngdpunkt från ett homogent exponentiellt förlopp ser vi att:

- den totala energin är:

$$\int p^2(t) \cdot dt = I_0 \cdot \int e^{-at} \cdot dt \quad (40)$$

mellan tiderna 0 och T_1 är energin:

$$E = I_0 \cdot \int_0^{T_1} e^{-at} \cdot dt = I_0 \cdot \frac{e^{-at}}{-a} \Big|_0^{T_1} = I_0 \cdot \frac{e^{-aT_1} - 1}{-a} \quad (41)$$

$$\text{där } a = \frac{2\delta}{T} = \frac{13.8}{T}$$

T = efterklangstid

- intensitetsmomentet är:

$$\int p^2(t) \cdot t \cdot dt = I_0 \cdot \int e^{-at} \cdot t \cdot dt \quad (42)$$

mellan tiderna 0 och T_1 är momentet:

$$\begin{aligned} M &= I_0 \cdot \int_0^{T_1} e^{-at} \cdot t \cdot dt = I_0 \cdot \frac{e^{-at}}{a^2} (-at - 1) \Big|_0^{T_1} = \\ &= I_0 \cdot \left(\frac{e^{-aT_1} (-a \cdot T_1 - 1) + 1}{a^2} \right) \end{aligned} \quad (43)$$

- tidstyngdpunkten är:

$$TTP = \frac{M}{E} = - \frac{e^{-aT_1} (-a \cdot T_1 - 1) + 1}{(e^{-aT_1} - 1) \cdot a} \quad (44)$$

$$\begin{aligned} \text{vid } T_1 = T \text{ fås } TTP &= \frac{1}{a} = \frac{T}{13.8} \quad \text{eller} \\ T &= 13.8 \cdot TTP \end{aligned} \quad (45)$$

det fel som uppstår vid $T_1 = (0.4 \text{ till } 1) \cdot T$ är $< 5\%$

e) vid oexponentiella förlopp får man en ekvivalent efterklangstid om man räknar tidstyngdpunkten från tiden noll, dvs. från början av impulsen (se även 11.6 a).

$$T_{\text{ekv}} = 13.8 \cdot TTP \quad (46)$$

Detta förklaras nedan:

För vanliga lokaler där efterklangsförloppet aldrig är exponentiellt skiljer sig de första delarna av förloppet på alla platser av lokalen väsentligt från varandra, och då överensstämmer inte tidstyngdpunkten med efterklangstiden T_{60} . I stället hör den uppmätta tidstyngdpunkten samman med den ekvivalenta efterklangstiden $T_{\text{ekv}} = 13.8 \cdot TTP$. Denna tid liknar troligtvis mera den av hörseln uppskattade efterklangstiden.

f) i lokalen är den ekvivalenta efterklangstiden inte konstant utan ändrar sig från plats till plats. Den är lägre nära till- resp. större långt från ljudkällan.

I de två första delarna av impulssignalen, som motsvarar den direkta signalen och de första reflexerna under 50 msek, beror TTP mest på avståndet och lokalens utformning, men i den tredje delen, som motsvarar efterklangen, beror TTP på T_{60} . Med hänsyn till att summan av intensitetsmoment alltid ökar snabbare än summan av intensiteten, påverkar efterklangstid T_{60} i allt större grad tidstyngdpunkten.

Detta betyder också att i varje efterklangstidsgrupp T_{60} är alla värden av tidstyngdpunkten beroende av denna efterklangstid.

g) man kan därför dra slutsatsen att tidstyngdpunktens beroende av efterklangstiden T_{60} är större än taluppfattbarhetens eller modulationsdämpningens och att korrelationen mellan TU och TTP därmed måste bli sämre än mellan TU och MD.

12.5 Utnyttjande av mätsignalernas och talsignalernas egenskaper vid uppskattning av en ekv. efterklangstid

Man kan undra över om och i vilken grad de fysikaliska mått av tidstyngdpunkten eller den ekvivalenta efterklangstiden motsvarar den subjektivt uppskattade efterklangstiden. Denna uppskattning be-

ror på talsignalens egenskaper (mest på ordhastigheten) och på hörselns egenskaper (bl.a. minnets integrationstid). Enligt vår mening bör tidgränsvärdena t_1 och t_2 , som används vid beräkningar vid mätning av tidstyngdpunkt, anpassas till signalens egenskaper och inte enbart till det akustiska fältets parametrar resp. signalens dynamik. Det viktigaste här är ordhastigheten. Tidsdifferenserna bör ligga mellan 150 och 250 msek (7-4 ord per sek) och därmed skulle de i lokalen uppmätta TTP resp. ekvivalenta efterklangstiderna bättre överensstämma med den efterklangstiden som vi uppfattar vid lyssnande till tal.

12.6 Inverkan av efterklangsförloppet och T_{60} på bildningen av D.

a) Undersökningar av tydligheten visar i allmänhet en spridning mellan den subjektivt uppskattade taluppfattbarheten och den uppmätta tydligheten. Som framgår av undersökningarna är korrelationen mellan TU och D ungefär lika med korrelationen mellan TU och TTP och sämre än korrelation mellan TU och MD.

I själva verket är de båda faktorerna TTP och D likvärdiga när de räknas med samma integrationsgränsvärde från samma signal.

Om man räknar tydligheten på samma sätt som tidstyngdpunkten, och antar ett rent exponentiellt förlopp, får man:

$$D = \frac{\int_0^{50} p^2(t) \cdot dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) \cdot dt} = \frac{\int_0^{50} e^{-at} \cdot dt}{\int_0^{T_1} e^{-at} \cdot dt} = \frac{1 - e^{-a \cdot 50}}{1 - e^{-a \cdot T_1}} \quad (46)$$

för $a = \frac{13.8}{T}$, och vid $T_1 \approx T$ t.ex. $T_1 = (0.4 \text{ till } 1) \cdot T$

$$\text{är } e^{-aT_1} \approx 0 \quad (47)$$

$$\text{och } D = 1 - e^{-\frac{13.8 \cdot 50}{T}}$$

Om man i stället för T använder $T_{\text{ekv}} = 13.8 \cdot \text{TTP}$ fås:

$$D = 1 - e^{\frac{-50}{TTP}} \quad (48)$$

detta visar att det bör finnas ett direkt samband mellan D och TTP (resp. T_{ekv}). Detta framgår också av undersökningsresultatet där korrelationen mellan TTP och D ligger omkring 0,98.

b) Värdet av D beror på samma sätt som TTP på efterklangstiden T_{60} och i samma grad som TTP motsvarar det den ekvivalenta efterklangstiden.

Även här kan en förändring av integrationsgränsvärdet leda till en förbättrad korrelation mellan tydligheten och den subjektivt uppskattade efterklangstiden, som i detta fall bättre skulle kunna överensstämma med den ekvivalenta.

12.7 Inverkan av efterklangsförloppet och T_{60} på bildningen av MD.

Modulationsdämpningen beror både på den direkta signalens och på de första reflexernas energi samt efterklangsenergin. Vid upprepade signaler dvs. pulser eller modulerade signaler, är inverkan av den energi, som kommer under puls- och paustiden, större än den som kommer under resten av efterklangen, även om den adderas vid mätningen eller beräkningen.

Jämfört med TTP eller D, där integreringen av energin sker under ett helt efterklangsförlopp från en enda impulsartad signal (se förutsättningar vid bildningen av TTP resp. D), är värdet av MD i mindre grad beroende av T_{60} än TTP eller D. Jämfört med TU är denna inverkan dock stor p.g.a. integreringen av energin sker under hela mättiden och omfattar flera pulser.

Som sagts ovan, är inverkan av energin under de två första delarna av signalen lika viktig för MD som för TTP och D. Detta ses också från korrelationen mellan MD och TTP eller MD och D. Den är stor och för samtliga EKT-grupper ligger mellan 0.8 och 0.94. (kurvblad 83 och 85).

Man kan även tänka sig att den förändrade tidstygndpunkten (se 12.4) eller den ekv. efterklangstiden skulle kunna korrelera ännu bättre

med MD.

12.8 Korrelation med taluppfattbarheten

Vid sammanställningen av taluppfattbarheten med de tre ovan beskrivna faktorerna visar det sig att den bästa korrelationen finns mellan TU och MD. Det visar sig också att T_{60} påverkar modulationsdämpningen mer än taluppfattbarheten. Detta har förklarats tidigare vid analysen av mätsignalernas och talsignalernas egenskaper.

12.9 Inverkan av spektrumsförändring

Allt som har beskrivits i punkt 12.2 till 12.8 har analyserats i lokaler längs mittlinjen dvs. vid utstrålningsvinkel $\alpha = 0$. Vid $\alpha > 0$ uppstår differenser beroende på spektrumförändringar. De ligger mellan 0 till 4 dB i förhållande till spektrumtyngdpunkten för den ursprungliga signalen vid $\alpha = 0$ och på 1 m avstånd från ljudkällan och är praktiskt taget oberoende av efterklangstiden T_{60} . Dessa differenser motsvarar förändringen av TU till 5 % för samtliga positioner på samma avstånd från ljudkällan men vid $\alpha > 0$.

Här måste påpekas att detta gäller mätningar av MD och TU där det dynamiska bakgrundsbullret är oförändrat. Vid olika nivåer hos bakgrundsbullret kan uppskattning av TU och MD bli felaktig.

12.9.1 Inverkan av spektrumsförändring på taluppfattbarheten och uppskattning av TU

Spektrumförändring av en talsignal förändrar informationen som finns i den ursprungliga signalen. I praktiken uppstår på grund av ljudfältets egenskaper förändringar vid de höga frekvenserna, som är informationsbärande. Samtidig höjer en förskjutning av spektrumtyngdpunkten till lägre frekvenser maskeringseffekten på de höga frekvenserna.

En sådan förändring av signalen verkar i praktiken på samma sätt som en ändring av intensiteten, dvs. som minskning av dynamiken. Man kan tänka sig att spektrumförändringen verkar på intensiteten

på ungefär samma sätt som förändringen av avståndet.

Med hjälp av spektrumsförändringen kan t.ex. ett ekvivalent avstånd beräknas i form av:

$$l_{\text{ekv}} = \frac{l_{\text{verkl.}}}{\text{STP-f}} \quad (49)$$

Om man utgår från taluppfattbarheten som funktion av avståndet vid $\alpha = 0$ och med hjälp av STP-f räknar ut det ekvivalenta avståndet från kurvor för motsvarande EKT-grupp vid $\alpha = 0$, kan TU beräknas för positioner vid $\alpha > 0$.

12.10 Uppskattning av TU med hjälp av mätning av MD, STP-f och T_{60} .

Med hjälp av enkla uttryck och mätvärden på MD samt T_{60} kan man vid utstrålningsvinkel $\alpha = 0$ uppskatta TU med en noggrannhet av ca $\pm 3-4 \%$ med det empiriska uttrycket

$$TU = 102.4 - K''_T \cdot MD \quad (50)$$

där $K''_T = 1.6$ för $T_{60} = 0.6$ sek

$K''_T = 1.24$ för $T_{60} = 1$ sek

Uppskattning av taluppfattbarheten i en lokal kan ske först efter mätning av T_{60} och mätning av MD på platser längs mittlinjen och på olika avstånd från ljudkällan. Taluppfattbarheten bestäms sedan enligt uttrycket 50. Därefter mäts spektrumsförändringen i form av spektrum tyngdpunkten på olika platser som ligger på olika avstånd från ljudkällan och vid $\alpha > 0$. Enligt de uppmätta faktorerna kan då förändringen av taluppfattbarheten bestämmas för motsvarande platser jämfört med taluppfattbarheten på platser längs mittlinjen och på samma avstånd. Denna förändring är oberoende av efterklangstiden T_{60} .

GRUPP 1, EKT= .5 SEK, ANT. KLASSER M=8, ANT. POS. =32, PA VANSTER SIDA

SKOLA	KLASS	POS.	TU	MD	MD	TTP	D	L	A
z	DB-A	2-4	MSEK	z	M	0			
TOLERED H-8									
1	98	4	1.9	34	84	1.5	10		
2	97	7.8	5.4	48	71	3.2	10		
3	95.5	7.4	5.3	44	78	4.7	45		
4	94.2	4.8	6.3	48	78	3	60		
TOLERED R-13									
1	93	6.4	7.5	42	78	6	15		
2	93.5	5.7	5.5	40	81	4.9	25		
3	97	4.6	4.3	34	84	3.7	40		
4	96	7.9	5.8	40	80	2.1	45		
TOLERED H-26									
1	98.5	2.0	3.2	34	84	2.5	10		
2	97	4	3.3	32	83	2.2	10		
3	93.5	6.7	5.5	40	79	4.5	30		
4	93	7.6	6.9	42	78	3.1	60		
SJUMILA 10									
1	97.3	6.4	5.8	40	74	2.2	0		
2	96.5	5.1	3.5	37	70	3.5	0		
3	96.5	5.5	4.2	39	75	4.2	50		
4	94.8	6.3	4.8	38	77	3.7	60		
LUNDEH 202									
1	97.8	3.6	3.4	36	82	1.6	0		
2	94.9	7.6	7.7	54	74	2.4	50		
3	94.4	7.5	7.2	53	68	4.5	25		
4	93.3	8.6	7.4	48	71	5.5	13		

GR. 1 V. S.

PAVELUND 128

1	96.8	4.2	3.4	33	82	4	0
---	------	-----	-----	----	----	---	---

2	93.5	4.9	4.2	33	83	2.6	35
3	93.5	5.4	3.5	35	79	4.8	38
4	90	7	5.8	44	71	3.3	45

PAVELUND 130

1	98	5.3	3.5	39	80	3.8	18
2	97.5	3	2.5	38	85	1.7	38
3	96	3.1	1.3	31	83	1.7	38
4	97	5.5	3.7	42	73	4.3	38

PAVELUND 224

1	98.5	6	4.1	43	71	2.5	0
2	96	6	4.1	44	72	6	28
3	96	6.1	3.9	49	66	7	17
4	96.5	6.7	4.7	43	78	3.3	48

GRUPP 1. EKT= 5 SEK. ANT. KLASSER N=8 , ANT. POS.=32, PA HOGER SIDA

SKOLA KLASS POS. TU MD MD TTP D L A
 % DB-A 2-4 M SEK % M 0

TOLERED H-8

1	94	5.5	5.6	0	0	7	20
2	94.5	6.5	5.1	0	0	4.7	30
3	96.5	4	4.2	0	0	2.8	40
4	95.8	6	5	0	0	2.4	85

TOLERED R-13

1	93	6.3	5.5	0	0	4.9	25
2	97.5	5.4	4.9	0	0	2	40
3	90	6.8	5.2	0	0	4.2	45
4	95.5	6.4	6.1	0	0	2.8	50

TOLERED H-26

1	94.5	6	6.2	0	0	5	0
2	93.8	6.6	5.1	0	0	5.7	30
3	96.5	5.3	5.1	0	0	1.1	85
4	92	8.4	8.4	0	0	2.3	85

SJUNILA 10

1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0

LUNDEN 202

1	95.3	7.8	7.2	0	0	4	0
2	93.8	7.3	6.8	0	0	2.4	45
3	92.8	7.7	6.2	0	0	4.5	25
4	93.5	8.5	7.3	0	0	5.5	15

GR. 1 H.S.

PAVELUND 128 1 55.2 0 0 0 0 0 0 4.6 30

2 54.5 0 0 0 0 0 0 5.2 45
 3 52.5 0 0 0 0 0 0 3.9 88
 4 87 0 0 0 0 0 0 3.2 85

PAVELUND 130 1 97 0 0 0 0 0 0 7 45
 2 97.2 0 0 0 0 0 0 6 60
 3 98.5 0 0 0 0 0 0 3.5 80
 4 95 0 0 0 0 0 0 5 85

PAVELUND 224 1 97 0 0 0 0 0 0 6.7 0
 2 92 0 0 0 0 0 0 7.2 23
 3 97 0 0 0 0 0 0 4.6 40
 4 96 0 0 0 0 0 0 3 65

GRUPP 2. EKT = 63 SEK, ANT. KLASSER N=5, ANT. POS. = 20, PA VANSTIER SIDA

SKOLA KLASS POS. TU MD HD 2-4 TTP D L A
 % DB-A MSEK % M 0

PAVELUND 211

1	97.5	5.5	5.7	0	0	1.0	10
2	97.5	5.2	3.8	0	0	3	6
3	93	8.8	9.2	0	0	4.4	13
4	95	5.4	3.7	0	0	5.4	0

TYNNERED 150

1	89	9.7	8	50	65	5.5	15
2	86.5	8.9	7.4	49	72	4.3	20
3	89	7.7	6.1	51	71	3	20
4	91	5.4	7.8	52	69	2.1	45

TYNNERED 147

1	94.5	8.7	7.8	46	67	2.5	50
2	92.5	7	6	36	79	3.1	50
3	91	8.3	7.4	52	63	4	35
4	91.5	8.9	7.5	44	69	5.2	25

TYNNERED 221

1	98	2.1	2.4	36	79	1.6	0
2	92.5	7.2	6.3	43	77	4	0
3	92.5	7.5	10.5	51	66	5.6	30
4	94	4.3	11.6	41	76	3.5	60

LUNDEN 106

1	92.3	8.4	8.2	46	71	3.6	0
2	90.8	9.4	7	50	65	2.2	45
3	93	9.4	8.9	49	66	4.3	23
4	91.5	8.9	8.1	52	67	8.8	15

GRÜPP 2, EKT 63 ŠEK, ANT. KLASSER N=5, ANT. POS. =20, PA HÖGER SIDA

SKÓLA KLASS POS. YU MD MB TTP D L A
 % DB-A 2-4 MSEK % M 0

PAVELUND 211

1	95.5	6.6	0.0	0	0	3.1	55
2	36	6.9	7.5	0	0	3.9	40
3	93.5	4.2	5.3	0	0	4.9	30
4	88.5	9.4	7.9	0	0	6	25

TYNNERED 150

1	89.5	10.2	0.2	0	0	5.5	15
2	90.5	9.2	0	0	0	4.3	20
3	92	8.6	0	0	0	3.1	30
4	88	0	7.8	0	0	2.1	45

TYNNERED 147

1	92	9.5	12.1	0	0	2	60
2	94.5	7.4	7.6	0	0	2	0
3	91	7.3	10.7	0	0	3.3	0
4	88.5	8.7	0	0	0	6.3	0

TYNNERED 221

1	87.5	0	0	0	0	6.3	20
2	89.5	0	0	0	0	5.5	25
3	90.5	0	0	0	0	4.5	30
4	86	0	0	0	0	3	60

LUNDEN 106

1	87.5	6.3	6.3	0	0	1.6	0
2	95	7.2	7.6	0	0	2.2	45
3	94.5	7.6	8.3	0	0	4.3	23
4	94.5	8.7	7.7	0	0	5.8	10

GRUPP 3, EKT=63 SEK, ANT. KLASSER N=3, ANT. POS.=8, PA HOGER SIDA

SKOLA	KLASS	POS.	TU	MD	MD	MD	TTP	D	L	A
%	DB-A	2-4	MSEK	%	M	O				
SJUNILA 7/1										
1	94.8	6.5	5.9	56	59	2.7	20			
2	92.3	7.4	6.9	66	54	5.2	25			
3	98	9.1	7.3	60	60	6.5	20			
4	89.5	10.5	8.4	59	61	6.3	15			
SJUNILA 7/2										
1	97	6.2	5.6	57	60	2.7	20			
2	94	9.1	7.7	62	57	3.1	45			
3	93	9.4	7.2	65	55	4	25			
4	89	10.4	8.8	58	61	6.3	15			
SJUNILA 9										
1	90	9.2	7.4	60	61	2.7	50			
2	82.5	9.7	9.5	71	52	3.5	60			
3	83.5	12	8.7	65	57	4.9	40			
4	81	11.5	8.7	69	51	5.4	30			

G.R.4
BURGAR. 15

tabell 12 b

1	99	2.5	2.3	44	80	0	-1.5	0	4.9	0	-3.6	1	0
2	97	5.4	4.4	52	74	-1	-1.8	-4.6	.6	-5.6	-8.2	2.3	0
3	96.5	6.3	4.6	57	68	-8	-1.9	-6.8	-3	-7.6	-9.2	3.5	0
4	93.5	7.2	5.8	61	62	-1.4	-2	-8.5	-2.4	-9.9	-11.4	4.7	0

tabell 12 c

GRUPP 1. EKT = 6 SEK. ANT. KLASSER N=6 , ANT. POS. =21.

VID SIDAN

SKOLA	KLASS	POS.	TU	MD	DB-A	2-4	MSEK	TTP	D	STP-D	DB	STP-50	J-D	DB	J-50	DB	J+STP	D-DB	J/5+STP	L	M	A	0
ASCHEB. 19	1	93.5	5.7	6	44	79	-2.7	-2.3	-7.5	-2.3	-7.5	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-10.2	-11.6	4	55				
	2	94	5.4	5.6	45	79	-2.1	-2	-7.6	-2.2	-7.6	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-9.7	-11.2	4.6	46				
	3	94.8	5.9	5.6	43	82	-1.2	-1.9	-8	-2.7	-8	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7	-9.2	-11.6	5.2	40				
	4	94	5.8	6.4	44	81	-2	-2.2	-10	-4.4	-10	-4.4	-4.4	-4.4	-4.4	-12	-13.6	5.8	35				
LUNDBY 41	1	92.5	7.9	6.8	61	66	-1.2	-1.4	-8	-1.1	-8	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-9.2	-9.5	3	57				
	2	93	7.8	7.1	62	64	-1	-1.6	-7.2	-1	-7.2	-1	-1	-1	-1	-8.2	-9.6	4.5	34				
	3	92.5	7.3	6.7	55	70	-1.3	-1.8	-7.8	-2.4	-7.8	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-9.1	-11.2	6	25				
ASCHEB. 57	1	89.5	6.5	6.4	50	73	-3.1	-3.2	-7.5	-2.5	-7.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-10.6	-12.8	3.3	61				
	2	88.8	6.7	5.3	53	75	-3.2	-3.2	-7.3	-2.5	-7.3	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-10.5	-12.7	4.1	45				
	3	91	7.2	6.2	47	77	-1.7	-2.4	-8.6	-2.7	-8.6	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7	-10.3	-12.1	5.3	33				
	4	91.3	6.4	6.3	48	77	-1.7	-2.5	-8.5	-3.4	-8.5	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4	-10.2	-12.9	6.6	26				
ASCHEB. 59	1	89.5	6.7	6.5	48	76	-3.5	-3.6	-8.4	-3.2	-8.4	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-11.9	-13.8	3.6	53				
	2	87.5	7.1	6	54	70	-2.1	-2.7	-9.3	-4	-9.3	-4	-4	-4	-4	-11.4	-13.7	4.7	37				
	3	89	7.8	6	47	76	-2.6	-3	-9.1	-4.4	-9.1	-4.4	-4.4	-4.4	-4.4	-11.7	-14.4	5.8	29				
	4	87	7.3	6	50	74	-1.8	-2.5	-10.8	-4.7	-10.8	-4.7	-4.7	-4.7	-4.7	-12.6	-14.2	7.1	23				
SCHILL. 118	1	87.5	6.9	8.2	49	74	-3.4	-3.2	-9.9	-4.4	-9.9	-4.4	-4.4	-4.4	-4.4	-13.3	-14.6	4	77				
	2	88.8	7.2	6.5	47	75	-2.3	-2.5	-10.5	-4.7	-10.5	-4.7	-4.7	-4.7	-4.7	-12.8	-14.2	4.4	62				
	3	87.8	7.2	6.3	49	76	-1.5	-2.2	-10.3	-4.1	-10.3	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	-11.8	-13.3	5.1	50				
BURGAR. 15	1	90	8	7.5	66	59	-3	-3.4	-8.2	-1.9	-8.2	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-11.2	-12.3	3.6	71				
	2	91.5	7.5	7	52	73	-1.5	-2.4	-7.2	-8	-7.2	-8	-8	-8	-8	-8.7	-10.2	4.8	45				
	3	91.5	8.2	7.2	63	63	-1.4	-2.3	-10.5	-3	-10.5	-3	-3	-3	-3	-11.9	-12.3	5.5	38				

tabell 12 d

GRUPP 2-EXT=.75 SEK.ANT.KLASSER N=8 ,ANT. POS.=32, I MITTEN

SKOLA	KLASS	POS.	TU	MD	DB-A	2-4	MSEK	%	D	STP-D	DB	STP-50	DB	J-D	DB	J-50	DB	J+STP	D-DB	J+5+STP	L	A
ASCHEB. 56	1	97.5	4.7	4.1	53	73	-1.6	0	-1.6	-4	0	-1.6	-4	-4	0	-1.6	0	-4	-4	-8.6	2.5	0
	2	95.5	6.5	4.9	52	73	-2	-8	-2	-5.9	-1.6	-2	-5.9	-6.7	-1.6	-1.6	0	-6.7	-6.7	-10.6	4	0
	3	93.3	7.5	6.5	54	72	-1.5	.6	-1.5	-10	-1.5	-1.5	-10	-9.4	-4.1	-4.1	0	-9.4	-9.4	-12.6	5.5	0
	4	92.5	7.6	7.4	62	65	-1.2	.1	-1.2	-11	-1.2	-1.2	-11	-10.9	-4.9	-4.9	0	-10.9	-10.9	-13.1	7	0
LUNDBY 48	1	99	3.3	3.7	48	77	-1	-1	-1	.3	5.1	.3	.3	.2	5.1	5.1	0	.2	.2	-2.9	1	0
	2	96.5	5.7	5.7	59	67	-6	1	-6	-7.6	-1.2	-6	-7.6	-7.6	-1.2	-1.2	0	-7.6	-7.6	-8.8	2.8	0
	3	94.8	6.6	6.1	68	61	-1.6	-7	-1.6	-6.8	-1.1	-1.6	-6.8	-9.7	-1.1	-1.1	0	-9.7	-9.7	-9.7	3.8	0
	4	91.8	8.2	7.4	67	58	-1	-4	-1	-9.6	-3.7	-1	-9.6	-10	-3.7	-3.7	0	-10	-10	-11.7	5.5	0
MUNKEB. 70/2	1	95.5	4.8	3.6	48	77	-1	0	-1	-2.5	2.4	-1	-2.5	-2.5	2.4	2.4	0	-2.5	-2.5	-5.6	1.8	0
	2	92.5	6.4	4.8	51	74	-2	.9	-2	-7.1	-1.4	-2	-7.1	-6.2	-1.4	-1.4	0	-6.2	-6.2	-8.6	3.2	0
	3	89.5	8.5	6.1	59	67	-7	.1	-7	-7.6	-1	-7	-7.6	-8.4	-1	-1	0	-8.4	-8.4	-9.6	4.6	0
	4	86.5	9	6.9	61	67	-1.6	-8	-1.6	-8.8	-1.9	-1.6	-8.8	-8.7	-1.9	-1.9	0	-8.7	-8.7	-9.6	6.8	0
LUNDBY 10	1	98	2.7	2.7	44	81	-1.2	-5	-1.2	.4	5	-1.2	.4	.5	5	5	0	.5	.5	-3.7	1	0
	2	94.8	5.7	4.4	47	75	-1.5	0	-1.5	-2.3	1.9	-1.5	-2.3	-2.3	1.9	1.9	0	-2.3	-2.3	-6.6	2.7	0
	3	91.5	6.4	5.4	53	72	-1.7	-7	-1.7	-3.3	2.2	-1.7	-3.3	-4	2.2	2.2	0	-4	-4	-6.5	4	0
	4	87	7.6	6.7	56	68	-2.3	-1.7	-2.3	-7.8	-1.9	-2.3	-7.8	-9.5	-1.9	-1.9	0	-9.5	-9.5	-11.2	6.2	0
BURGAR. 22	1	98	2.4	2.3	37	87	-7	0	-7	0	4.4	-7	0	0	4.4	4.4	0	0	0	-3.3	1	0
	2	92.5	6.5	4.9	55	71	-1.9	-1.6	-1.9	-9.2	-3.2	-1.9	-9.2	-10.8	-3.2	-3.2	0	-10.8	-10.8	-12.1	4.5	0
	3	91	7.5	5.5	59	67	-1.4	0	-1.4	-11.3	-5.2	-1.4	-11.3	-11.3	-5.2	-5.2	0	-11.3	-11.3	-13.1	7.6	0
	4	87.5	9.8	6.8	65	64	-2.1	-2.1	-2.1	-11	-5.2	-2.1	-11	-13.8	-5.2	-5.2	0	-13.8	-13.8	-15	10.5	0

tabell 12 e
 00.2 1 M

	1	98.5	3	3.4	49	75	0	8	0	4.3	0	-3.5	1	0
LUNDBY 27	1	98.5	3	3.4	49	75	0	8	0	4.3	0	-3.5	1	0
	2	95	5.3	6	53	70	-3	-1.1	-2.2	2.7	-2.5	-5.4	2.8	0
	3	92.5	7.8	8.9	63	61	-1	-1.6	-4.6	1.2	-5.6	-7.4	4.1	0
	4	91.5	8.9	8.8	69	59	-1.8	-1.8	-7.8	-1.1	-8.6	-9.9	5.8	0
BURGAR. 49	1	97.5	3	3.1	42	80	0	-1.7	0	3.8	0	-4.9	1	0
	2	97	6	4.1	54	70	-1.3	-2.6	-5.7	-3	-7	-9.9	2.2	0
	3	92.8	7.2	5.8	63	64	-1.1	-2	-6.8	-1.2	-7.9	-10.2	3.4	0
	4	91.3	8.2	5.6	62	65	-1.2	-2.2	-8.5	-1.8	-9.7	-11	4.6	0
HVITFEL. 21	1	97.8	4.8	4.6	51	73	0	-1.8	-3	1.3	-3	-7.5	2	0
	2	95	6.6	7.1	58	68	0	-1.5	-7.8	-1.9	-7.8	-10.4	2.9	0
	3	94.5	8.4	7.2	66	61	-9	-1.6	-8.2	-1.7	-9.1	-10.3	3.9	0
	4	94	9.5	7.3	66	61	-5	-1.8	-9.6	-3	-10.1	-11.8	3.9	0

tabell 12 f

GRUPP 2, ERT=1.75 SEK, ANT. KLASSER N=8, ANT. POS.=27, VID SIDDH															
SKOLA	KLASS	POS.	TU	MD	MD	TTP	D	STP-D	STP-50	J-D	J-50	J+STP	J/5+STP	L	A
%	DB-A	2-4	MSEK	%	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	D-DB	50-DB	M	0
ASCHEB. 56															
1	93	9.1	6.4	65	60	-1.4	-2	-8.8	-3.7	-10.2	-12.7	3.5	45		
2	92	8.4	6.2	62	64	-1.8	-2.5	-8.8	-3.7	-10.6	-13.2	4.7	32		
3	91.5	9.2	6.4	58	68	-1.2	-1.9	-10.4	-4.6	-11.6	-13.3	6	25		
4	90	9.2	6.4	60	65	-1	-1.4	-10.6	-5.1	-11.6	-13.5	7.4	21		
LUNDBY 48															
1	90.5	8.3	8.1	68	59	-2.3	-2.7	-7.7	-8	-10	-10.5	3.7	54		
2	91.5	7.7	7.4	60	66	-2.4	-2.1	-7.8	-2.7	-10.2	-11.8	5	37		
3	88.8	8.1	7.9	59	64	-1.6	-1.9	-9.6	-4	-11.2	-12.9	5.6	32		
MUNKEB. 70/2															
1	88	8.2	7	65	60	-5	-1.5	-7.6	-1.9	-8.1	-10.4	3	56		
2	86.5	9.1	6.4	63	62	-2	-1	-10.1	-3.7	-9.9	-11.3	3.8	41		
3	87.5	9.5	6	60	64	-5	-1.3	-8	-2.3	-8.5	-10.6	5.3	28		
4	87.5	9.1	7.5	62	64	-3	-6	-10.7	-3.1	-10.4	-10.5	7	21		
LUNDBY 10															
1	97	7.4	8.4	66	59	-2.1	-2.8	-8.9	-3	-11	-12.8	3	69		
2	90	8	7.6	60	65	-2	-2.6	-8.2	-2.1	-10.2	-11.7	5	38		
3	85.5	7.4	5.9	58	68	-1.2	-2	-10	-4.3	-11.2	-13.3	7	25		
BURGAR. 22															
1	91.8	7.2	5.6	51	72	-2.4	-2.8	-11	-5.5	-13.4	-15.3	3.7	63		
2	91.3	7.7	4.8	63	63	-1.9	-2	-11.6	-6.2	-13.5	-15.2	5.5	37		
3	89.3	8	5.8	54	70	-8	-1.6	-12.6	-7	-13.4	-15.6	8	24		
LUNDBY 27															
1	90.5	10.8	10.6	76	54	-3.4	-3	-8.5	-2.1	-11.9	-12.1	3	75		
2	91.2	11	8.8	71	57	-2.9	-2.8	-7.7	-1.4	-10.6	-11.2	4.8	37		
3	88.8	9.4	10	68	60	-2.3	-2.5	-9	-2.8	-11.3	-12.3	7	25		

GR.2 V.S.

BURGAR. 49													
1	85	8.6	8.9	62	66	-4.3	-3.8	-7.4	-1.3	-11.7	-12.1	3	64
2	87	8	6.2	64	62	-1.7	-1.8	-6	-3	-7.7	-9.1	3.8	45
3	85.5	8.7	7.5	65	64	-2.6	-2.5	-8.2	-2.2	-10.8	-11.7	5.8	28
HVITTEL. 21													
1	92	10.7	9.6	74	53	-3.2	-3	-9.6	-3.1	-12.8	-13.1	2.7	63
2	92	9.4	8.8	68	59	-2.8	-2.8	-9.9	-3.6	-12.7	-13.4	3.3	51
3	92.5	9.1	8.6	70	57	-1.8	-2.3	-10	-4.1	-11.8	-13.4	4.5	35
4	92.3	8.4	7.1	65	62	-2.7	-2.2	-9.6	-3.8	-12.3	-13	6	30

tabell 12 h

GRUPP 3, EKT=85 SEK, ANT. KLASSER H=5, ANT. POS.=20,

I MITTEN

SKOLA	KLASS	POS.	TU	DB-A	2-4	MSEK	D	STP-D	STP-50	J-D	J-50	J+STP	J+STP	J+STP	A
%							%	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	M
MUNKEB. 56															
1	97	2.9	3	40	83	0	-1.8	0	4.3	0	-4.5	1	0	0	0
2	94	6.8	6.5	55	71	-8	-2.2	-4.9	3	-5.7	-8.9	2.5	0	0	0
3	92	8.5	7.1	61	66	-4	-1.9	-8.5	-7	-8.9	-9.6	3.4	0	0	0
4	90	8.5	6.5	69	60	-1	-2.3	-8.9	-1.7	-12	-13	4.2	0	0	0
ASCHEB. 50															
1	92.3	6.4	5.8	59	60	0	-1.7	-4.2	6	-4.2	-8.1	2.6	0	0	0
2	88	9	7.1	77	54	2	-1	-8	-2.7	-7.8	-10.7	4.1	0	0	0
3	87	10.2	8.2	78	55	-3	-1.7	-9.9	-3.7	-10.2	-11.8	5.6	0	0	0
4	82.5	10.7	8.6	83	50	0	-1.1	-11.3	-4.7	-11.3	-12.8	7.1	0	0	0
MUNKEB. 70/1															
1	95.5	4.9	5.3	61	67	-3	-1	-3.1	3.5	-2.2	-4.5	1.8	0	0	0
2	92.3	7.6	6.6	65	64	6	-1.3	-5.8	-1	-5.6	-8.4	3.2	0	0	0
3	90.3	8.8	8.1	69	57	-6	-1.1	-6.9	-7	-7.5	-8.8	4.6	0	0	0
4	87.5	10.6	9.4	76	51	-5	-1.3	-8	-1	-8.5	-9.3	6.8	0	0	0
HVITFEL. 7															
1	90.5	3.3	4	43	80	0	-1.4	0	4.1	0	-4.3	1	0	0	0
2	97.3	6.7	7.2	59	67	2	-4	-4.1	8	-3.9	-6.6	2.5	0	0	0
3	91.8	9	8.1	75	56	1	-8	-6.8	-8	-6.8	-8.6	3.5	0	0	0
4	87	9.7	8.5	77	55	1	1	-7.8	-2.1	-6.7	-9	4.5	0	0	0
HVITFEL. 30															
1	95.5	3.9	4.8	43	80	-3	-1.5	-2	2.6	-2.3	-5.9	1.6	0	0	0
2	92.3	5.3	5.1	50	60	0	-8	-4.7	1	-4.7	-7.7	2.7	0	0	0
3	89.5	8.1	6.8	59	67	5	-1	-7.5	-1.7	-7.1	-9.7	3.8	0	0	0
4	88.8	8.8	7.6	64	63	2	-1.1	-8.8	-2.9	-8.6	-11	4.5	0	0	0

tabell 12 i

GRUPP 3, EKT = 85 SEK, ANT. KLASSER N=5, ANT. POS. = 19,															
VID SIDAN															
SKOLA	KLASS	POS.	TU	MD	MD	TTP	D	STP-D	STP-50	J-D	J-50	J+STP	J/5+STP	L	A
%	DB-A	2-4	MSEK	%	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	D-DB	50-DB	M	0
MUNKER. 56															
1	80	8.5	9.8	63	63	-4.4	-4.6	-8.9	-1.8	-13.3	-13.4	4.3	70		
2	81.5	10.1	8	70	58	-4	-4.4	-10	-2.5	-14	-13.9	5	55		
3	79	9.1	9	62	65	-4.4	-4.6	-8	-2.4	-12.4	-1.4	6	42		
ASCHER. 50															
1	81	11.7	11.7	83	48	-2	-2.5	-10	-3.7	-12	-13.2	4	46		
2	88.3	10.7	9	76	56	-2.1	-2.7	-9	-3	-11	-12.7	5.2	34		
3	85.8	10.4	8.2	77	55	-2.1	-2.1	-10.3	-3.1	-10.4	-12.2	6.4	27		
4	87.8	10.3	8.2	79	54	-1.3	-1.6	-11	-4.8	-12.3	-13.4	7.7	22		
MUNKER. 70/1															
1	88.5	9.1	7.3	72	55	-2.6	-2.7	-7.9	-1.7	-10.5	-11.4	3	56		
2	86.5	10.4	8.5	74	53	-1.1	-1	-8.7	-3.2	-9.8	-11.2	3.8	41		
3	87.5	10.3	6.8	68	62	-1.2	-1.4	-7.7	-1.6	-8.9	-10	5.3	28		
4	87	10.3	8.5	65	62	-1.5	-1.9	-8.1	-1.9	-8.6	-9.8	7	21		
HVITFEL. 7															
1	85	10.5	10	72	55	-4.8	-3.8	-6.6	-9	-11.4	-11.7	2.5	66		
2	88.3	9.8	8.9	78	50	-2.3	-2	-8.5	-2.9	-10.8	-11.9	2.9	45		
3	85.8	10.3	8.5	78	51	-1.8	-1.8	-8.5	-1.1	-10.3	-9.9	3.5	36		
4	87.8	9.1	9.3	87	44	-1.7	-2	-10	-3.9	-11.7	-12.9	4.4	29		
HVITFEL. 38															
1	88	9.4	8.8	65	63	-2.1	-2.8	-7.4	-1.8	-10.5	-11.6	3.2	64		
2	80.3	9.1	9.4	68	60	-2.4	-2.2	-9.8	-3.6	-12.2	-12.8	4	49		
3	87.5	10.1	8.5	72	55	-1.5	-1.3	-11.1	-9	-12.6	-13.2	5.4	32		
4	88.8	10.4	8.5	70	56	-1.2	-1.7	-10.5	-4.6	-11.7	-12.3	6.4	27		

tabell 12 k

GRUPP 4, EKT=1 SEK, ANT. KLASSER N=5, ANT. POS.=20,

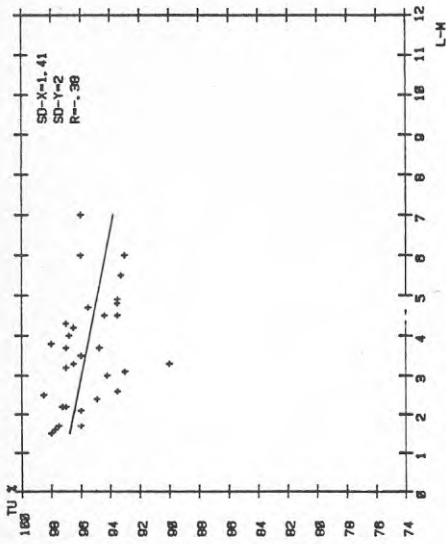
I MITTEN

SKOLA	KLASS	POS.	TU	MD	MD	ITP	D	STP-D	J-D	J-50	J+STP	J+5+STP	L	A
%	DB-A	2-4	MSEK	%	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	50-DB	M	0
HVITFEL. 44														
1	94.5	6	4.8	55	71	0	-1.3	-2.8	1.7	-2.8	-2.8	-6.6	1.9	0
2	93	7.3	5.9	56	68	0	-1.2	-5	.2	-5	-5	-8	2.8	0
3	91.5	8	6.7	66	59	0	-1.1	-7.4	-1.9	-7.4	-7.4	-10	3.7	0
4	90.5	7.1	8	63	63	-9	-1.6	-8	-2.1	-8.9	-8.9	-19.7	4.6	0
SCHILL. BI-1														
1	96.5	4.9	5.6	57	69	0	-1	-8	3	-8	-8	-5	1.2	0
2	95.3	6.5	6.3	58	68	1.3	-2	-2.3	2.2	-1	-1	-5	2.2	0
3	92	8.4	8	72	56	.9	0	-6.7	-5	-5.8	-5.8	-7.5	3.1	0
4	91	9.1	9.5	77	55	.1	-6	-7.2	-4	-7.1	-7.1	-8	3.8	0
MUNKER. 91														
1	97	3.3	3.4	59	71	0	-1.6	0	5.3	0	0	-3.3	1	0
2	94.3	7.4	6.2	78	59	-3	-1.2	-4.3	.7	-4.6	-4.6	-7.6	2.7	0
3	90.8	10.5	7.8	88	48	0	-9	-9	-2.8	-9	-9	-10.7	4.2	0
4	89.5	9.1	8.2	83	55	-1.7	-1.8	-8	-2.2	-9.7	-9.7	-11	5.7	0
SCHILL. 112-1														
1	96.5	2.4	2.6	49	76	-5	-1.5	-2	4.3	-7	-7	-4.2	1	0
2	97	5.3	5.5	51	76	-4	-1.3	-5	4.2	-9	-9	-4.1	2.2	0
3	93	7.1	6.1	81	55	-6	-1.5	-4.9	3.2	-5.5	-5.5	-5.3	3.4	0
4	88	7.6	6.3	82	50	-1.7	-2.2	-6.5	1.4	-8.2	-8.2	-6.2	4.6	0
SCHILL. 112-3														
1	96.5	2.6	3.3	53	74	0	-1.5	0	4.8	0	0	-3.7	1	0
2	97	5.2	6.2	60	68	-5	-1.6	-1	3.5	-1.5	-1.5	-5.1	2.2	0
3	90.5	7.9	7.4	88	50	-1	-1.1	-4.7	.1	-4.8	-4.8	-8	3.4	0
4	84.5	9.9	10.3	88	48	-4	-1.3	-7.7	-1.1	-8.1	-8.1	-9.4	4.6	0

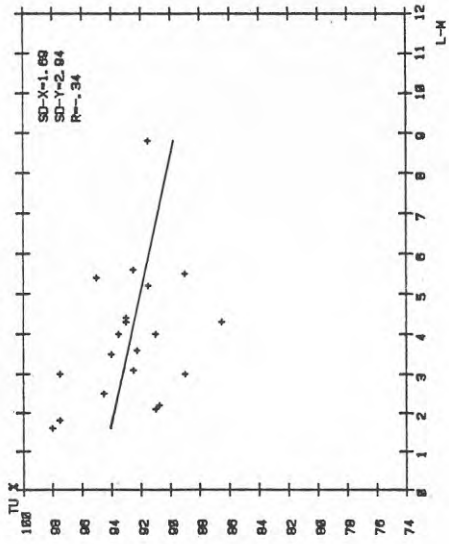
tabell 12 I

GRUPP 4, EKT=1 SEK, ANT. KLASSER N=5 , ANT. POS.=17,		VID SIDAN																		
SKOLA	KLASS	POS.	TU	%	DB-A	2-4	MSEK	%	D	TTP	MD	STP-D	STP-50	J-D	J-50	J+STP	J/5+STP	L	A	
												DB	DB	DB	DB	D-DB	50-DB	M	O	
HVIITFEL. 44																				
1			90.5	10.2	9	70	57	-2.9	-3.5	-8.5	-1.3	-11.4	-11.8	3.3	57					
2			89.5	11.7	8.9	71	56	-3	-2.7	-8.2	-2.3	-11.2	-12	4.2	46					
3			89.8	9.6	8	65	61	-1.9	-2.5	-8.8	-2.3	-10.7	-11.8	4.6	34					
4			89.3	9.9	7.9	74	53	-1.8	-2.4	-10.5	-3.3	-12.3	-12.7	5.4	27					
SCHILL. BI-1																				
1			89	11.5	11.6	84	46	-1.7	-1.2	-8.4	-1.8	-10.1	-10	2.7	70					
2			90	10.6	9.9	78	52	-1.2	-8	-7.5	-1.5	-8.7	-9.3	3.3	50					
3			88.5	9.8	9	83	49	-3	-7	-9.5	-2.5	-9.8	-10.2	4.5	34					
4			89.5	10.1	10.8	83	49	.1	-6	-8.4	-1.6	-8.3	-9.2	5.2	28					
MUNKEB. 91																				
1			84	10.7	9.1	85	51	-2.8	-3	-8	-6	-10.7	-10.7	4	50					
2			86.3	10.3	8.7	82	53	-2.2	-2.6	-6.8	-7	-9	-10.4	5	35					
3			86	10.8	9.8	85	52	-2.8	-2.7	-11	-2.9	-13.8	-12.7	8	22					
SCHILL. 112-1																				
1			78.5	12.5	11.5	92	43	-3.4	-3.2	-8.8	-1.6	-12.2	-11.8	3.5	74					
2			78	11.8	11.7	94	43	-3.4	-3.2	-8.8	-2.3	-12.2	-12.5	4	57					
3			80.5	10.5	11.3	86	49	-2.1	-2.4	-10	-2.8	-12.1	-12.2	5.4	35					
SCHILL. 112-3																				
1			82	11.6	12.9	89	45	-4.2	-3.3	-6.8	-1.9	-11	-12.2	3.3	73					
2			83.5	11.1	12.1	91	47	-3.3	-3.5	-7.4	-1.6	-10.7	-12.1	3.8	56					
3			80.5	12.1	9.9	92	45	-1.8	-2.6	-8.8	-1.9	-10.6	-11.5	5.6	34					

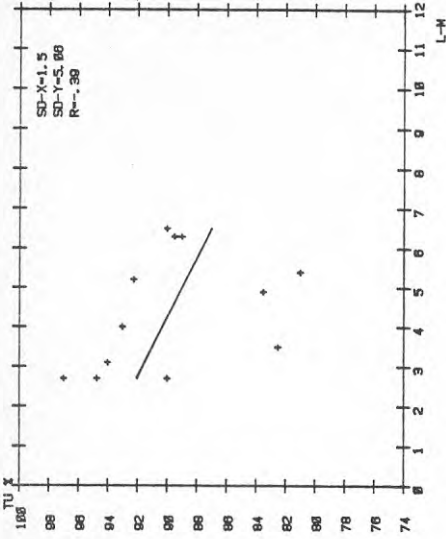
GRUPP 1. EKT-, 5 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS. -32



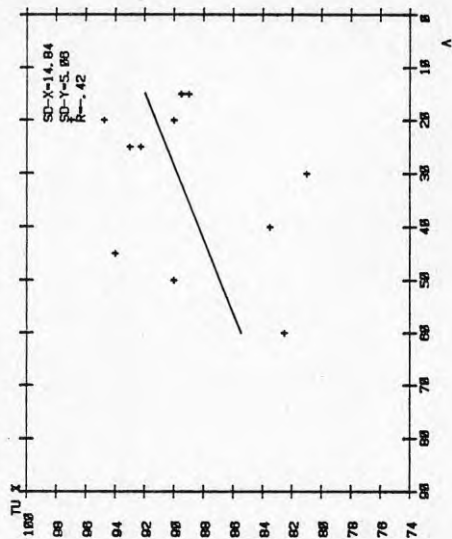
GRUPP 2. EKT-, 69 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS. -28



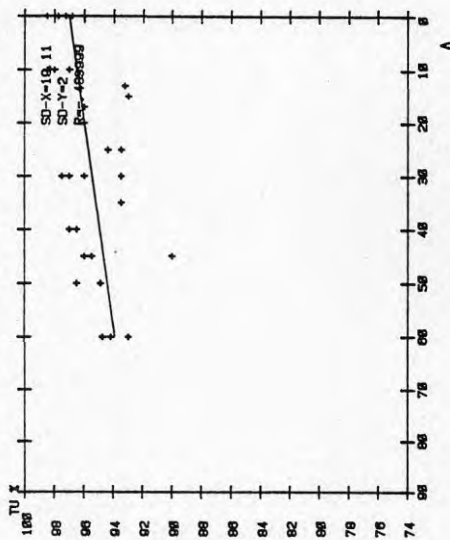
GRUPP 3. EKT-, 83 SEK ANTAL LOKALER-3, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS. -12



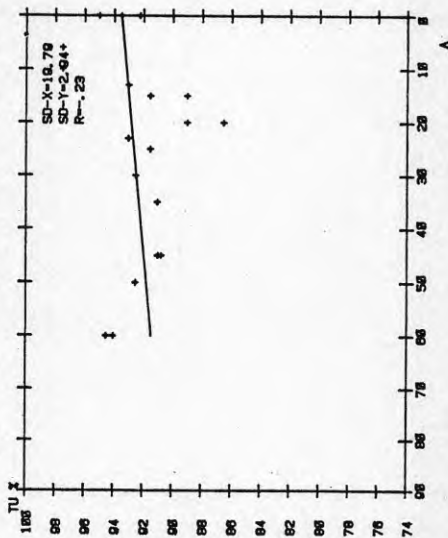
GRUPP 3. EKT.-, 69 SEK ANTAL LOKALER-3, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS. -12



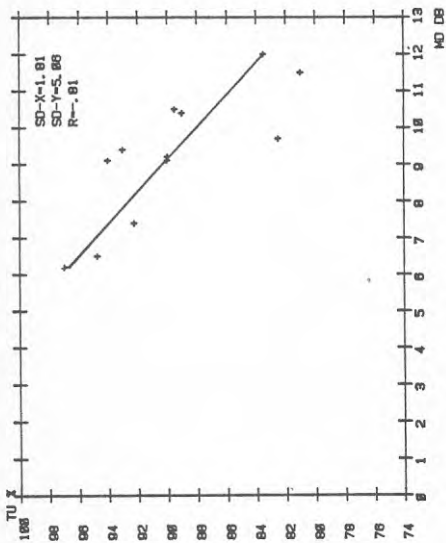
GRUPP 1. EKT.-, 5 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS. -32



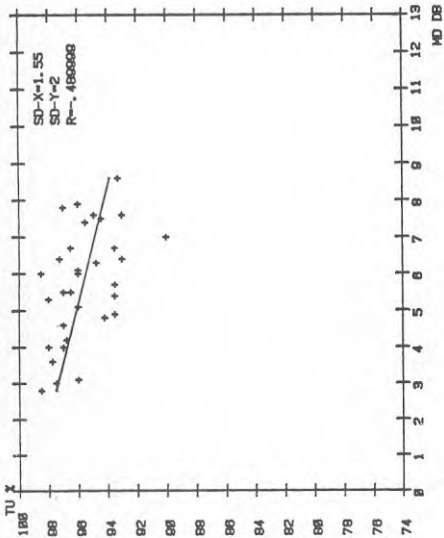
GRUPP 2. EKT.-, 69 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS. -28



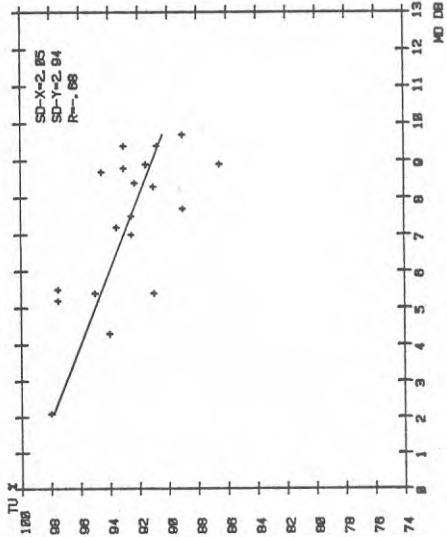
GRUPP 3, EKT=, 63 SEK ANTAL LOKALER=3, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.=12



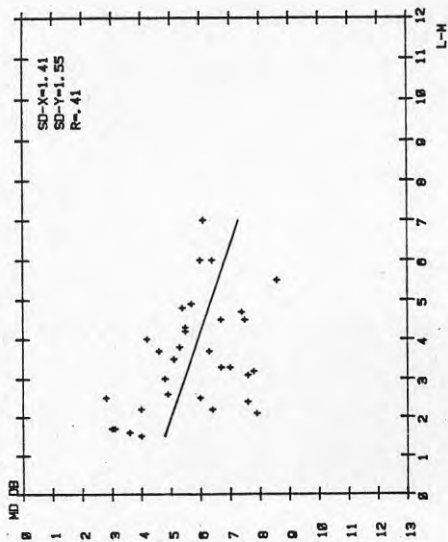
GRUPP 1, EKT=, 5 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.=32



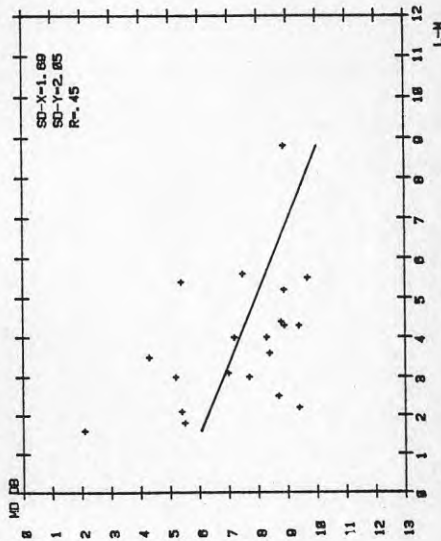
GRUPP 2, EKT=, 63 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.=28



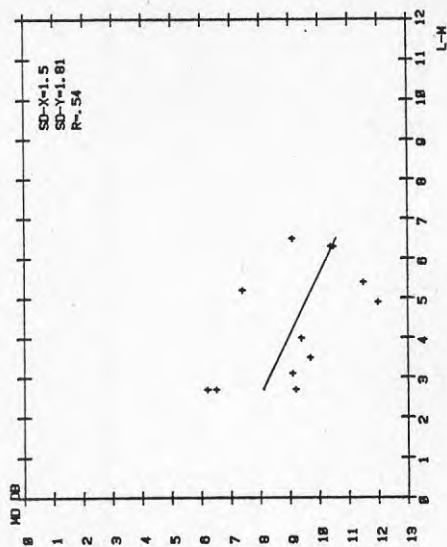
GRUPP 1. EKT-5 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-32



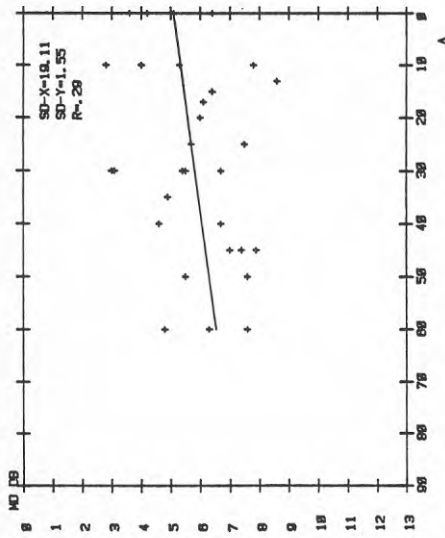
GRUPP 2. EKT-83 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-28



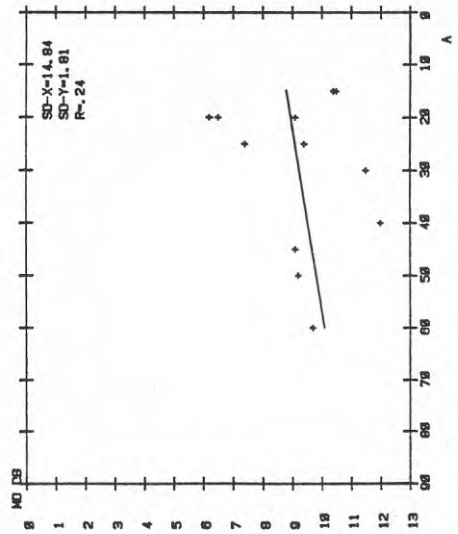
GRUPP 3. EKT-83 SEK ANTAL LOKALER-3, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-12



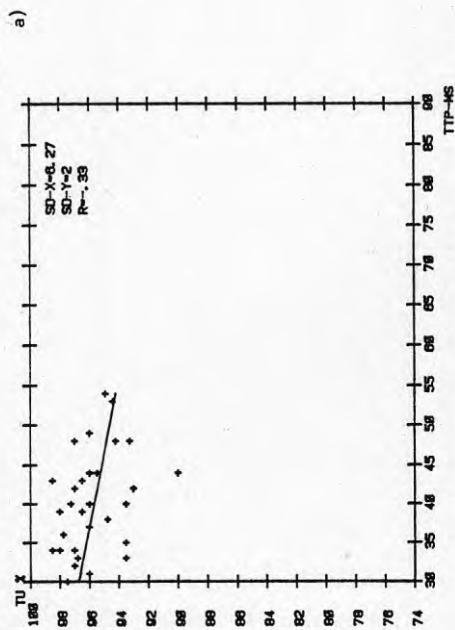
GRUPP 1. EXT.-5 SEK ANTAL LOKALER-6. MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-32



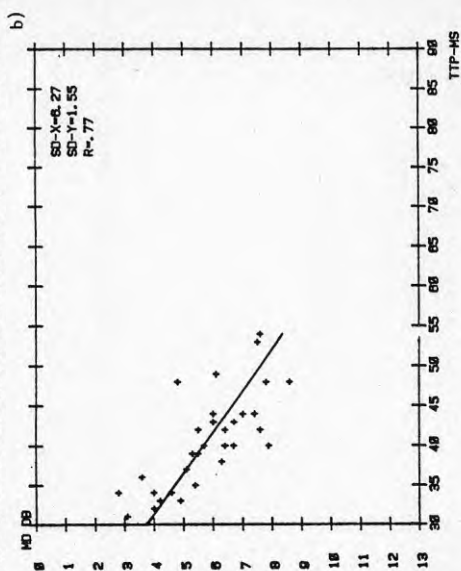
GRUPP 3. EXT.-83 SEK ANTAL LOKALER-3. MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-12



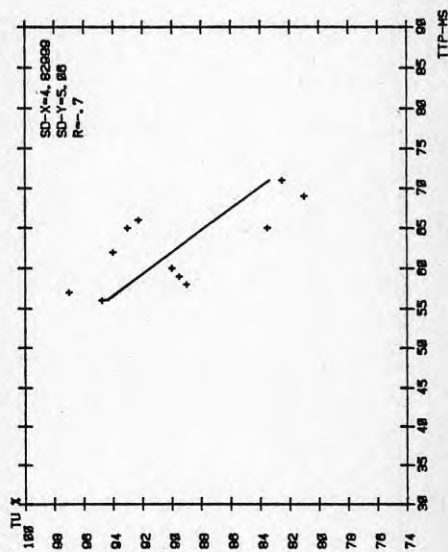
GRUPP 1, EKT-5 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-32



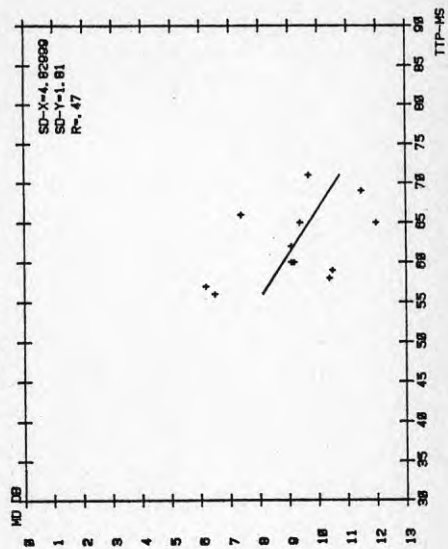
GRUPP 1, EKT-5 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-32



GRUPP 3, EKT-88 SEK ANTAL LOKALER-3, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-12

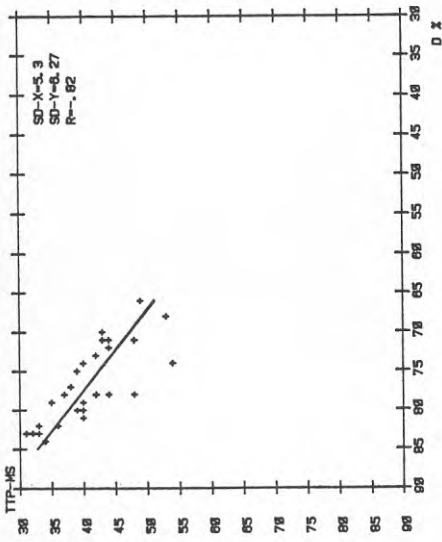


GRUPP 3, EKT-88 SEK ANTAL LOKALER-3, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-12

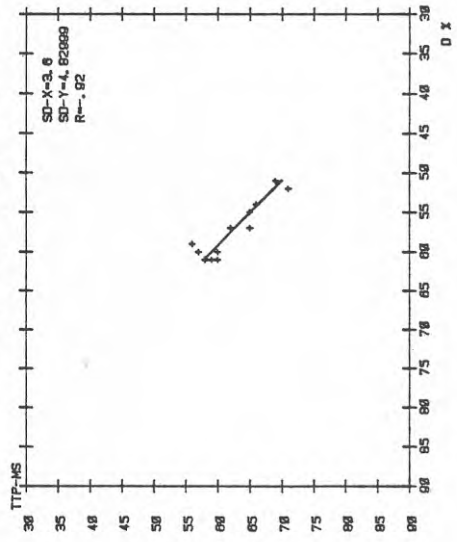


kurvblad 40

GRUPP 1. EKT-5 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-32

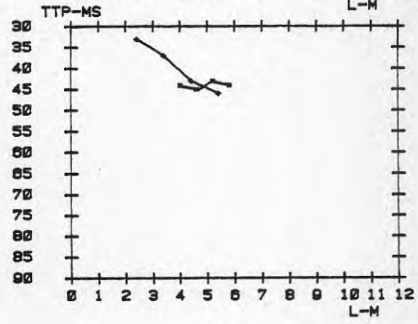
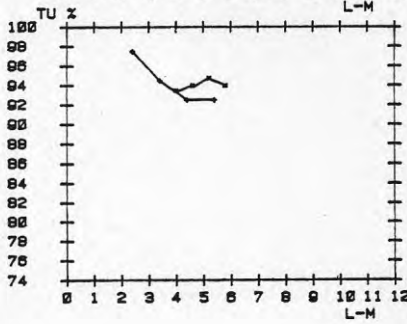
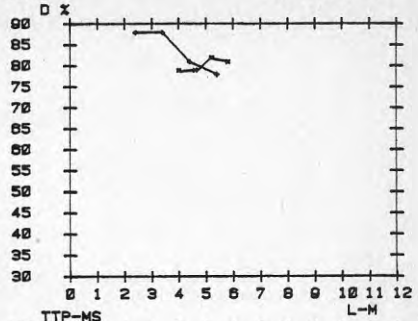
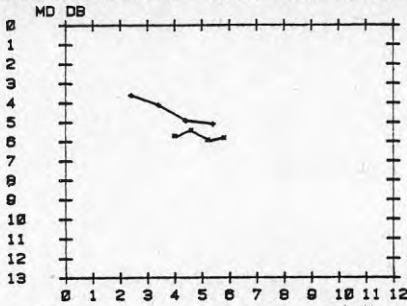


GRUPP 3. EKT-63 SEK ANTAL LOKALER-9, MATNING PA VANSTER SIDA, ANTAL POS.-12

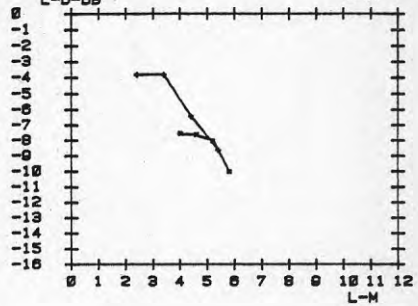
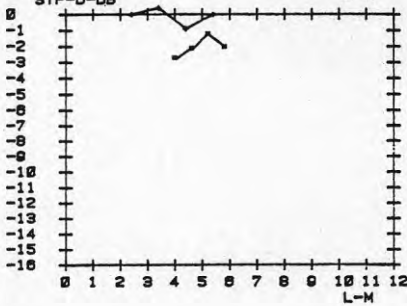
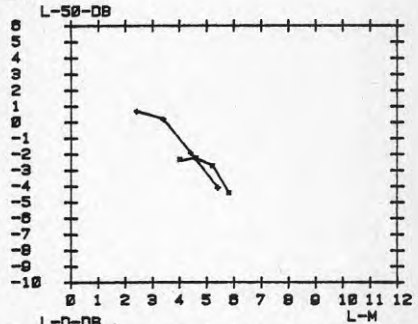
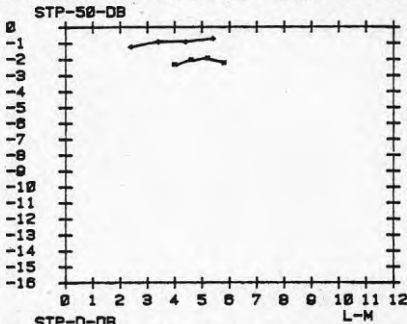


ASCHEBERGSGYMN., KLASS 10, EKT-GRUPP 1, T (00) = .42 SEK.

kurvblad 41

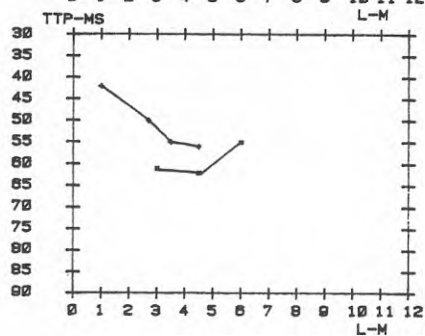
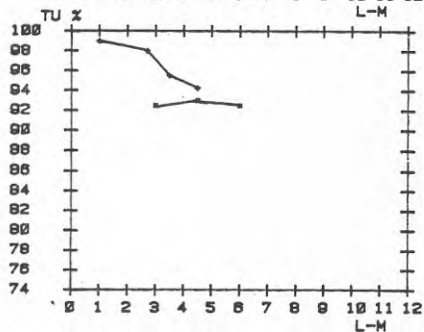
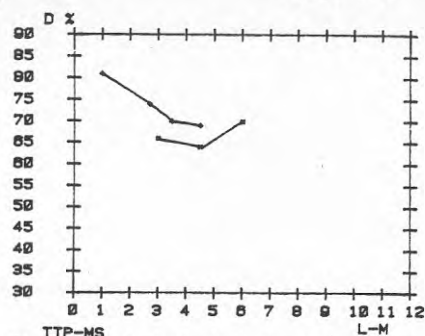
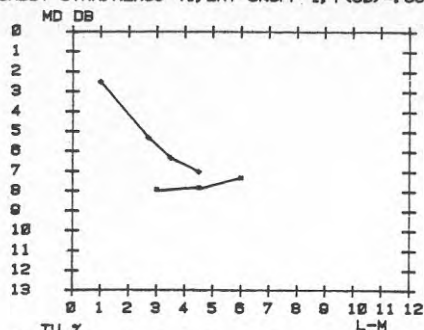


ASCHEBERGSGYMN., KLASS 10, EKT-GRUPP 1, T (00) = .42 SEK.

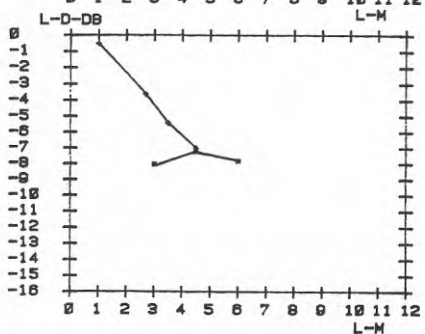
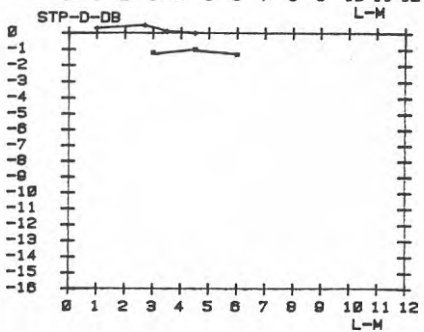
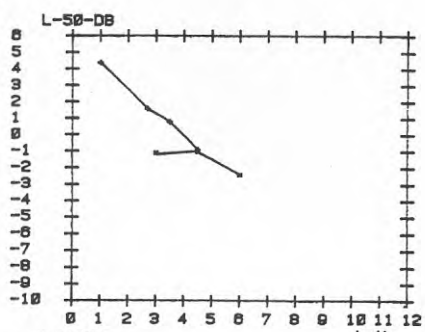
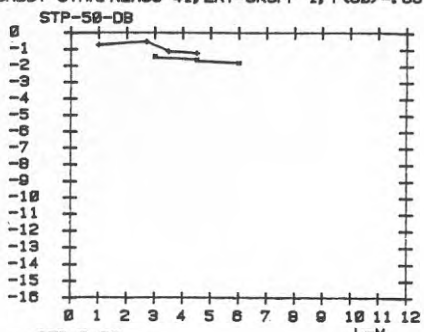


LUNDBY GYMNASIUM, KLASS 41, EKT-GRUPP 1, T (60) = .66 SEK.

kurvblad 42

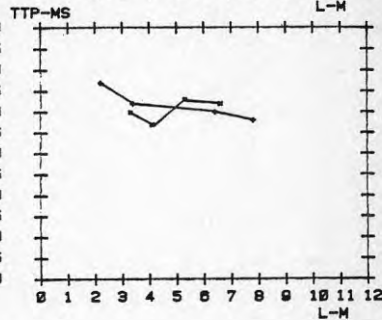
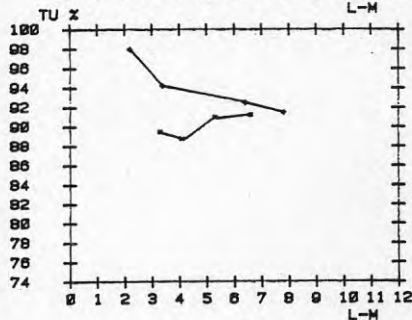
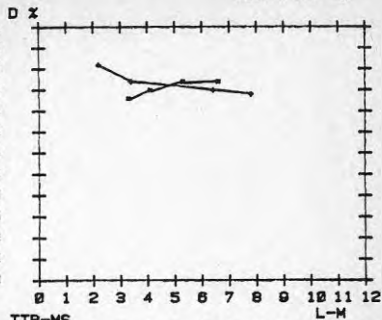
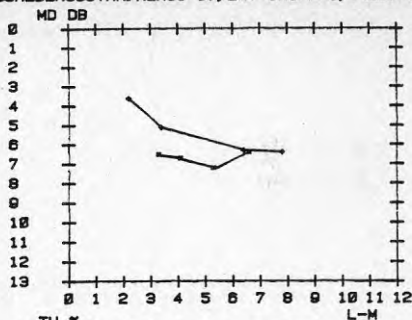


LUNDBY GYMNASIUM, KLASS 41, EKT-GRUPP 1, T (60) = .66 SEK.

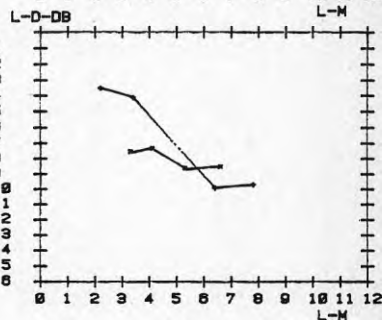
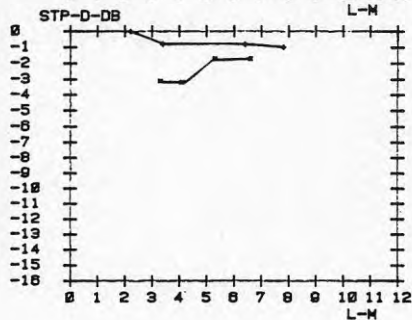
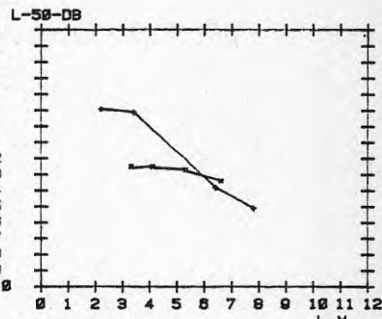
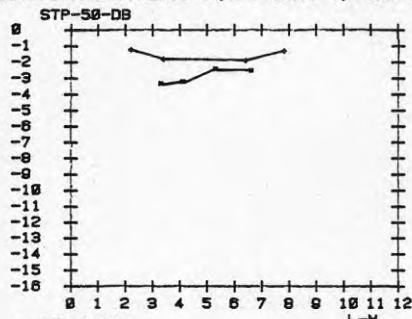


ASCHEBERGSGYMN. KLASS 57, EKT-GRUPP 1, T (60) = 58 SEK.

kurvblad 43

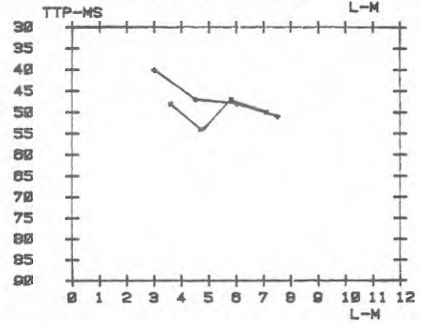
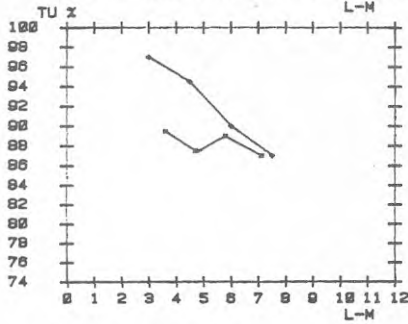
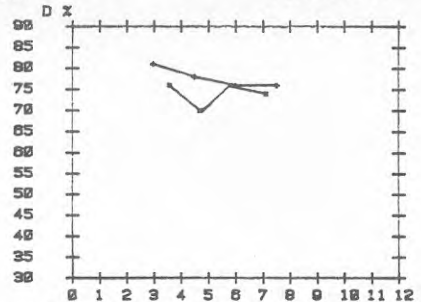
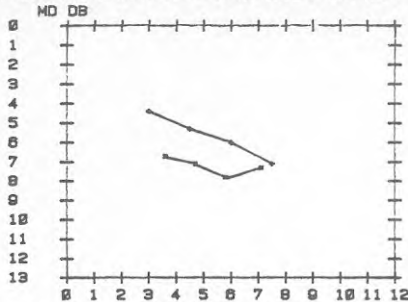


ASCHEBERGSGYMN. KLASS 57, EKT-GRUPP 1, T (60) = 58 SEK.

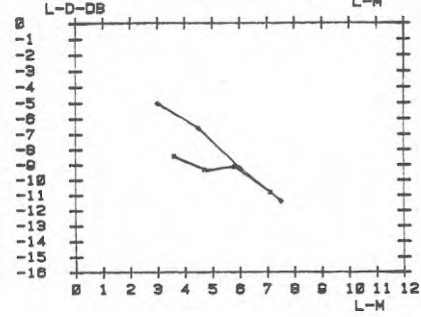
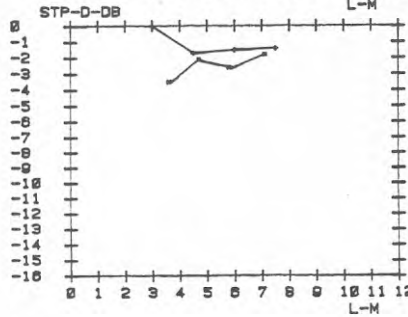
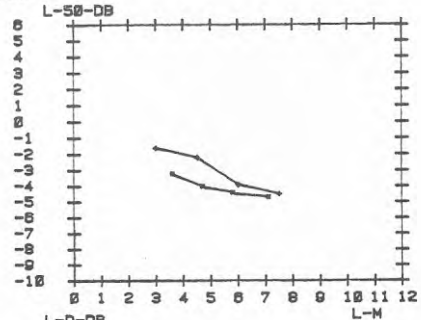
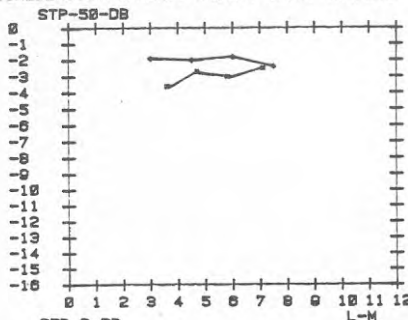


ASCHEBERGSGYMN. KLASS 59, EKT-GRUPP 1, T (60) = . 63 SEK.

kurvblad 44

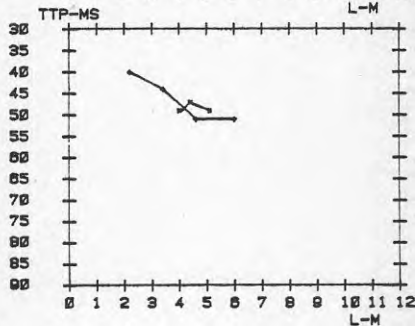
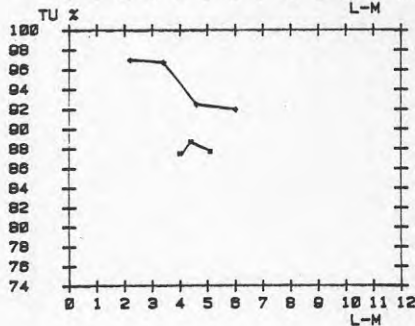
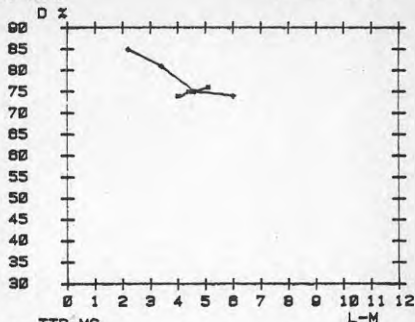
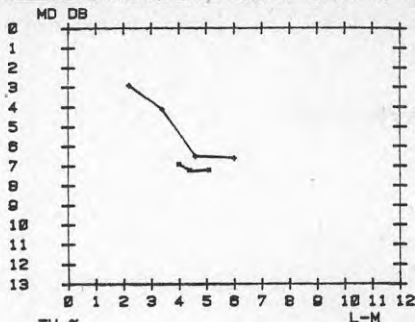


ASCHEBERGSGYMN. KLASS 59, EKT-GRUPP 1, T (60) = . 63 SEK.

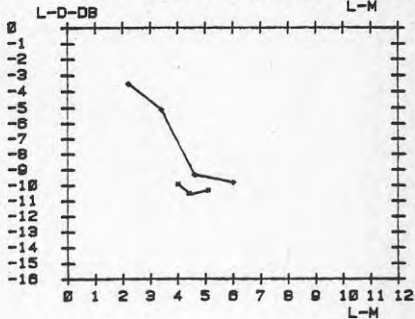
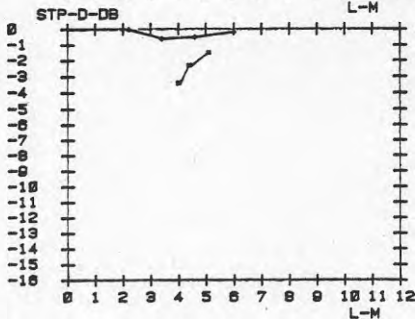
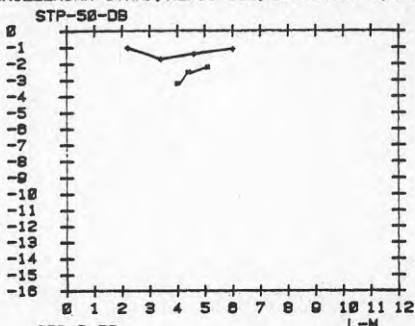


SCHILLERSKA GYMN., KLASS 118, EKT-GRUPP 1, T (60) = . 65 SEK.

kurvblad 45

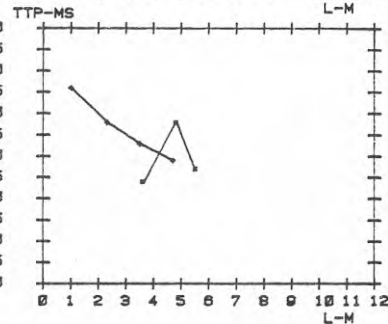
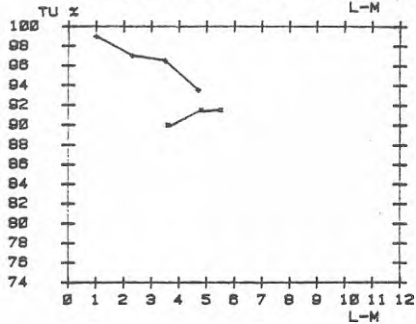
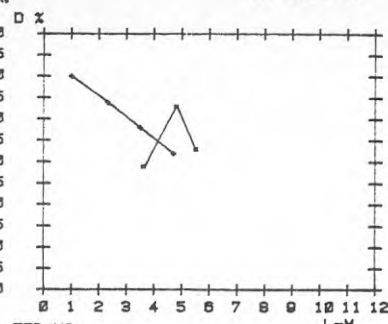
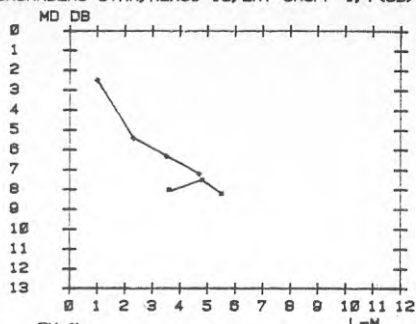


SCHILLERSKA GYMN., KLASS 118, EKT-GRUPP 1, T (60) = . 65 SEK.

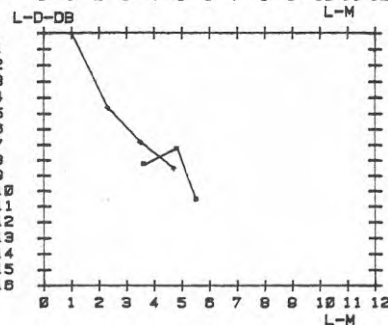
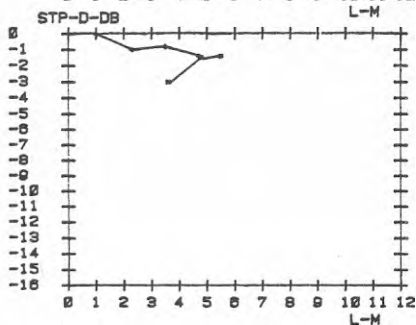
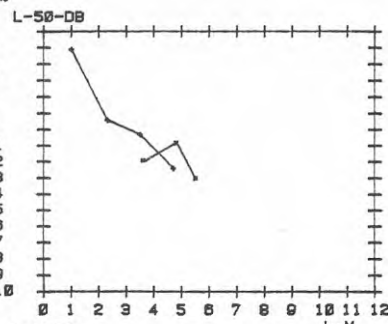
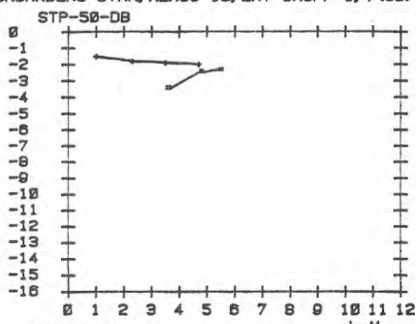


BURGARDENS GYMN, KLASS 15, EKT-GRUPP 1, T (60) = . 66 SEK.

kurvblad 46

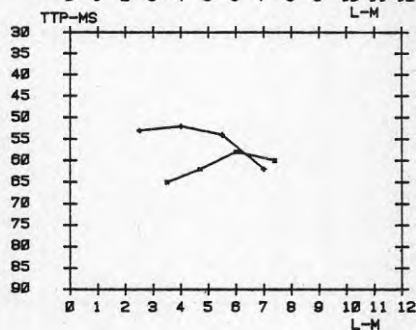
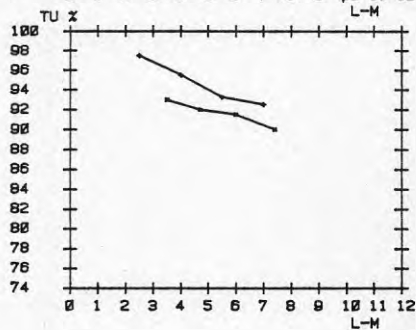
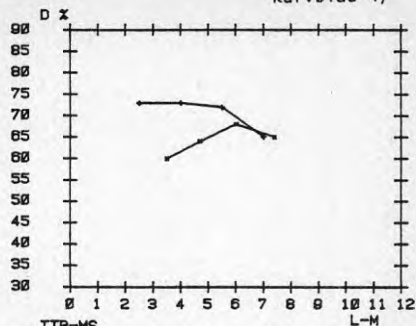
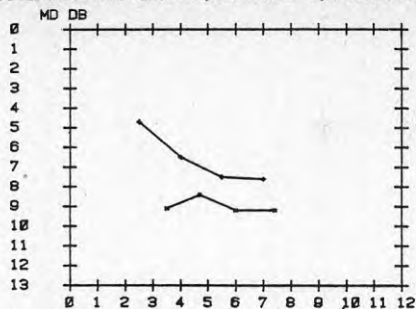


BURGARDENS GYMN, KLASS 15, EKT-GRUPP 1, T (60) = . 66 SEK.

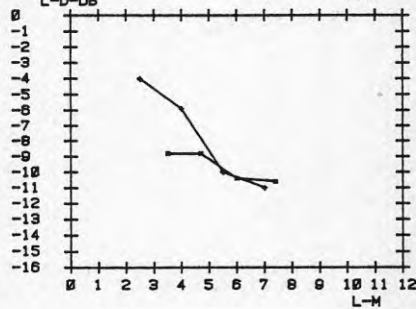
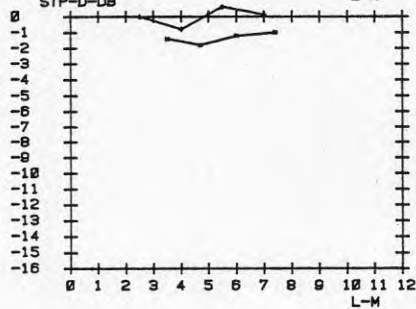
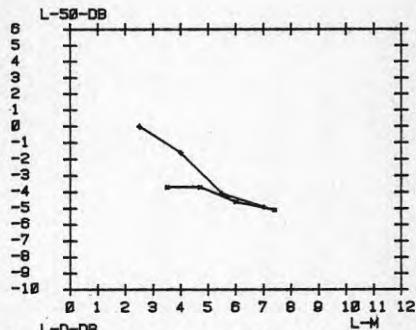
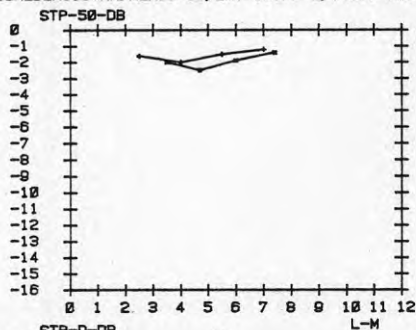


ASCHEBERGSGYMN. KLASS 56, EKT-GRUPP 2, T (80) = 71 SEK.

kurvblad 47

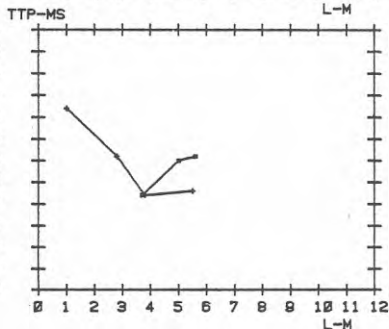
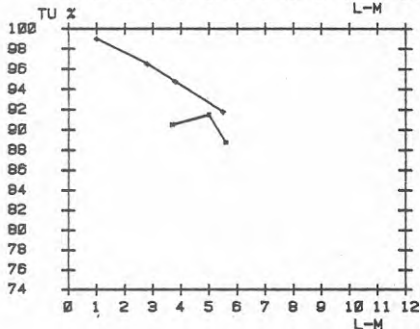
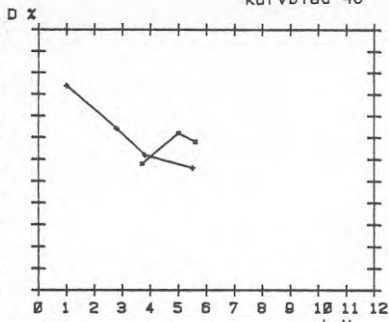
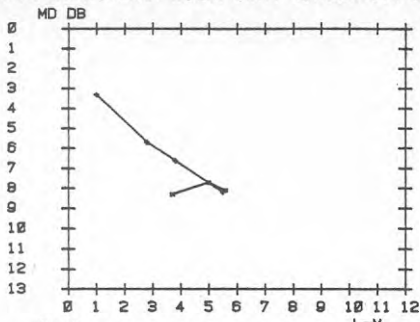


ASCHEBERGSGYMN. KLASS 56, EKT-GRUPP 2, T (80) = 71 SEK.

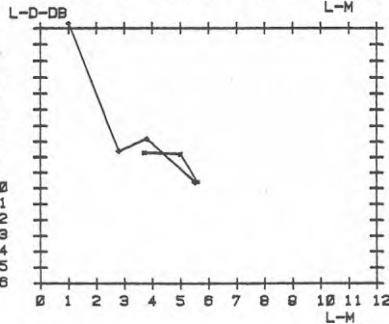
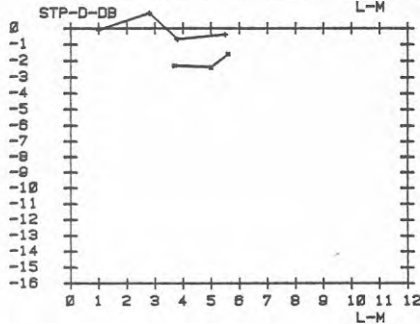
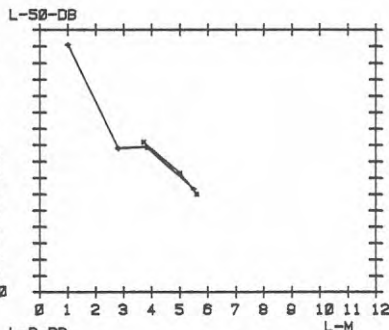
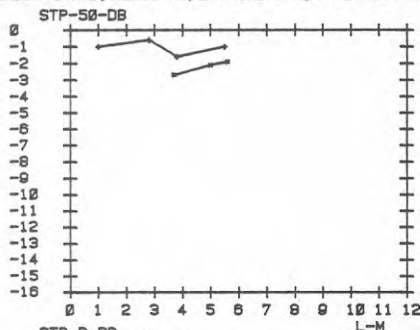


LUNDBY GYMN., KLASS 4B, EKT-GRUPP 2, T (60) = .74 SEK.

kurvblad 48

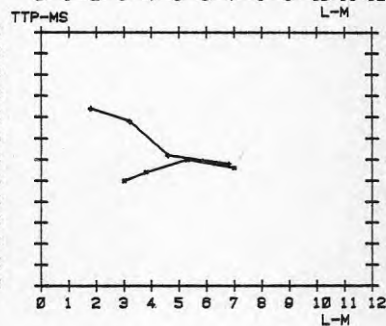
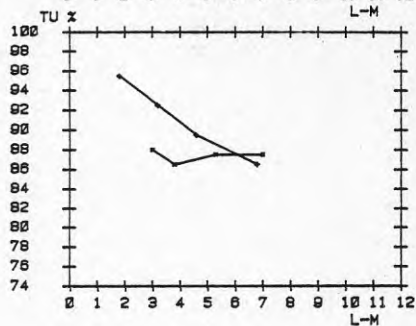
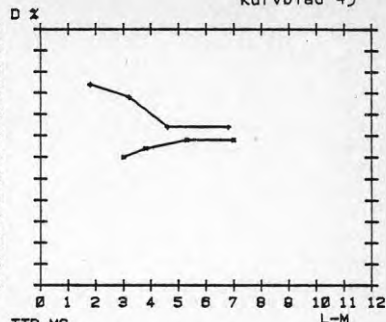
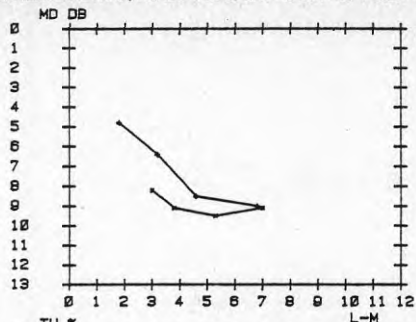


LUNDBY GYMN., KLASS 4B, EKT-GRUPP 2, T (60) = .74 SEK.

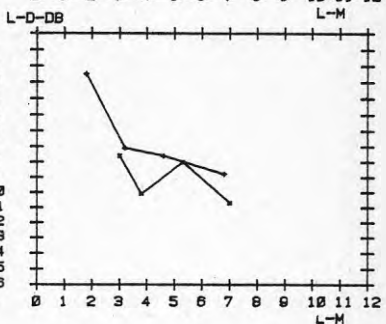
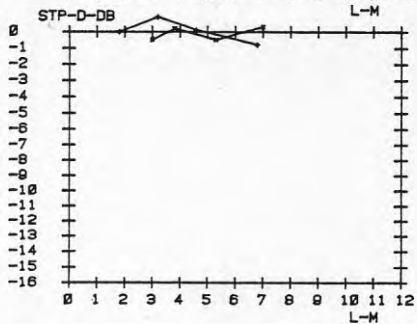
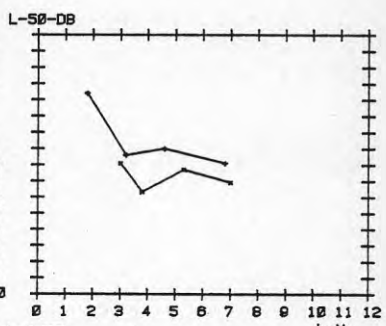
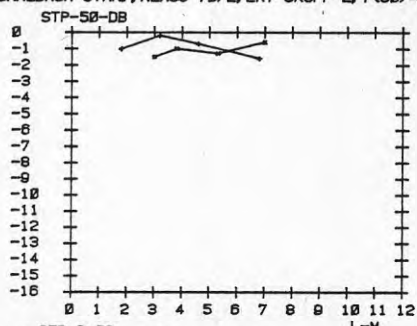


MUNKEBACK GYMNASIUM, KLASS 7B/2, EKT-GRUPP 2, T (80) = 71 SEK.

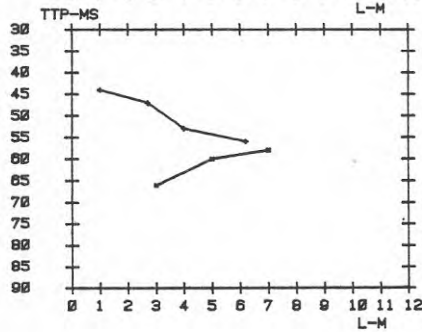
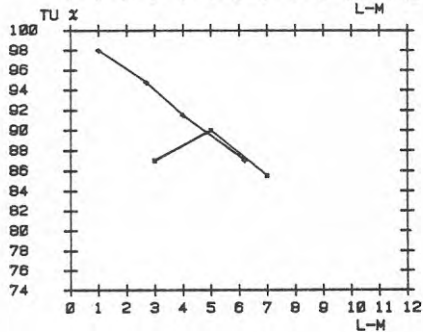
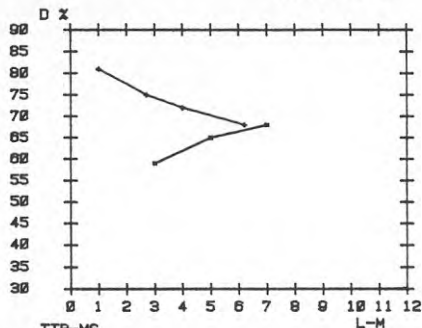
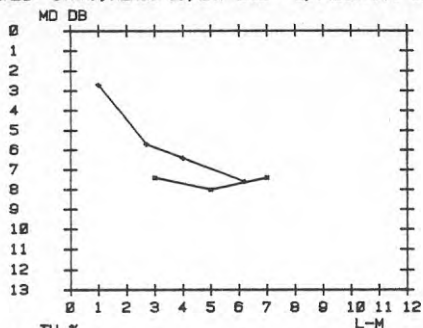
kurvblad 49



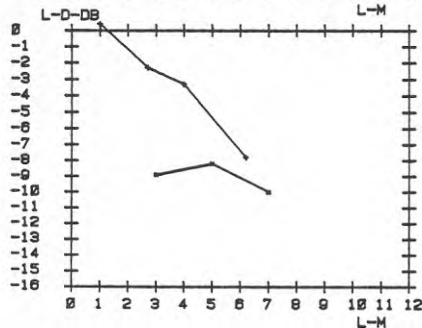
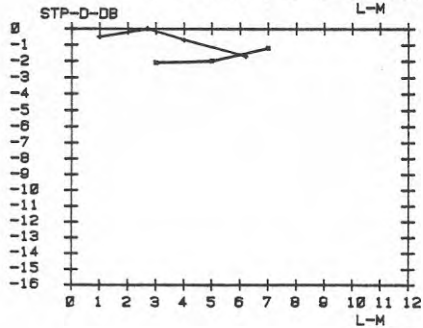
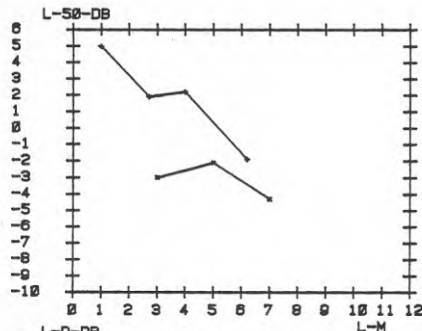
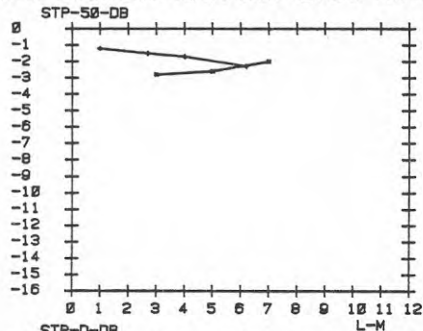
MUNKEBACK GYMNASIUM, KLASS 7B/2, EKT-GRUPP 2, T (80) = 71 SEK.



LUNDBY GYMNL., KLASS 10, EKT-GRUPP 2, T(00) = .71 SEK.

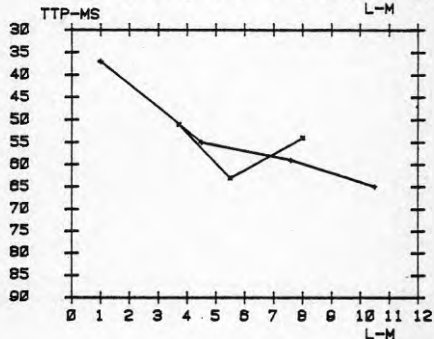
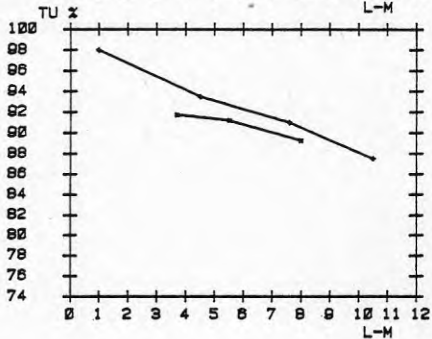
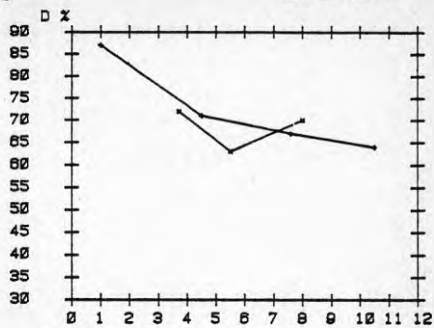
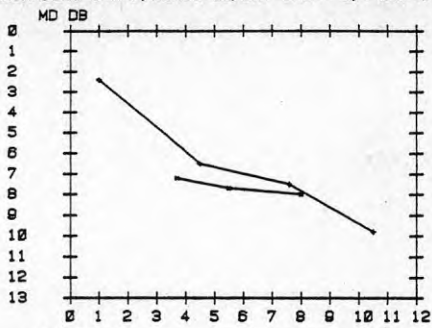


LUNDBY GYMNL., KLASS 10, EKT-GRUPP 2, T(00) = .71 SEK.

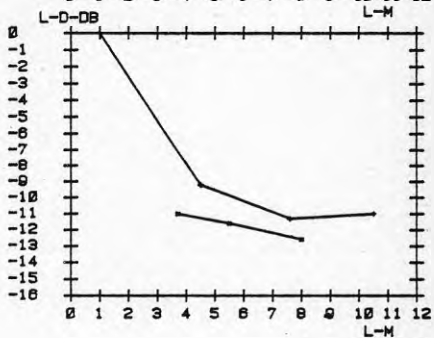
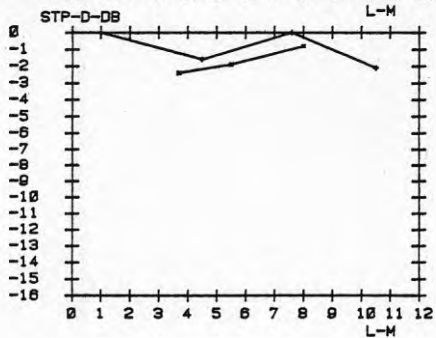
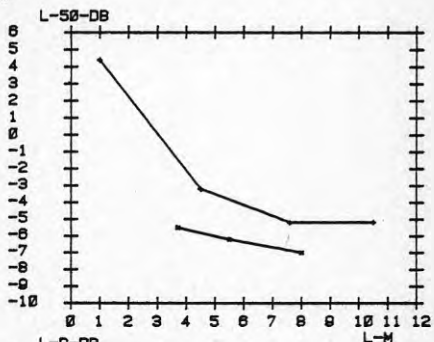
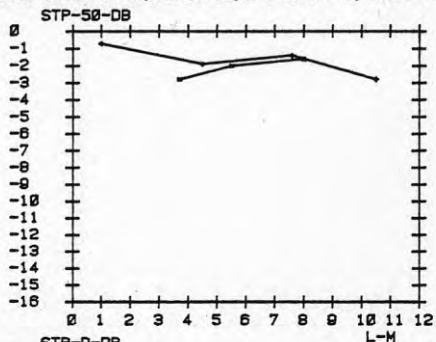


BURGARDENS GYMN., KLASS 22, EKT-GRUPP 2, T(60) = .75 SEK.

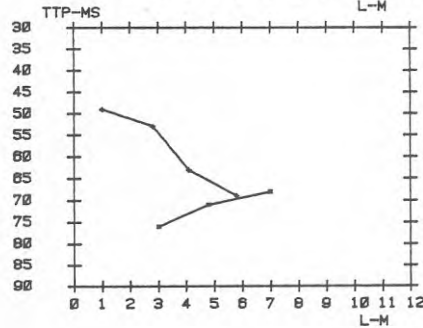
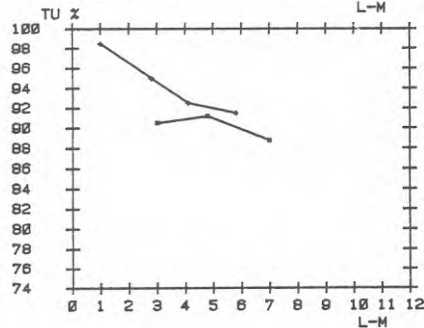
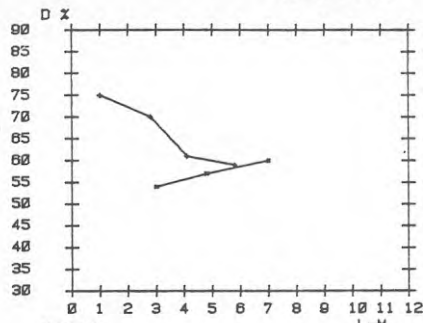
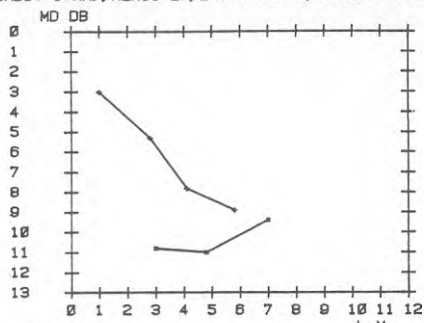
kurvblad 51



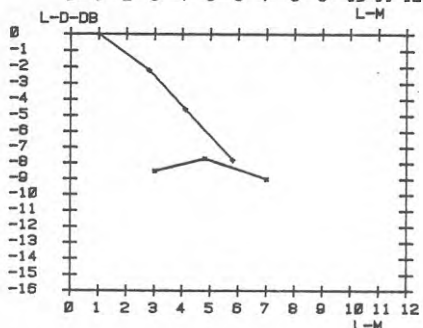
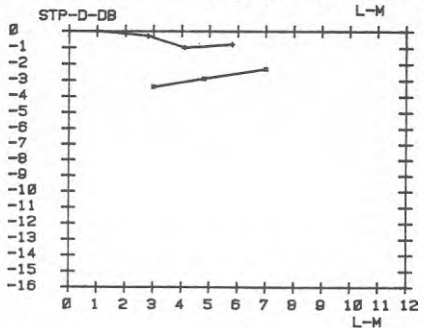
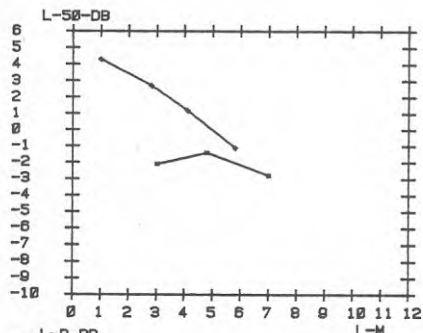
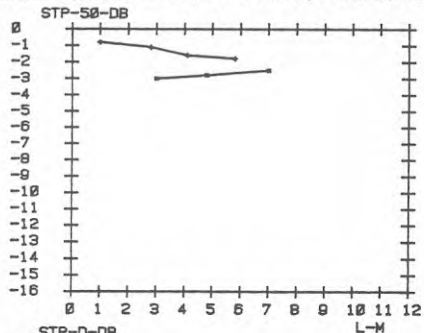
BURGARDENS GYMN., KLASS 22, EKT-GRUPP 2, T(60) = .75 SEK.



LUNDBY GYMN., KLASS 27, EKT-GRUPP 2, T (60) = 78 SEK.

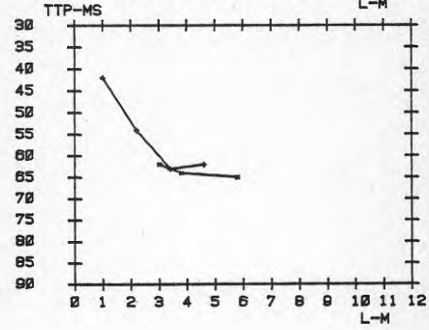
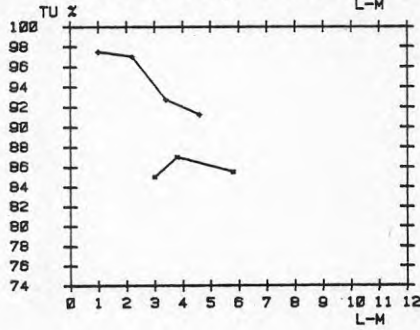
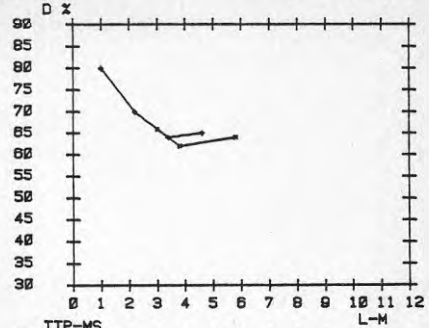
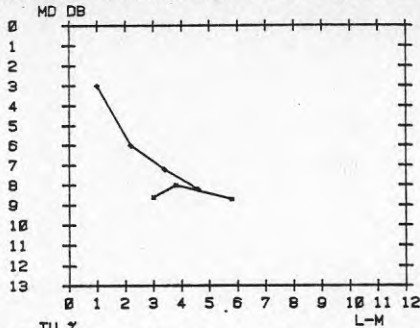


LUNDBY GYMN., KLASS 27, EKT-GRUPP 2, T (60) = 78 SEK.

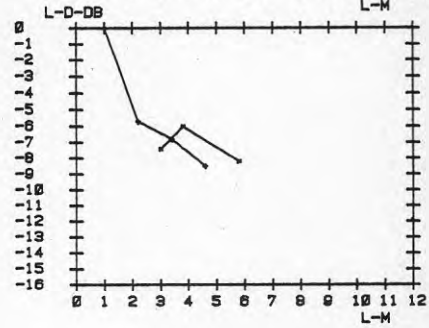
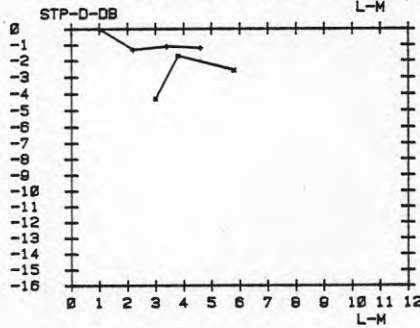
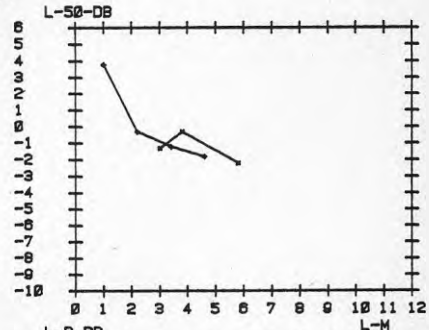
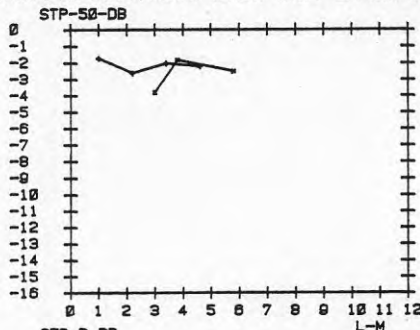


BURGARDENS GYMNL., KLASS 49, EKT-GRUPP 2, T(60) = 79 SEK.

kurvblad 53

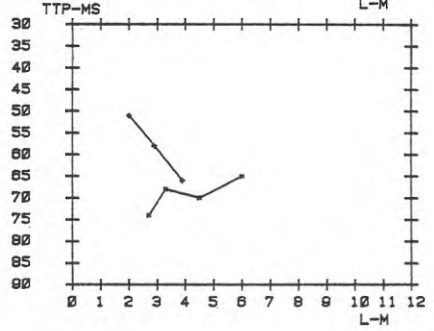
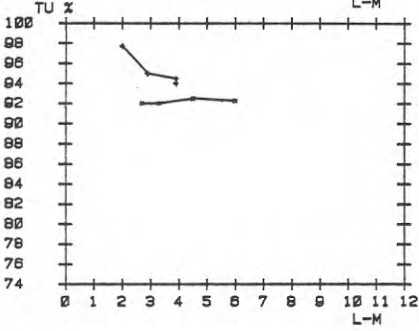
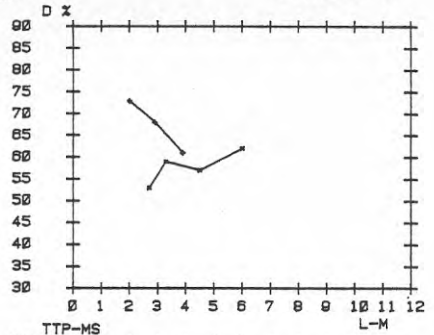
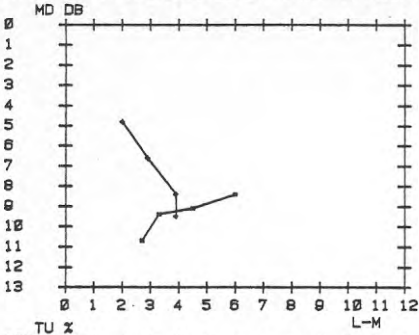


BURGARDENS GYMNL., KLASS 49, EKT-GRUPP 2, T(60) = 79 SEK.

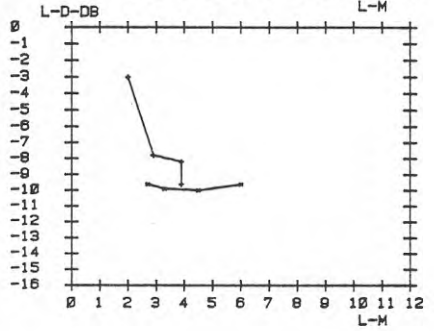
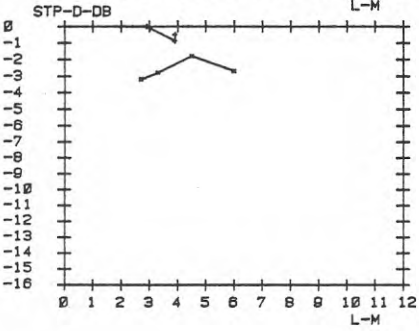
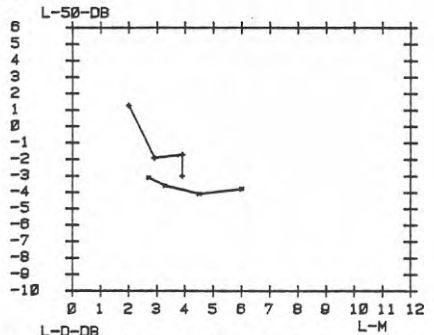
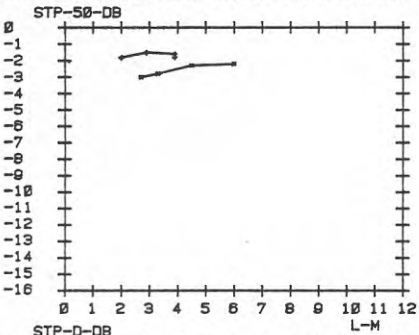


HVITFELTSKA GYMNASIUM, KLASS 21, EKT-GRUPP 2, T(60) = 81 SEK.

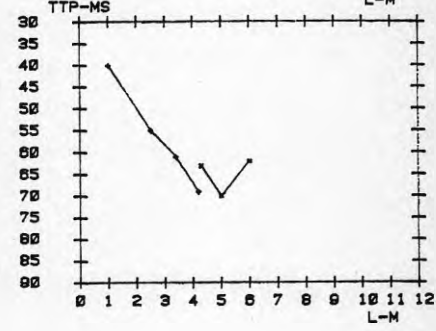
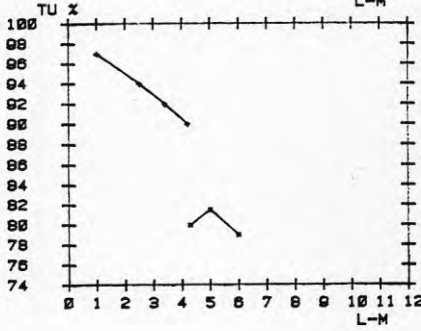
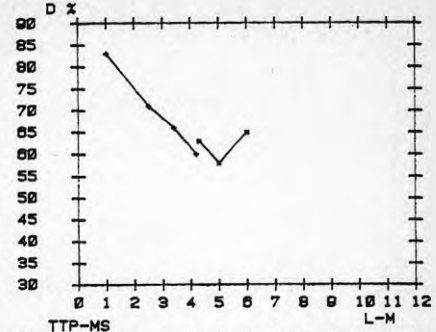
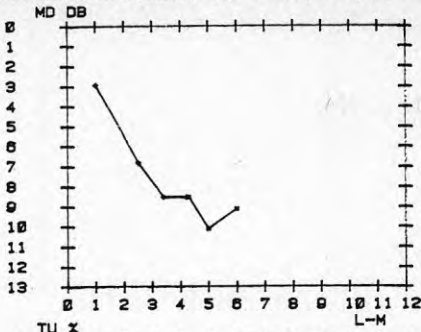
kurvblad 54



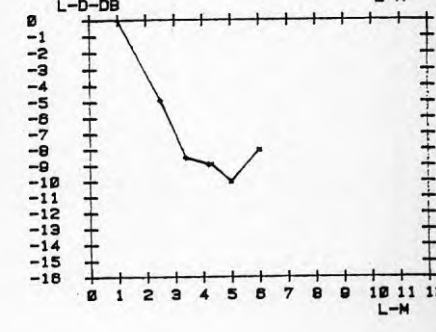
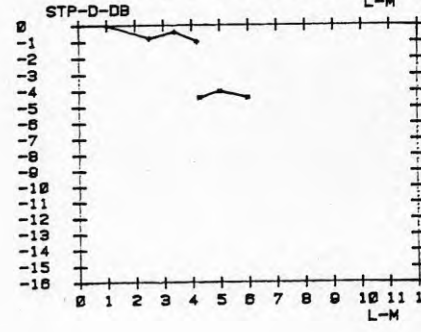
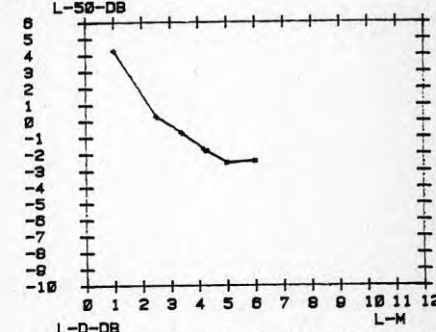
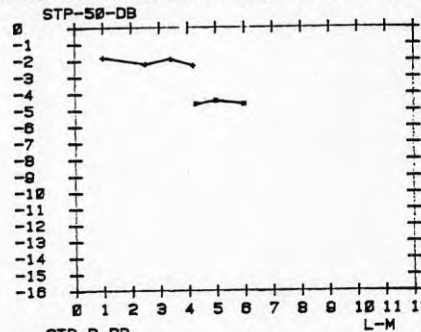
HVITFELTSKA GYMNASIUM, KLASS 21, EKT-GRUPP 2, T(60) = 81 SEK.



MUNKEBACK GYMN., KLASS 56, EKT-GRUPP 3, T (60) = . 82 SEK.

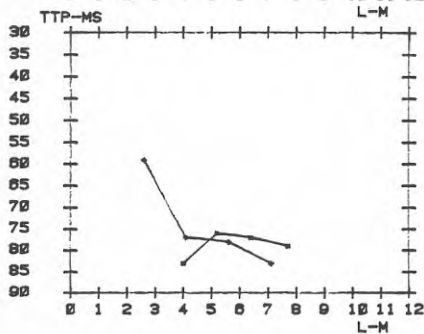
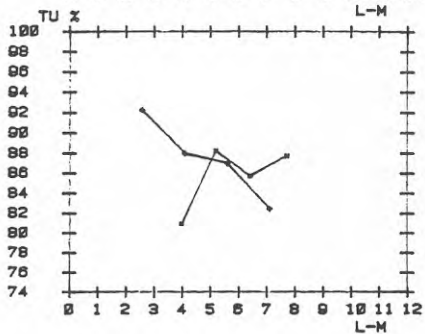
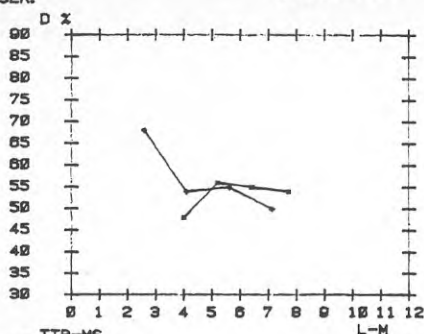
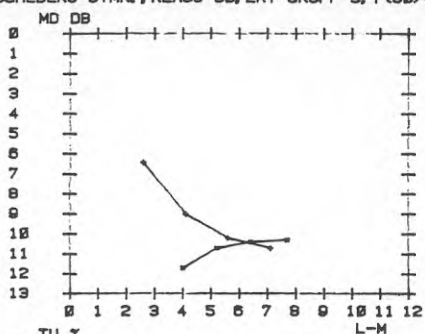


MUNKEBACK GYMN., KLASS 56, EKT-GRUPP 3, T (60) = . 82 SEK.

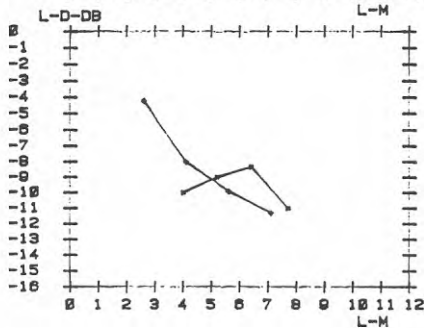
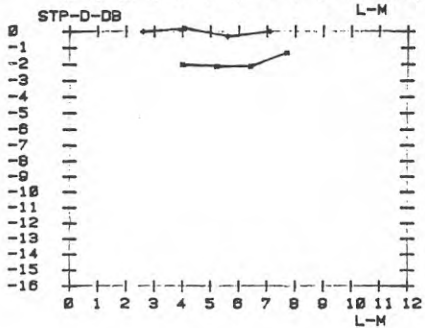
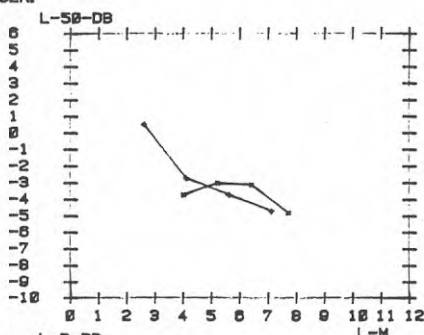
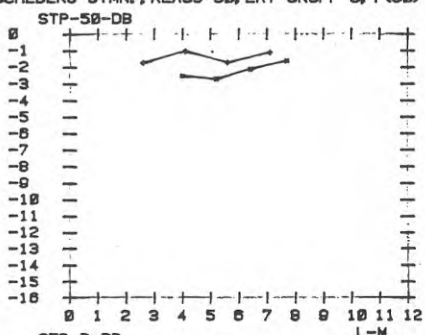


ASCHEBERG GYMN., KLASS 50, EKT-GRUPP 3, T (60) = 80 SEK.

kurvblad 56

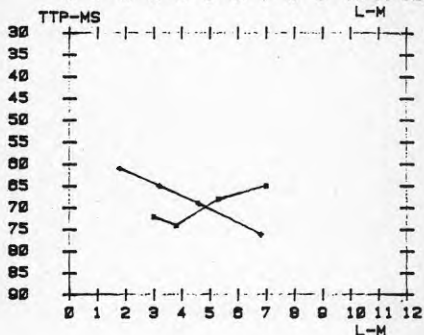
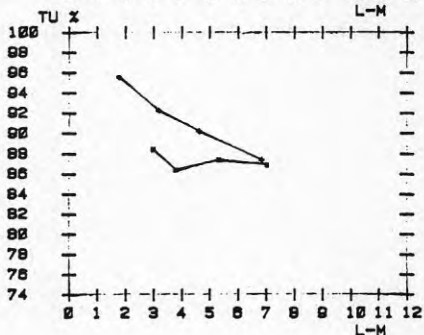
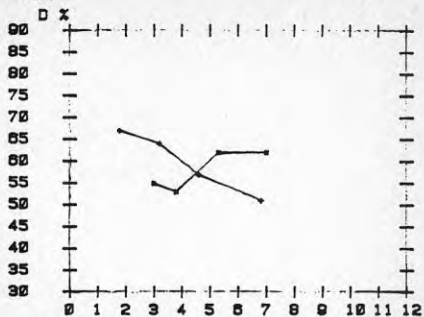
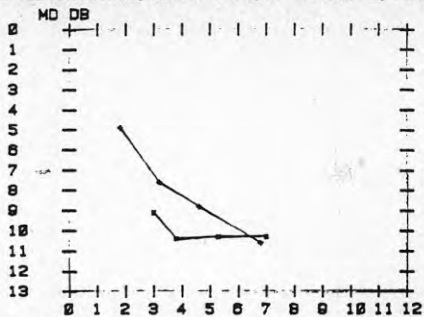


ASCHEBERG GYMN., KLASS 50, EKT-GRUPP 3, T (60) = 80 SEK.

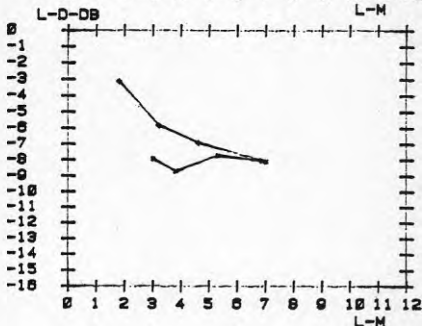
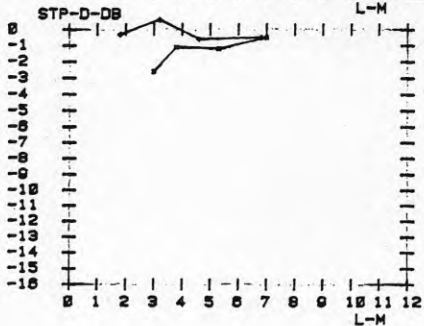
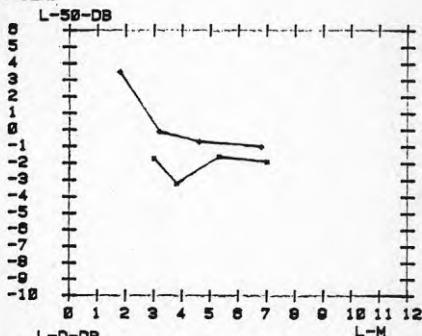
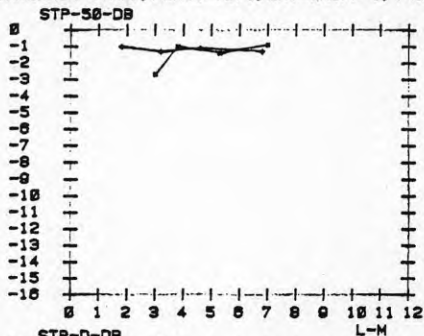


MUNKEBACK GYMN., KLASS 7B/1, EKT-GRUPP 3, T(60) = .84 SEK.

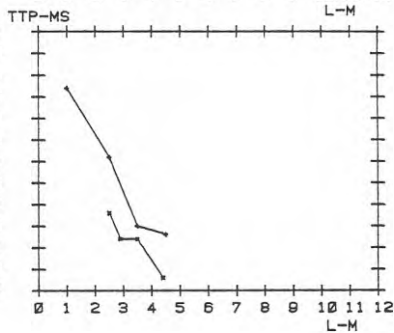
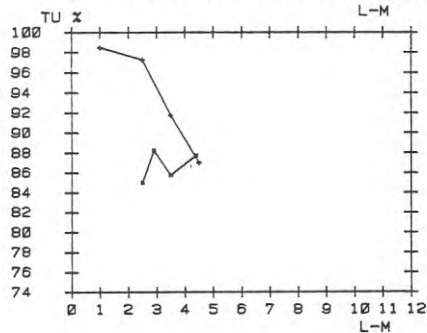
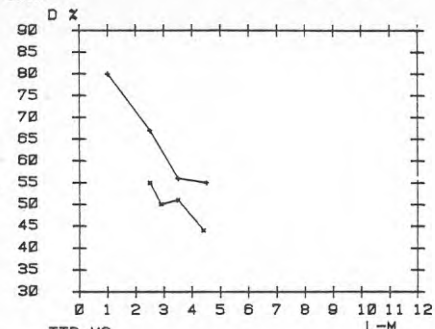
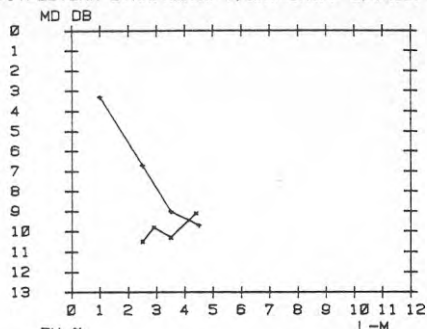
kurvblad 57



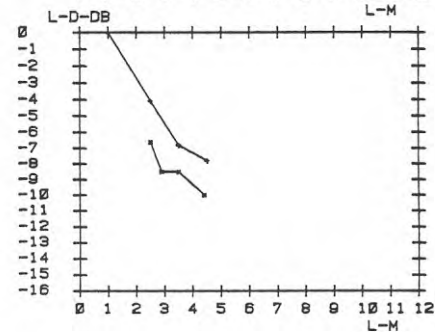
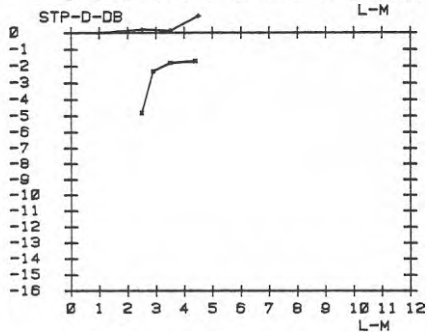
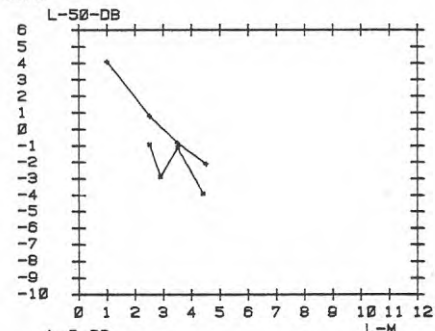
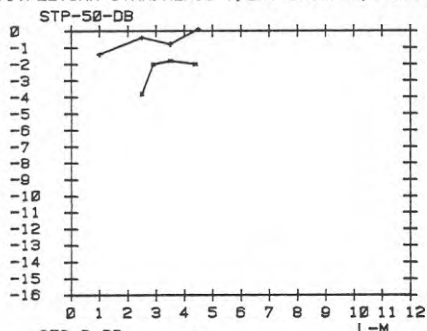
MUNKEBACK GYMN., KLASS 7B/1, EKT-GRUPP 3, T(60) = .84 SEK.



HVITFELTSKA GYMNASIUM, KLASS 7, EKT-GRUPP 3, T (60) = . 86 SEK.

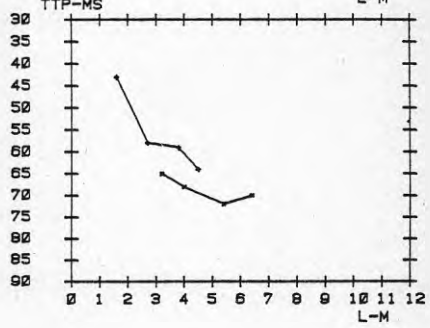
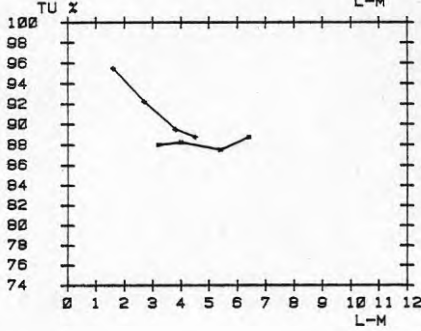
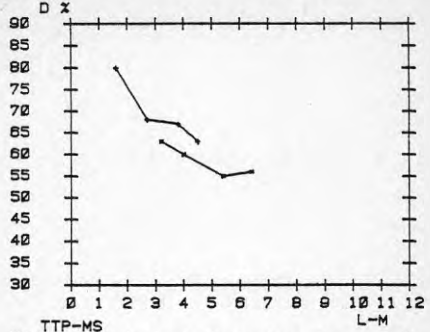
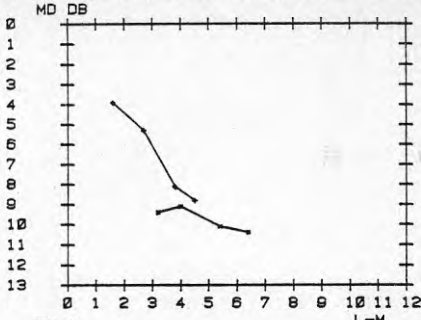


HVITFELTSKA GYMNASIUM, KLASS 7, EKT-GRUPP 3, T (60) = . 86 SEK.

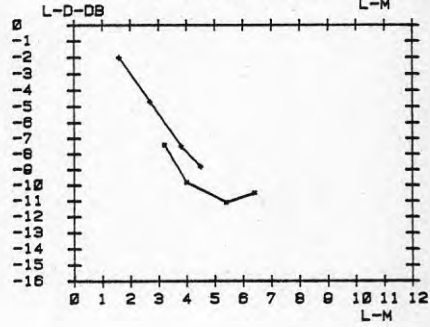
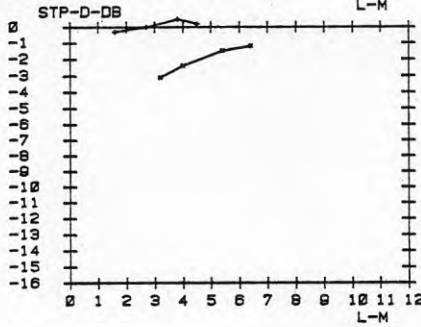
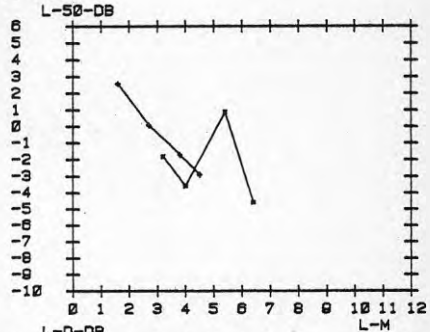
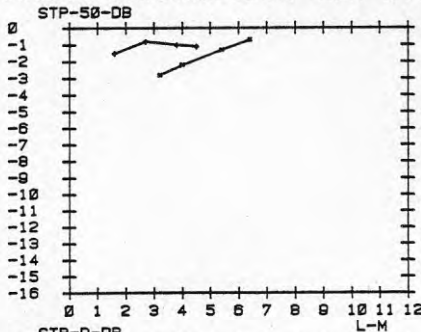


HVITFELTSKA GYMN., KLASS 3B, EKT -GRUPP 3, T (60) = .88 SEK.

kurvblad 59

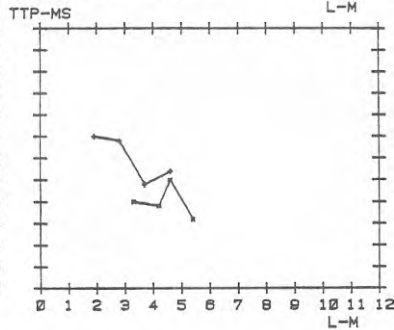
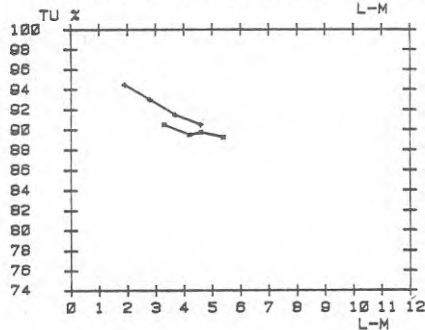
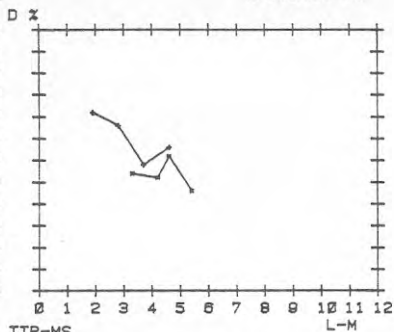
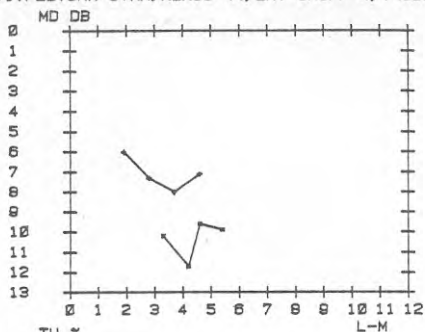


HVITFELTSKA GYMN., KLASS 3B, EKT -GRUPP 3, T (60) = .88 SEK.

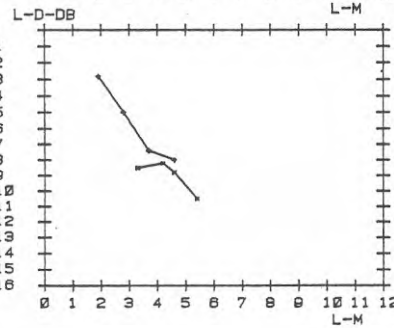
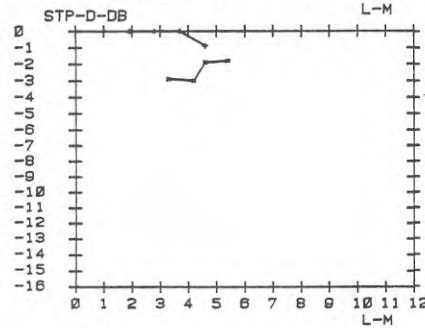
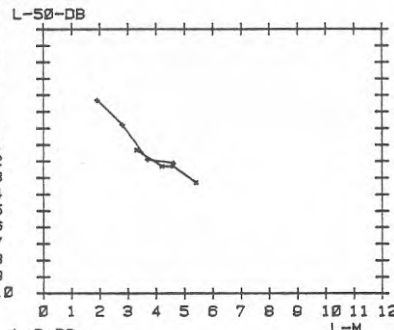
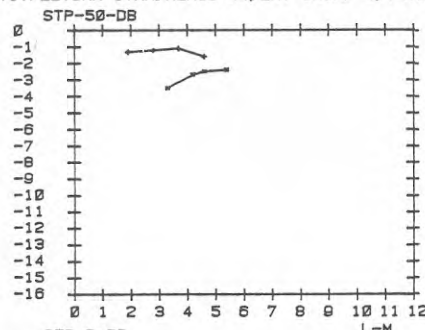


HVITFELTSKA GYMN. KLASS 44, EKT-GRUPP 4, T(80) = 9 SEK.

kurvblad 60

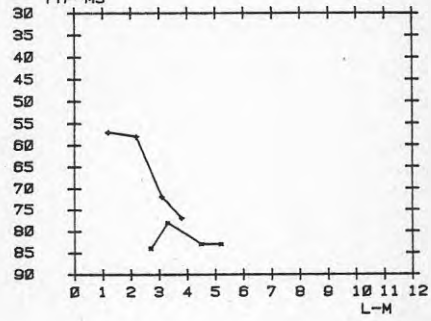
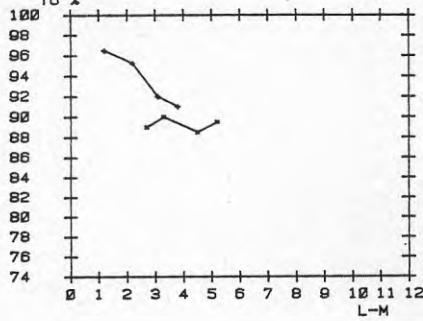
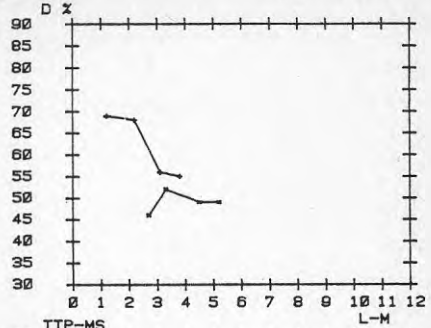
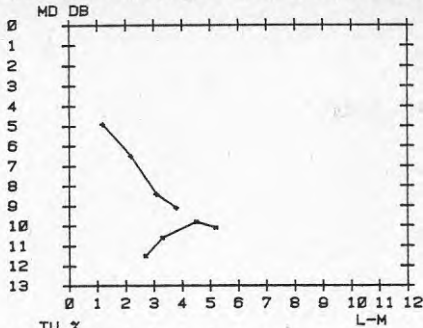


HVITFELTSKA GYMN. KLASS 44, EKT-GRUPP 4, T(80) = 9 SEK.

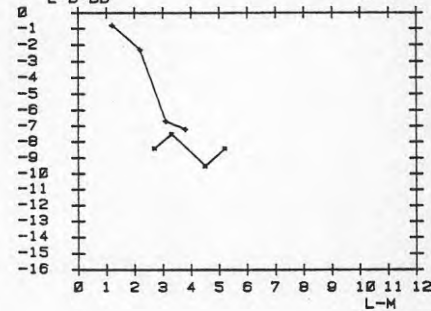
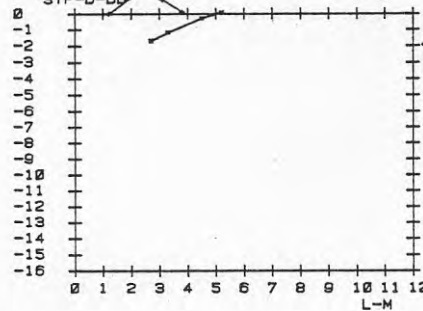
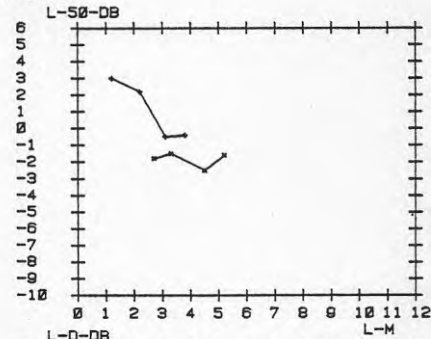
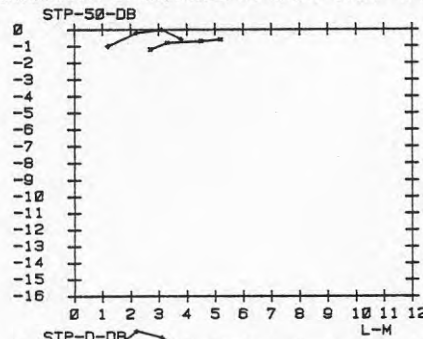


SCHILLERSKA GYMN., KLASS BI-1, EKT-GRUPP 4, T (60) = 92 SEK.

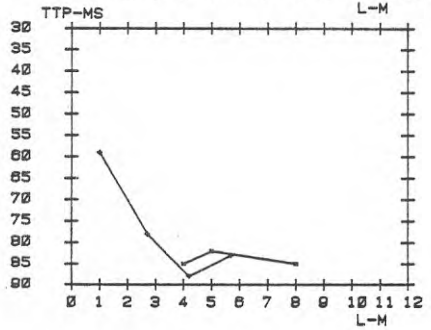
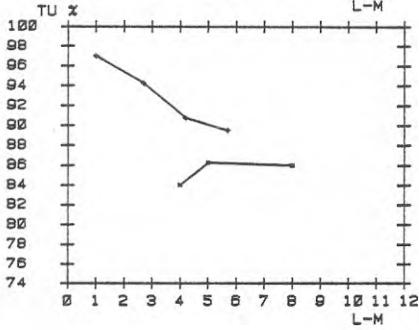
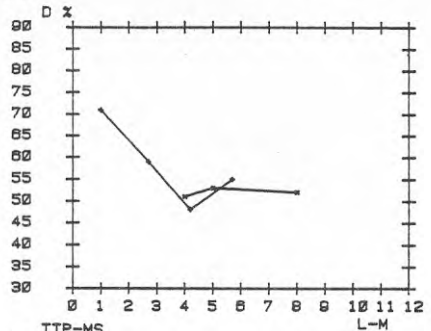
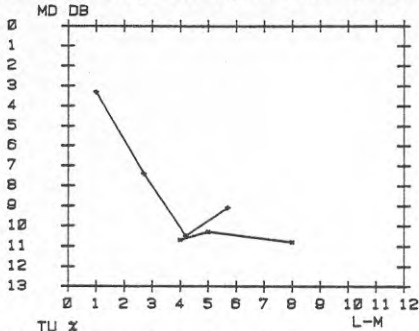
kurvblad 61



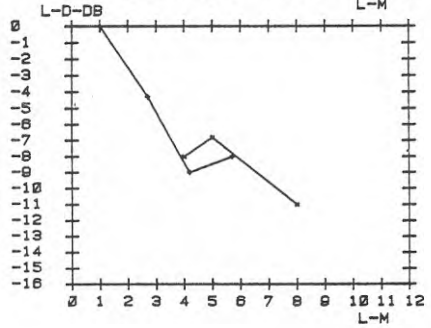
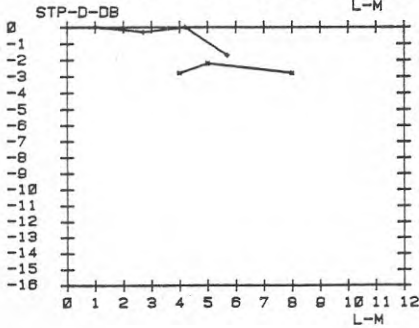
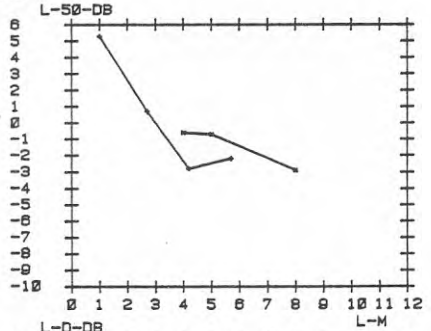
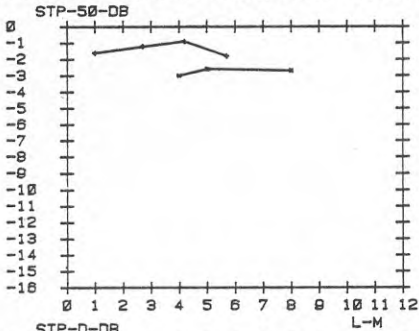
SCHILLERSKA GYMN., KLASS BI-1, EKT-GRUPP 4, T (60) = 92 SEK.



MUNKEBACK GYMN., KLASS 91, EKT-GRUPP 4, T (80) = 92 SEK.

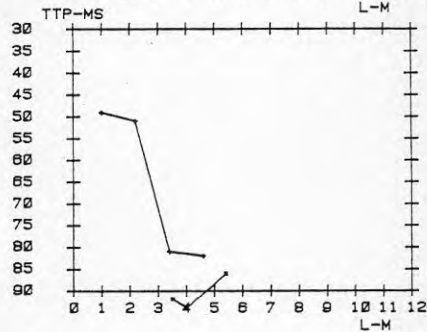
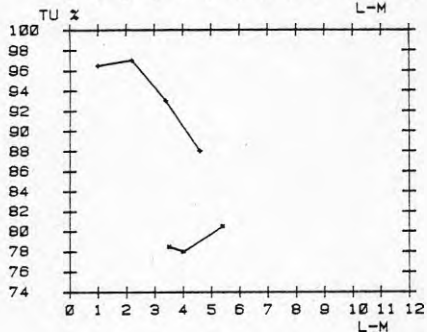
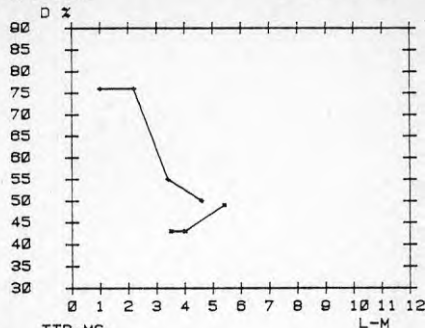
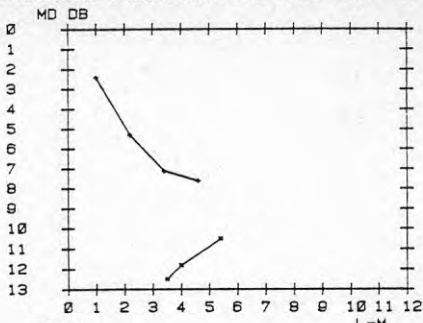


MUNKEBACK GYMN., KLASS 91, EKT-GRUPP 4, T (80) = 9 SEK.

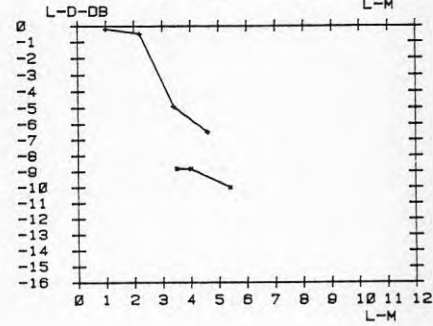
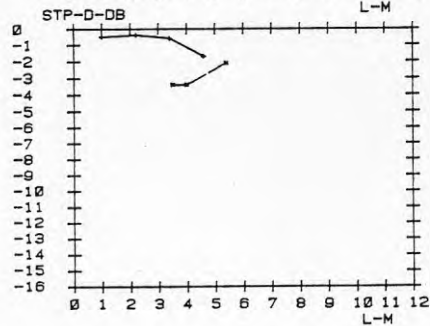
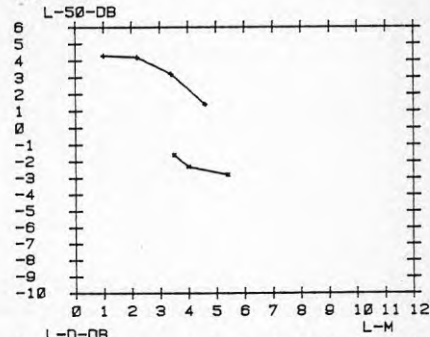
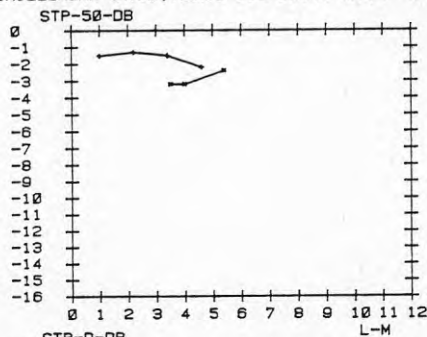


SCHILLERSKA GYMN., KLASS 112-1, EKT-GRUPP 4, T (60) = 1.09 SEK.

kurvblad 63

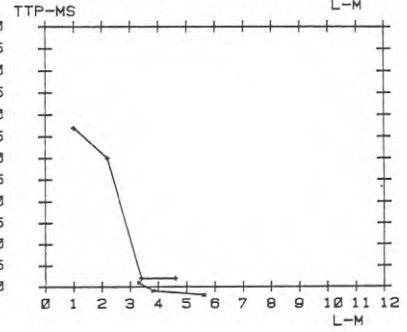
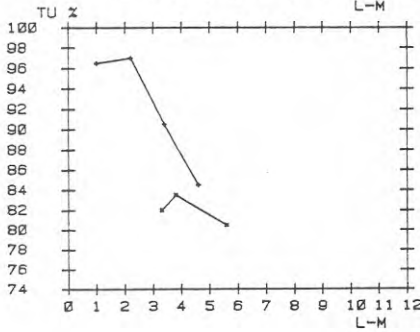
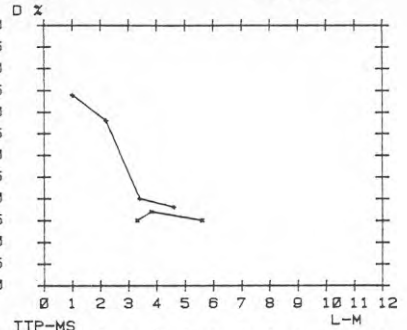
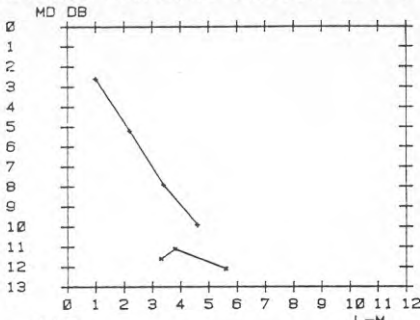


SCHILLERSKA GYMN., KLASS 112-1, EKT-GRUPP 4, T (60) = 1.09 SEK.

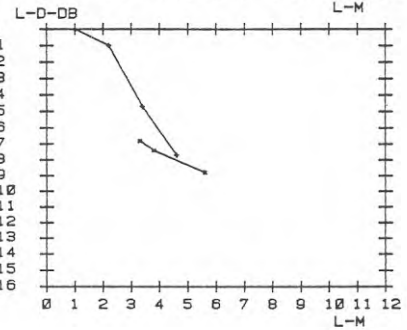
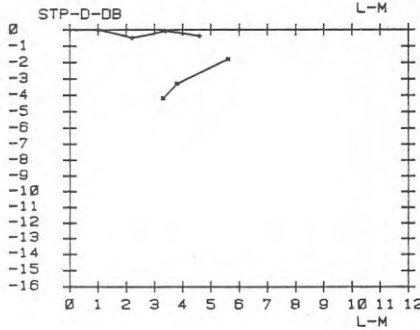
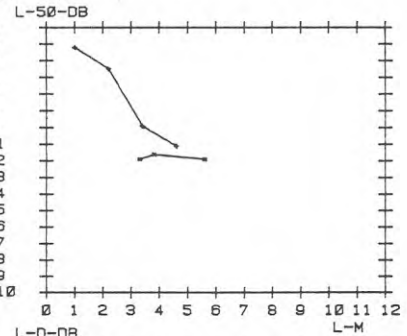
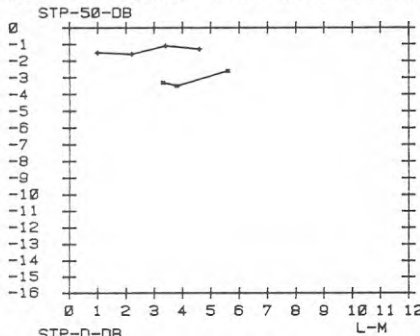


SCHILLERSKA GYMN., KLASS 112-3, EKT-GRUPP 4, T (60) = 1.11 SEK.

kurvblad 64

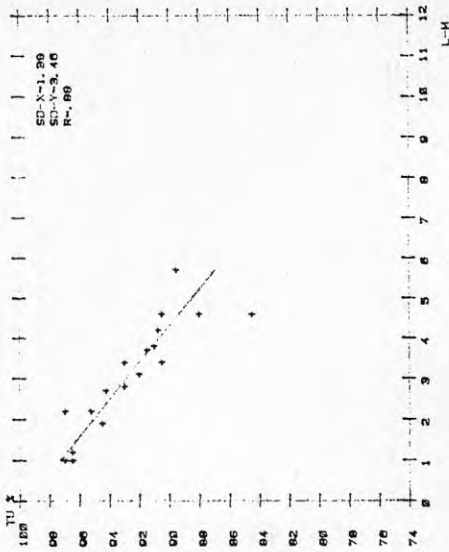


SCHILLERSKA GYMN., KLASS 112-3, EKT-GRUPP 4, T (60) = 1.11 SEK.

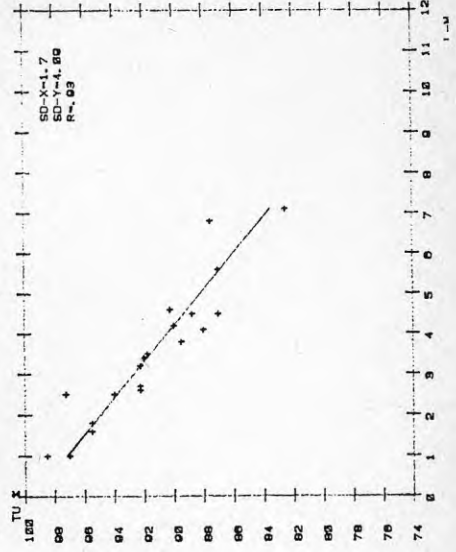


kurvblad 65 a

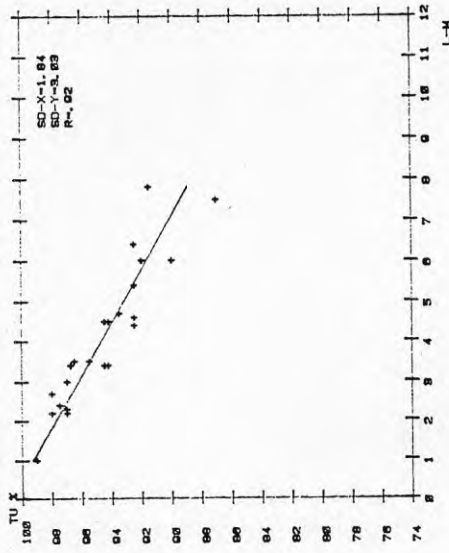
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-30



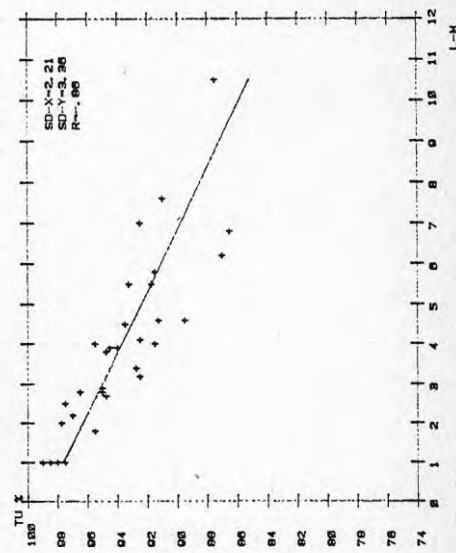
GRUPP 3, EKT-9 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-28



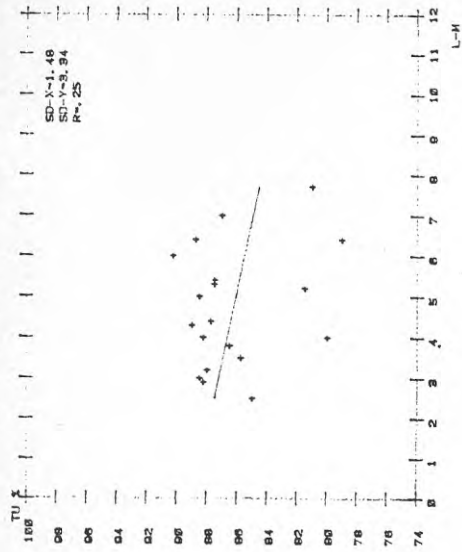
GRUPP 1, EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-24



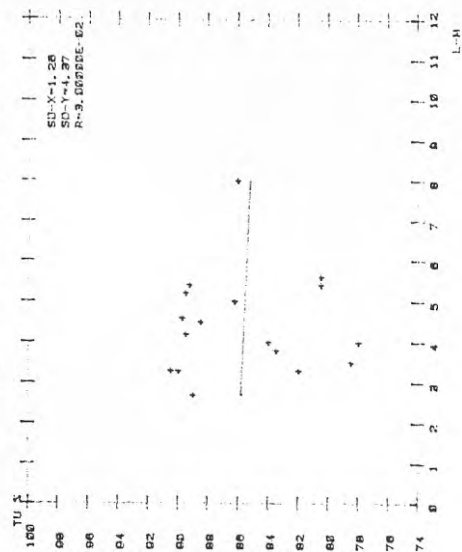
GRUPP 2, EKT-.75 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-32



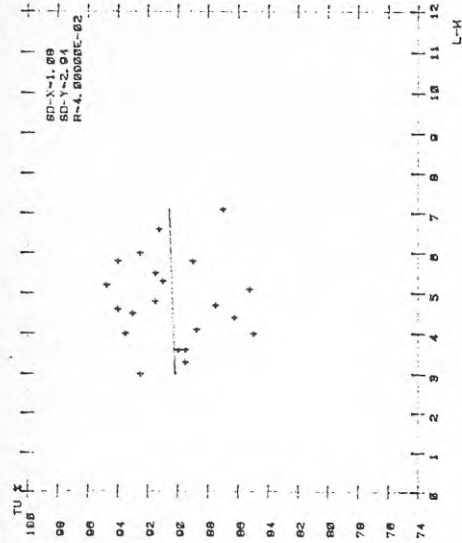
GRUPP 3, EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MÄTNING VID SIDAN ANTAL POS.-19



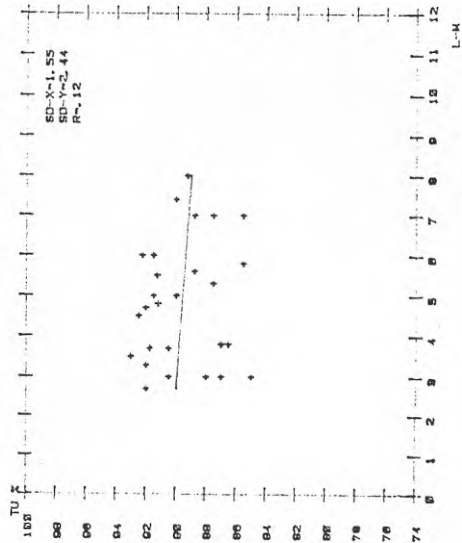
GRUPP 4, EKT-3 SEK ANTAL LOKALER-5, MÄTNING VID SIDAN ANTAL POS.-17



GRUPP 1, EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8, MÄTNING VID SIDAN ANTAL POS.-21

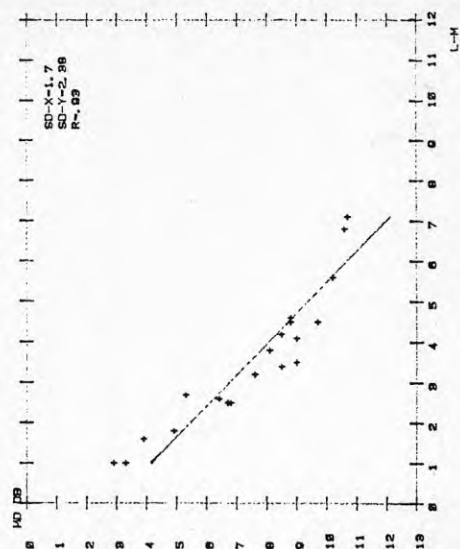


GRUPP 2, EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8, MÄTNING VID SIDAN ANTAL POS.-27

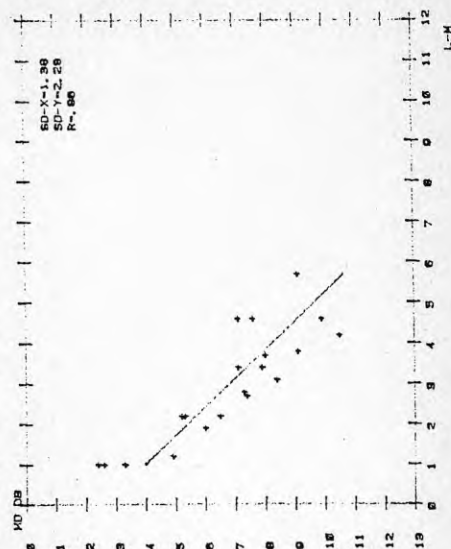


kurvblad 66 a

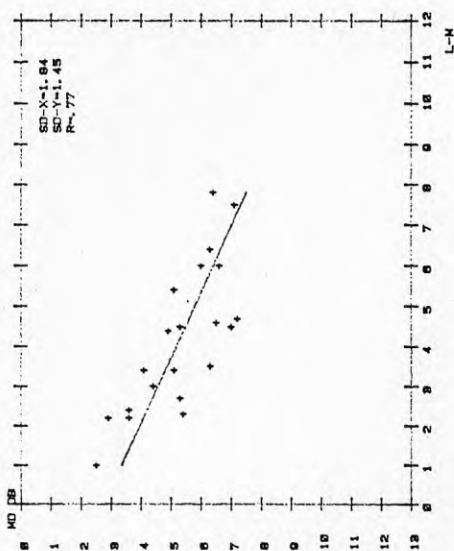
GRUPP 3, EKT=, 85 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=28



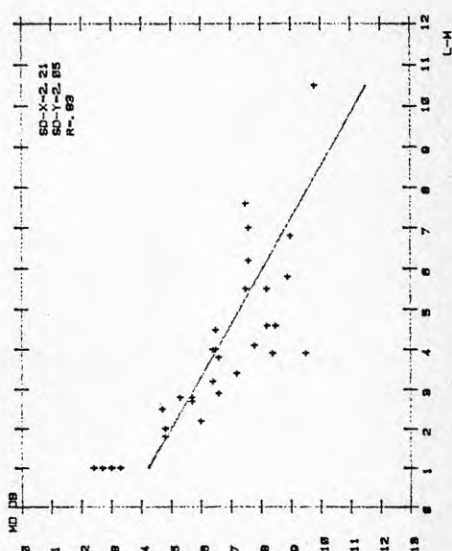
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=20



GRUPP 1, EKT=, 6 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=24

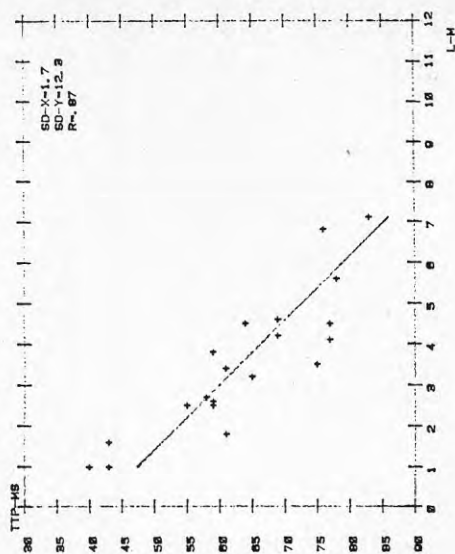


GRUPP 2, EKT=, 8 SEK ANTAL LOKALER=8, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=92

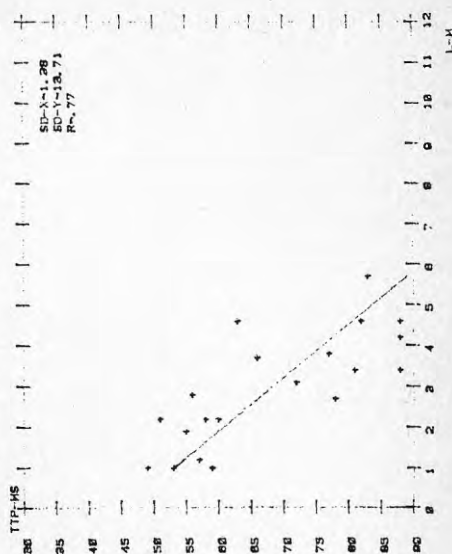


kurvblad 67 a

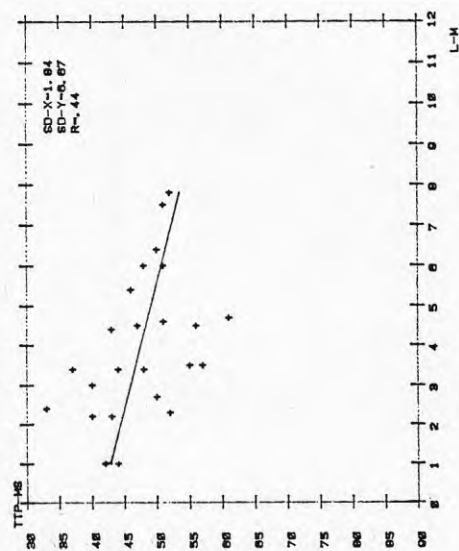
GRUPP 3. EKT-65 SEX ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-28



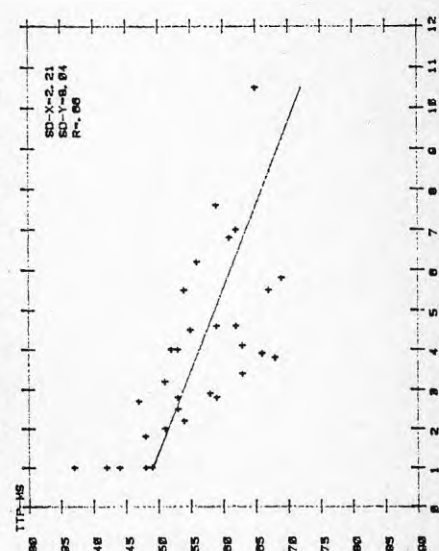
GRUPP 4. EKT-I SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEL, ANTAL POS.-28



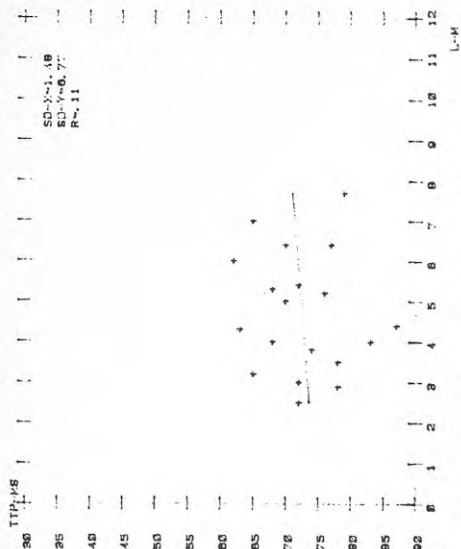
GRUPP 1. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-24



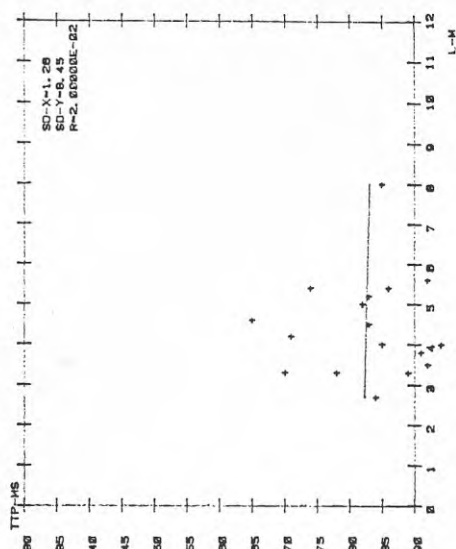
GRUPP 2. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-32



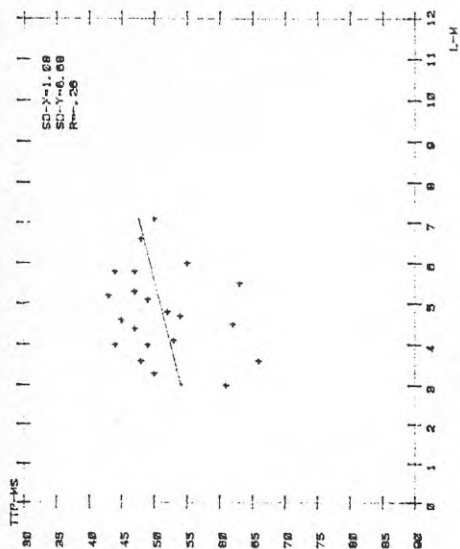
GRUPP 3, EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-10



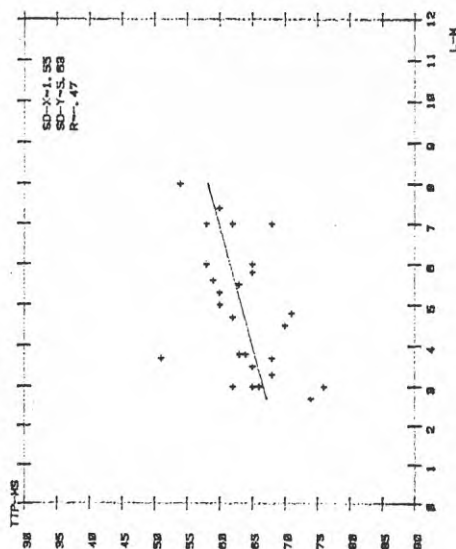
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-17



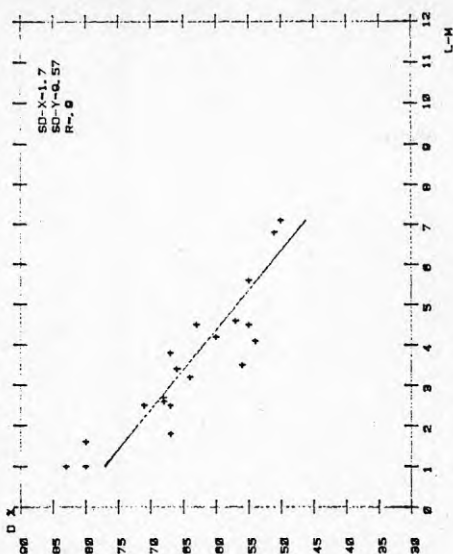
GRUPP 1, EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-3



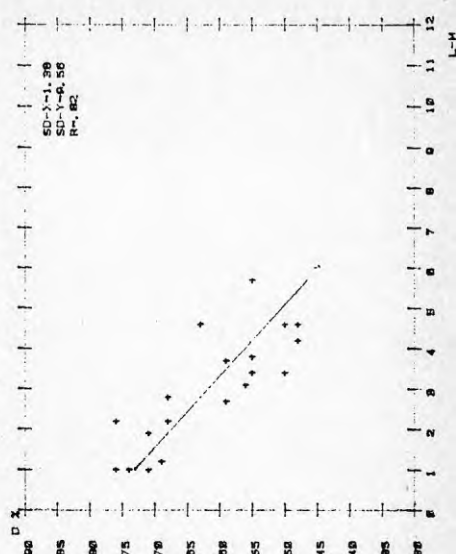
GRUPP 2, EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-27



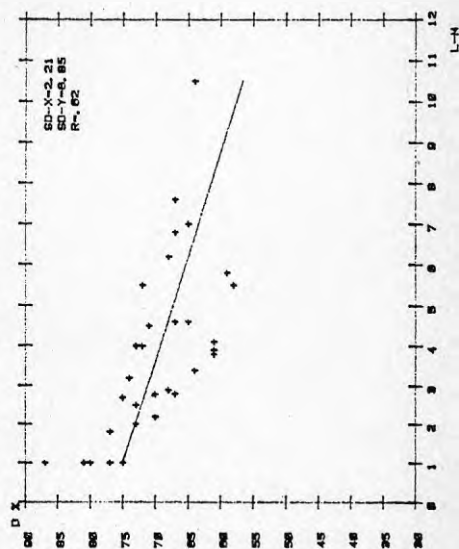
GRUPP 3, EKT-65 SEX ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTEL, ANTAL POS.-28



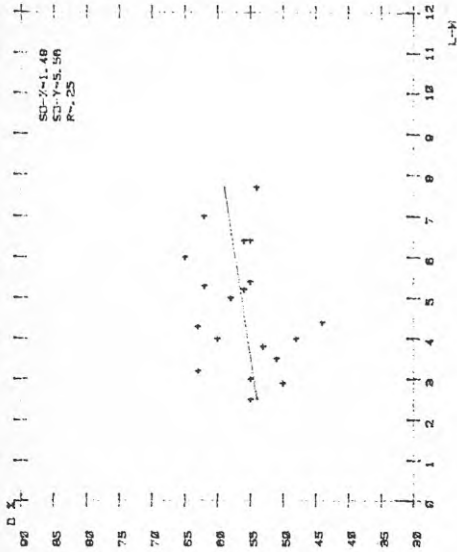
GRUPP 4, EKT-1 SEX ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTEL, ANTAL POS.-39



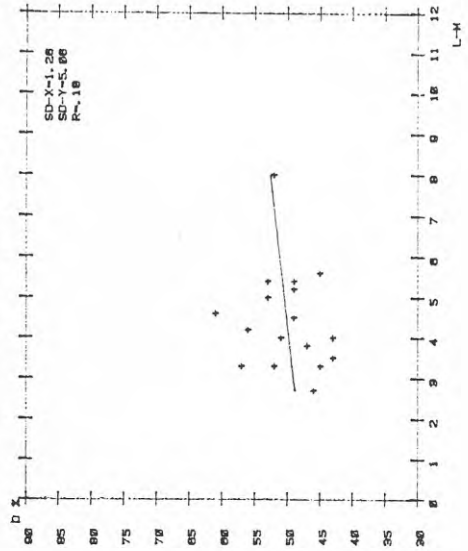
GRUPP 2, EKT-8 SEX ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEL, ANTAL POS.-32



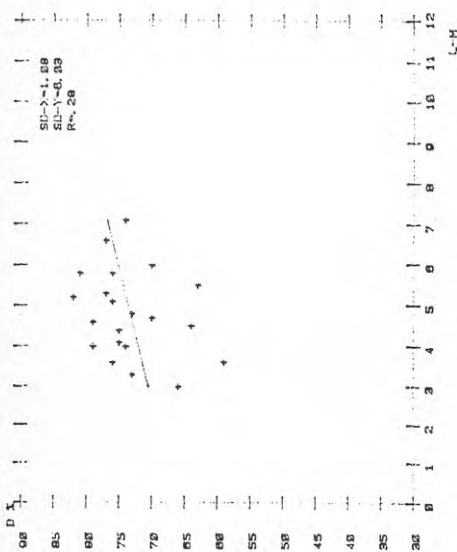
GRUPP 3. EKT=85 SEX ANTAL LOKALER=5. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=10



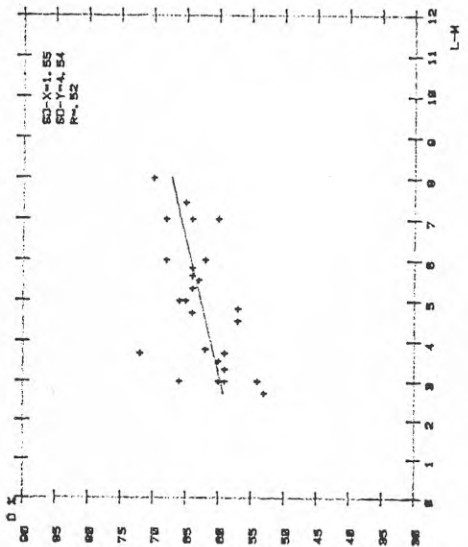
GRUPP 4. EKT=1 SEX ANTAL LOKALER=5. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=17



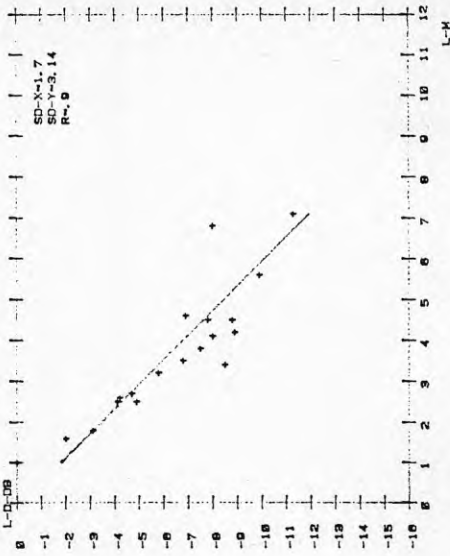
GRUPP 1. EKT=6 SEX ANTAL LOKALER=6. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=21



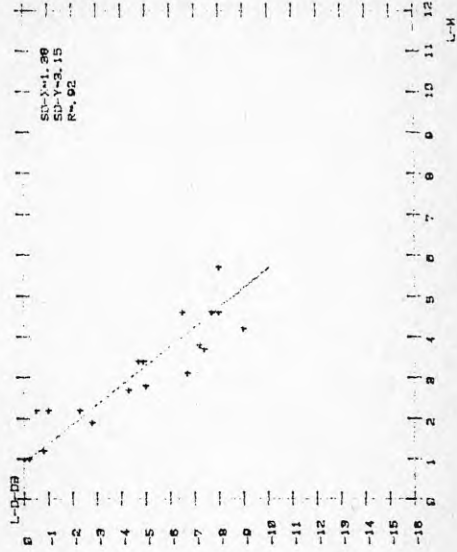
GRUPP 2. EKT=75 SEX ANTAL LOKALER=8. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=27



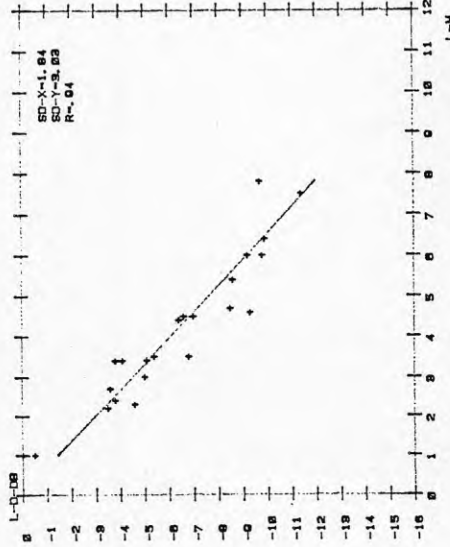
GRUPP 3, EKT-65 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-29



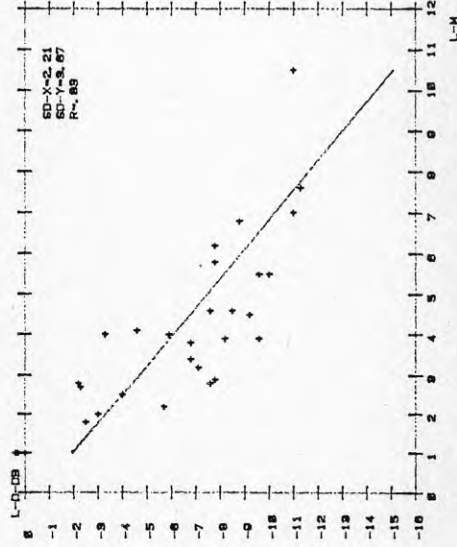
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-21



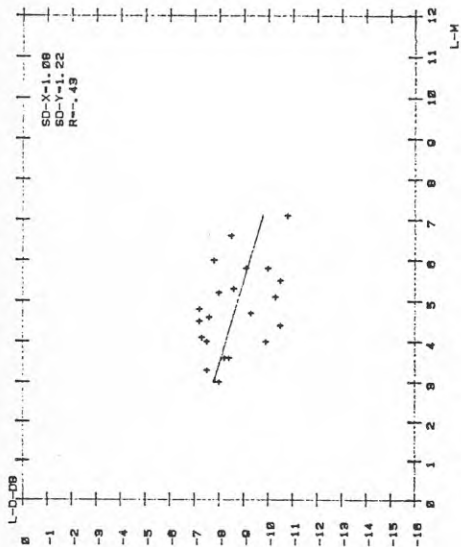
GRUPP 1, EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-9, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-24



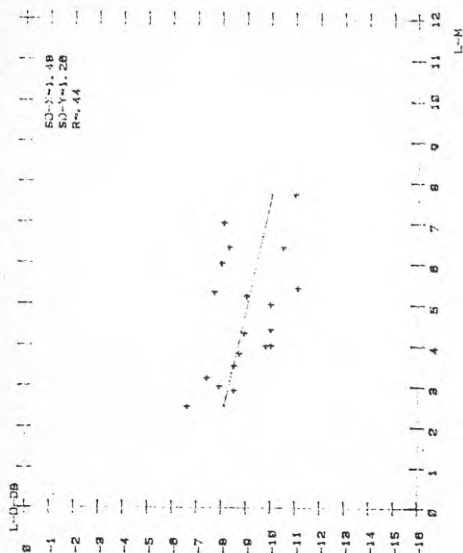
GRUPP 2, EKT-9 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-92



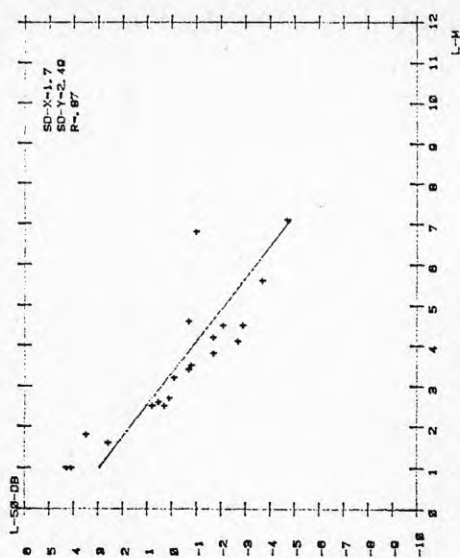
GRUPP 1. EKT=8 BEK ANTAL LOKALER=6, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.=21



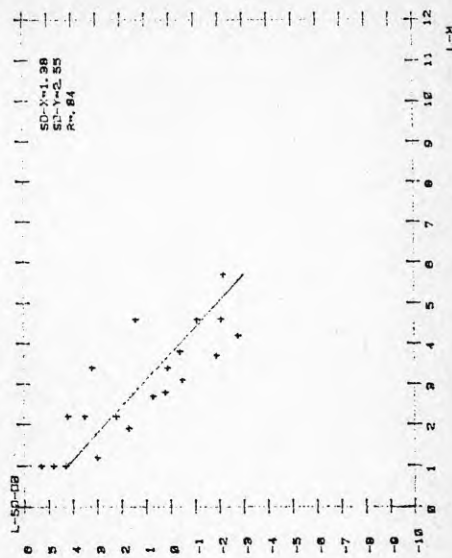
GRUPP 3. EKT=85 BEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.=19



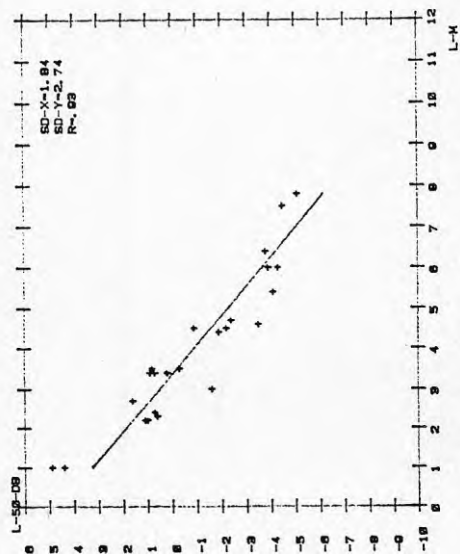
GRUPP 3. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -29



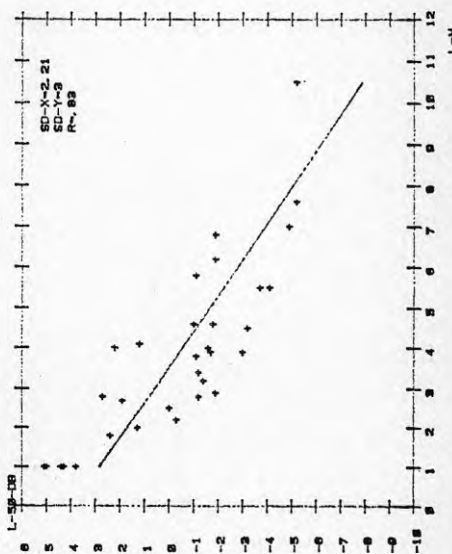
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -29



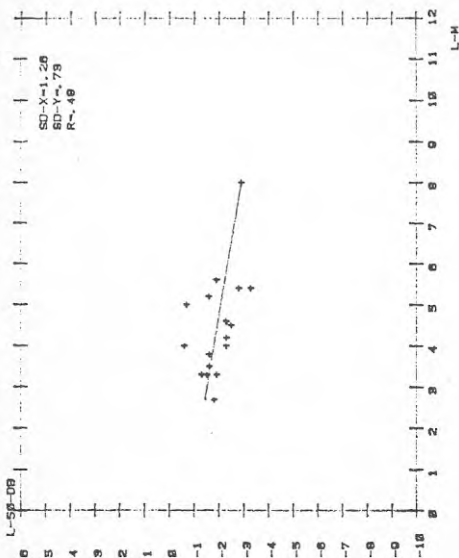
GRUPP 1. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -24



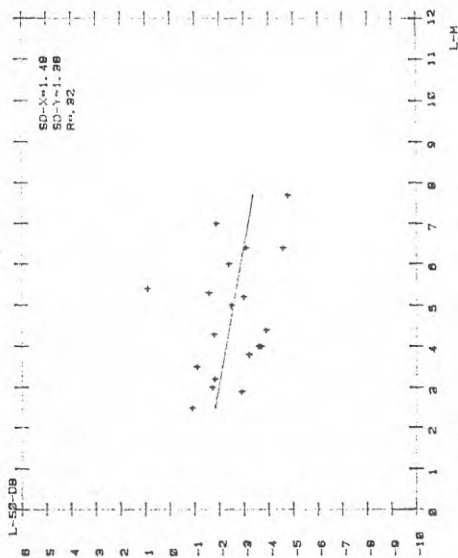
GRUPP 2. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -32



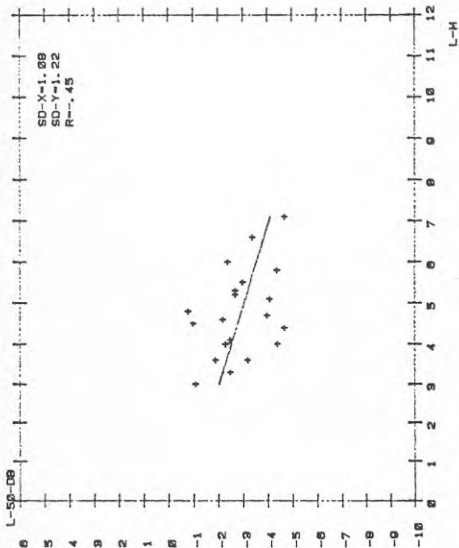
GRUPP 4. EKT-1 BEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -17



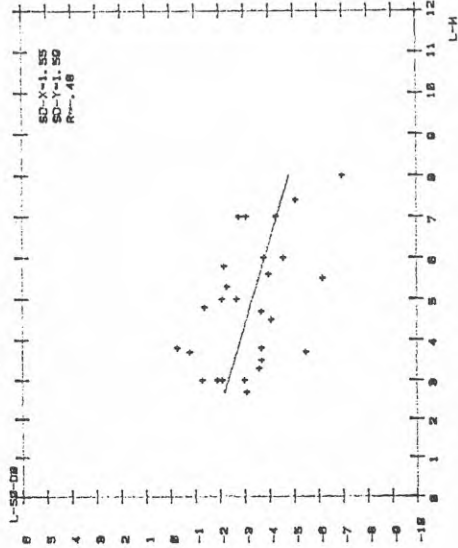
GRUPP 3. EKT-.05 BEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -19



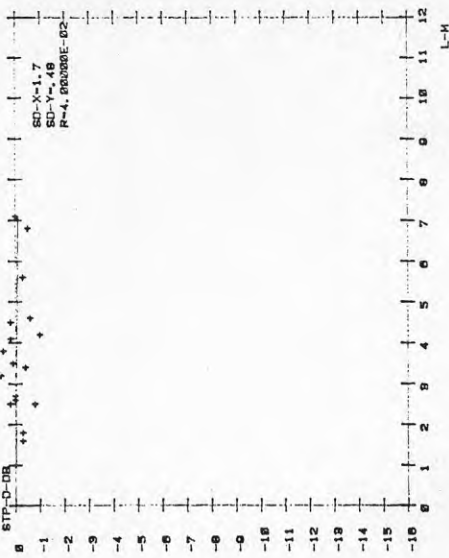
GRUPP 1. EKT-.8 BEK ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -21



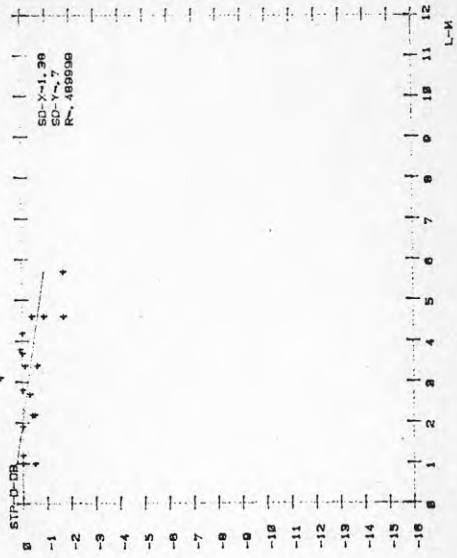
GRUPP 2. EKT-.75 BEK ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -27



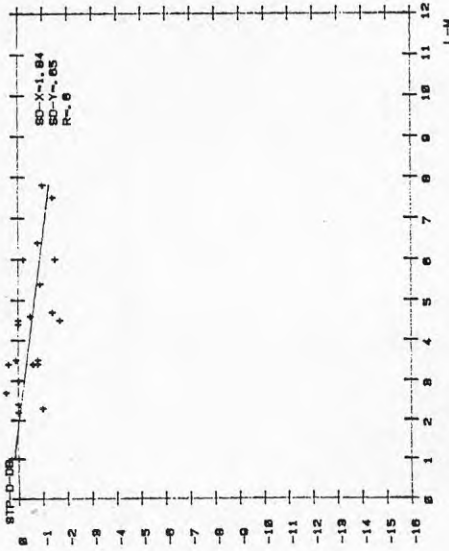
GRUPP 3. EXT.-. 85 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-28



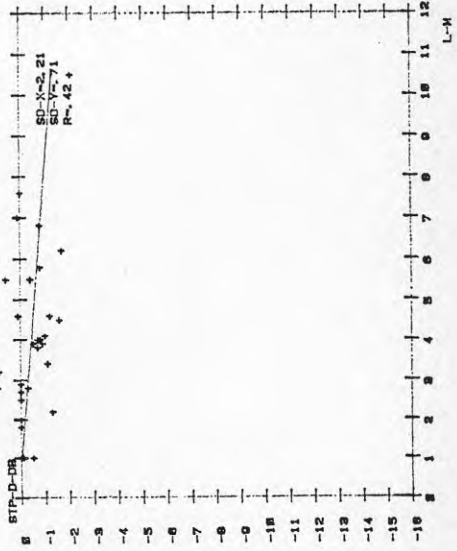
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-29



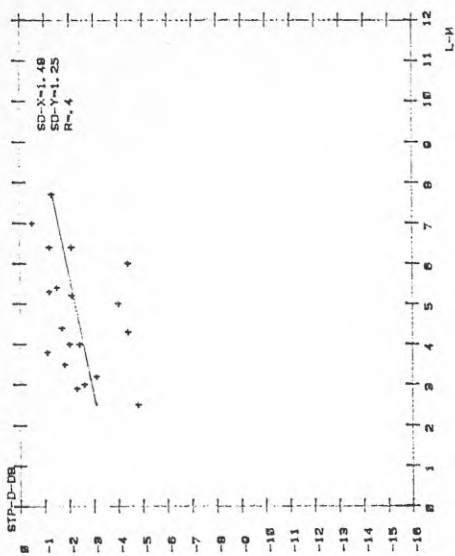
GRUPP 1. EXT.-. 6 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-24



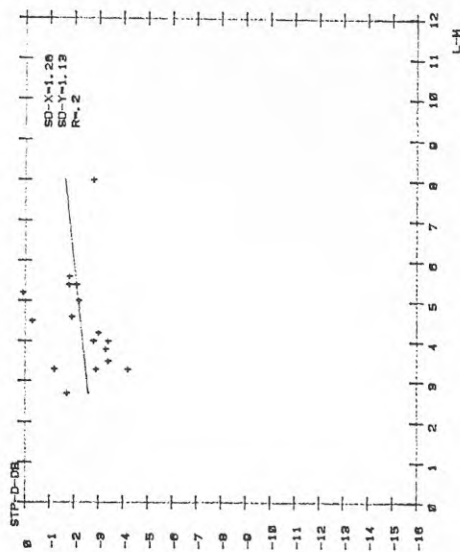
GRUPP 2. EXT.-. 8 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-32



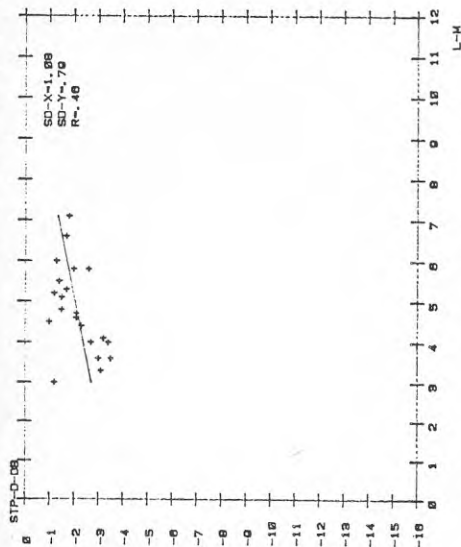
GRUPP 3, EKT=, 85 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =19



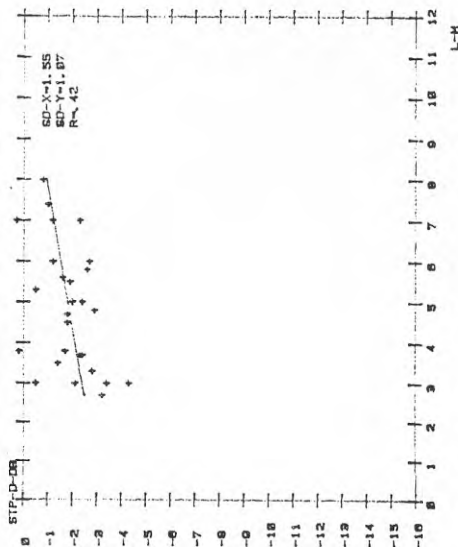
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =17



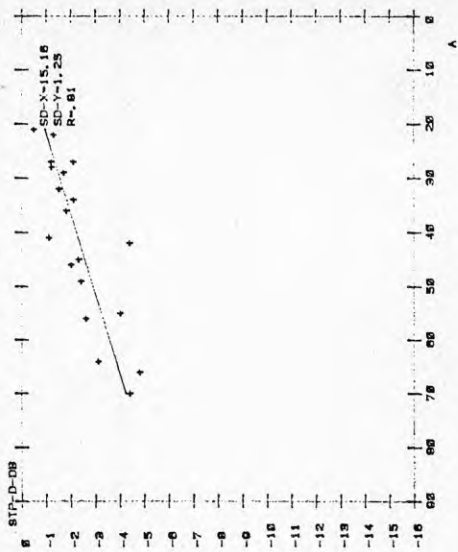
GRUPP 1, EKT=, 6 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =21



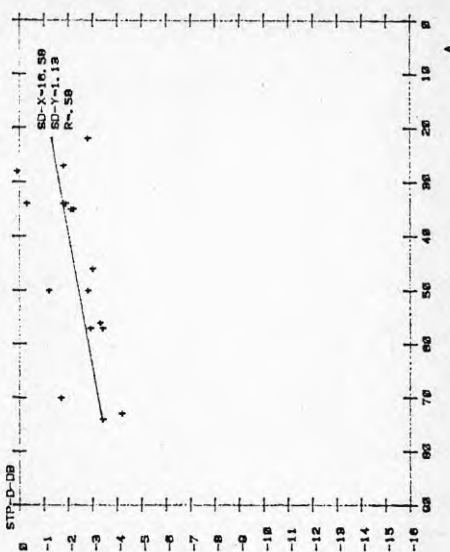
GRUPP 2, EKT=, 6 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =27



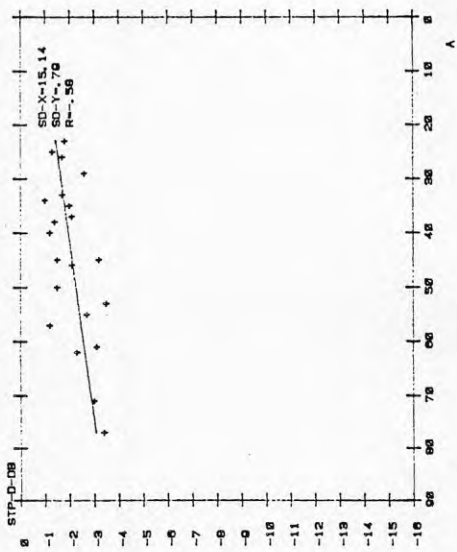
GRUPP 2, EKT-05 SEX ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-10



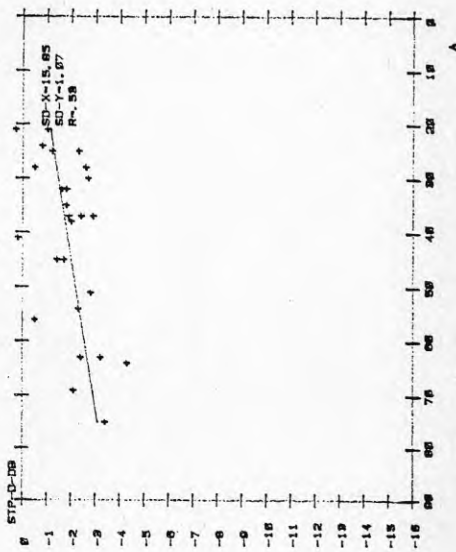
GRUPP 4, EKT-1 SEX ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-17



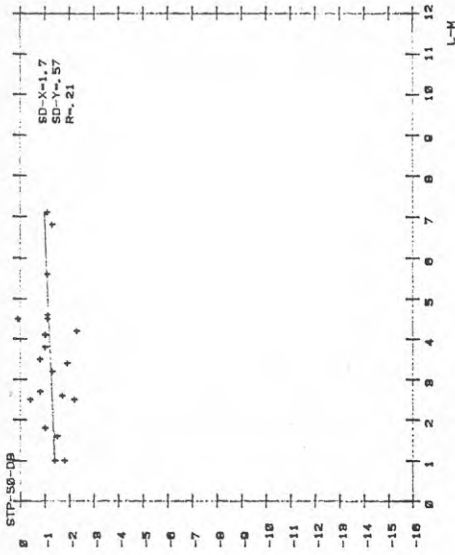
GRUPP 1, EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-21



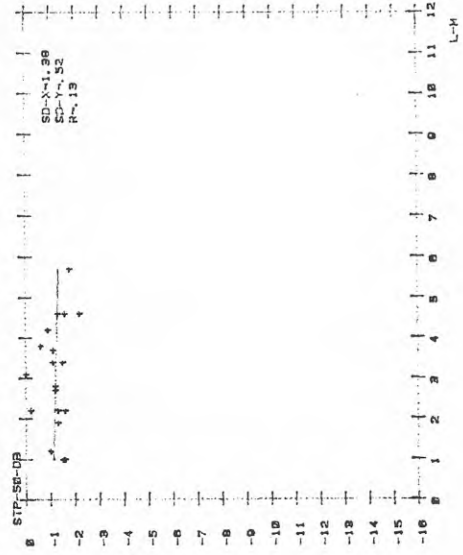
GRUPP 2, EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-27



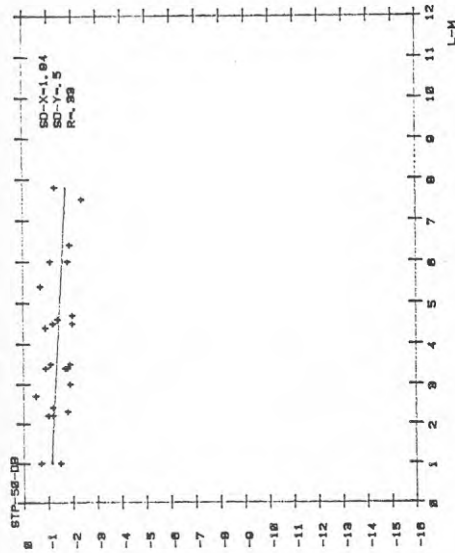
GRUPP 3, EKT=, 65 SEK ANTAL LOKALER=5, MÄTNING I MITTEN, ANTAL POS.=23



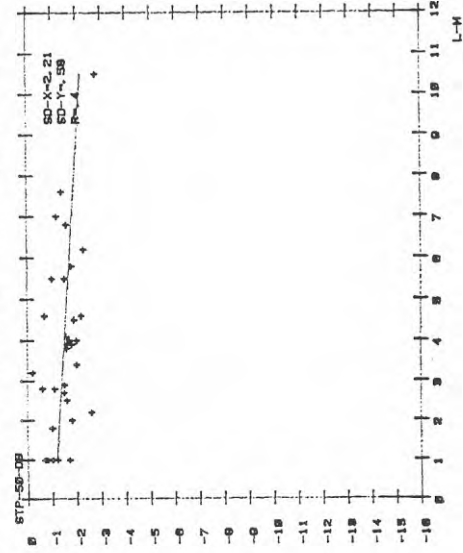
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, MÄTNING I MITTEN, ANTAL POS.=23



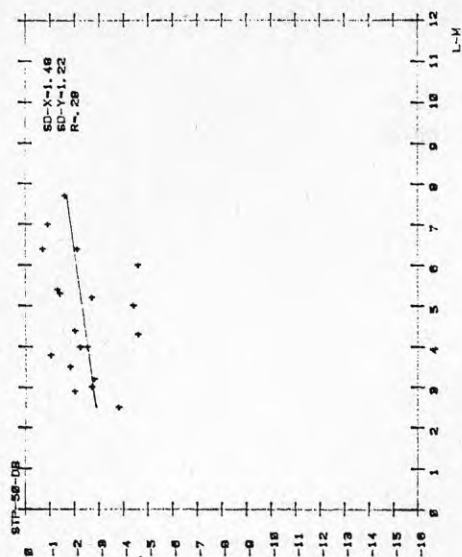
GRUPP 1, EKT=, 6 SEK ANTAL LOKALER=6, MÄTNING I MITTEN, ANTAL POS.=24



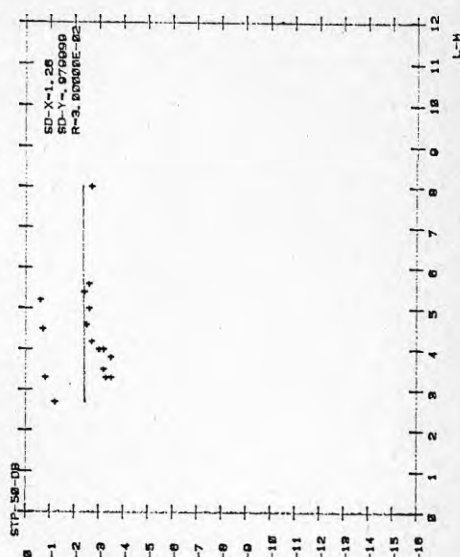
GRUPP 2, EKT=, 9 SEK ANTAL LOKALER=6, MÄTNING I MITTEN, ANTAL POS.=22



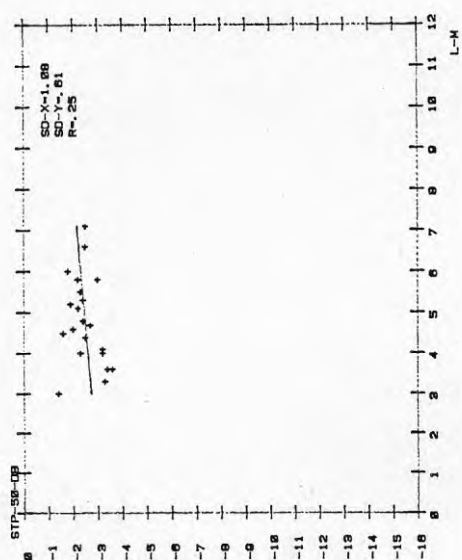
GRUPP 3, EKT-85 SEX ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -10



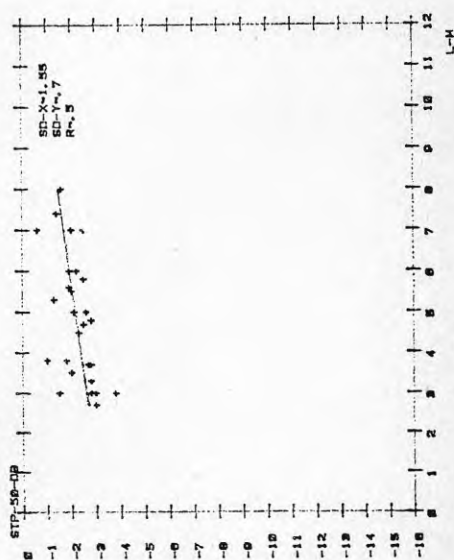
GRUPP 4, EKT-1 SEX ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -17



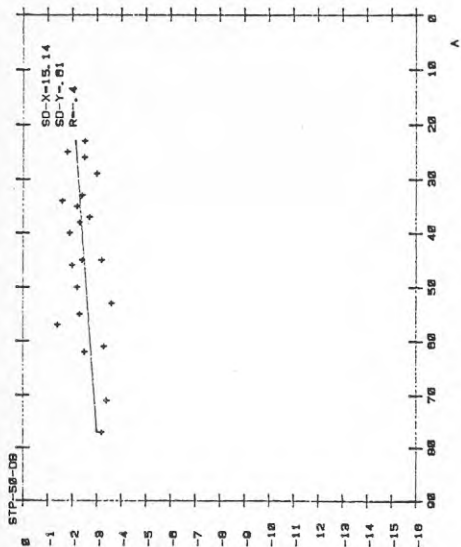
GRUPP 1, EKT-8 SEX ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -21



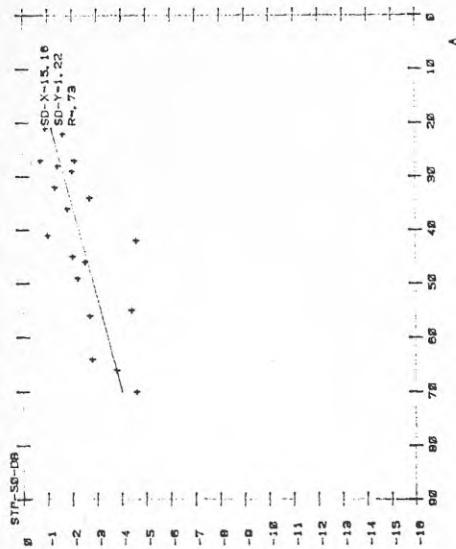
GRUPP 2, EKT-8 SEX ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -27



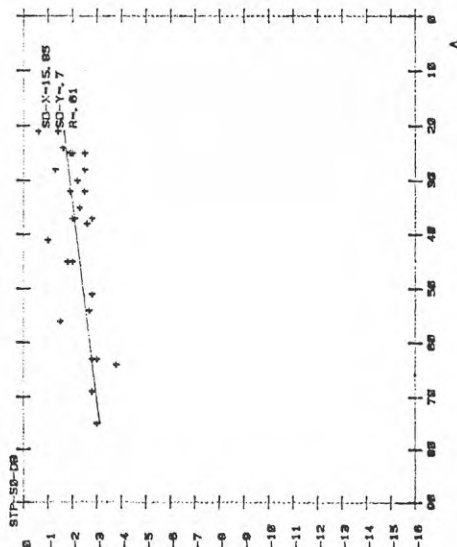
GRUPP 1. EKT-0 SEK ANTAL LOKALER=0, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-21



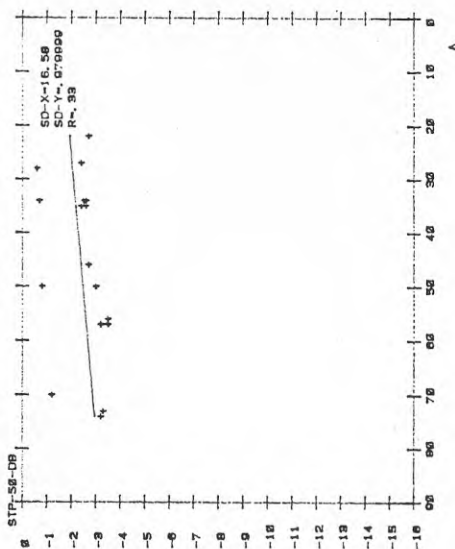
GRUPP 3. EKT-05 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-10



GRUPP 2. EKT-0 SEK ANTAL LOKALER=0, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-27

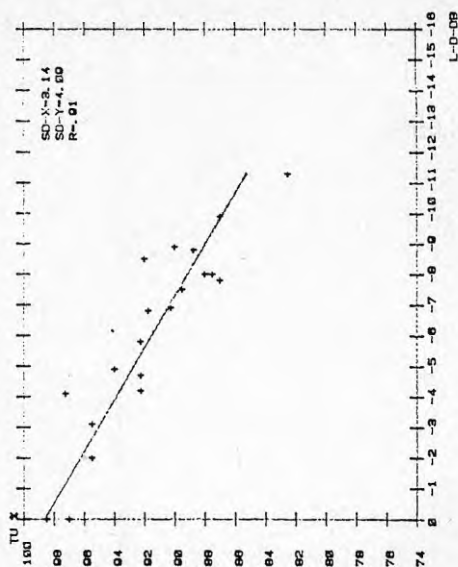


GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-17

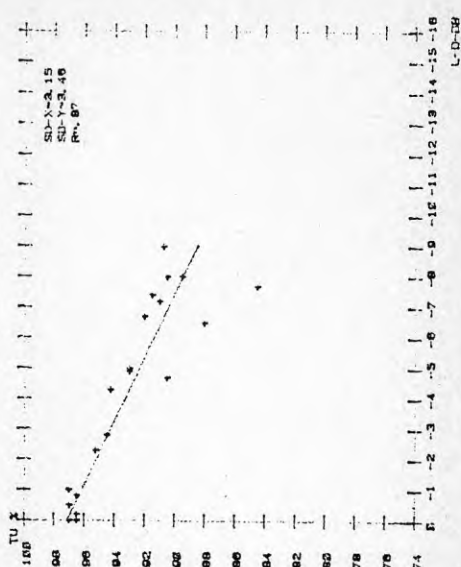


kurvblad 73 a

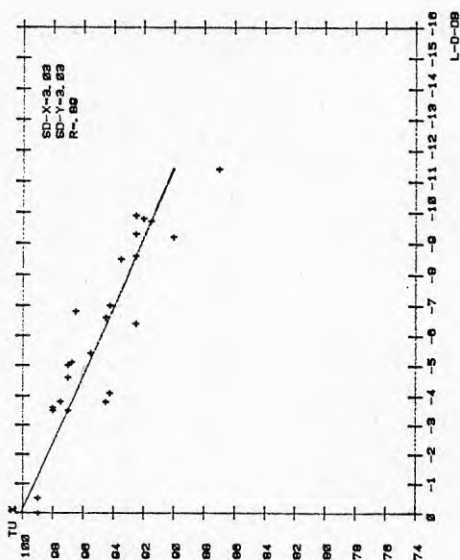
GRUPP 3. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-5. MATNING I MITTELANTAL POS.-23



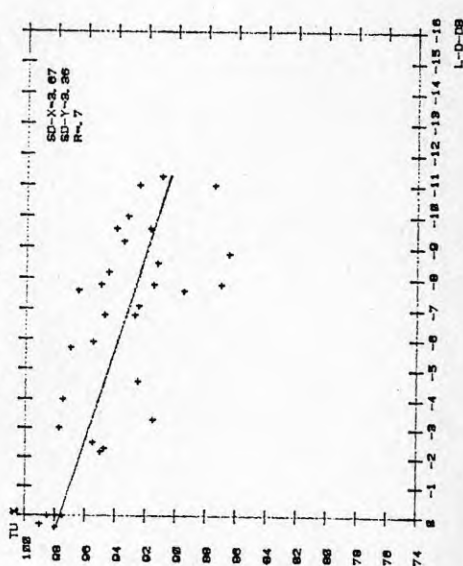
GRUPP 4. EKT-1 SEX ANTAL LOKALER-5. MATNING I MITTELANTAL POS.-23



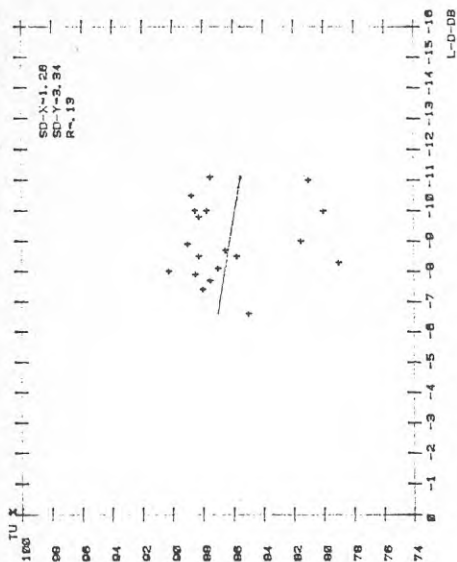
GRUPP 1. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-6. MATNING I MITTELANTAL POS.-24



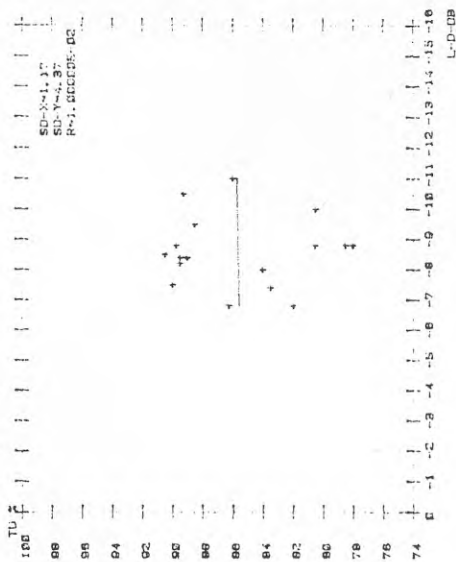
GRUPP 2. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-6. MATNING I MITTELANTAL POS.-22



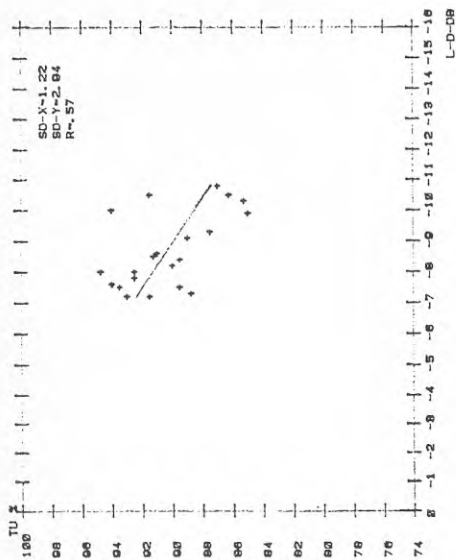
GRUPP 3. EKT-65 SEX ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-10



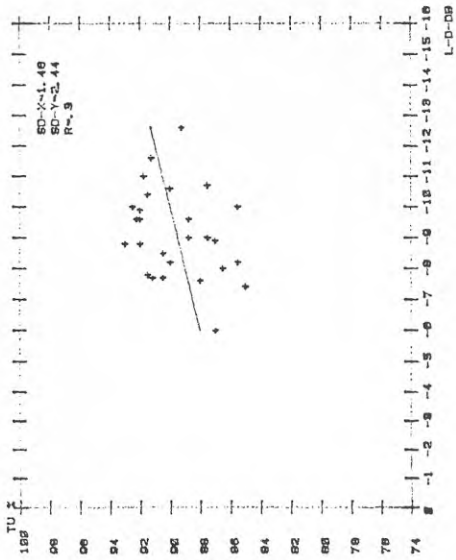
GRUPP 4. EKT-3 SEX ANTAL LOKALER-3, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-17



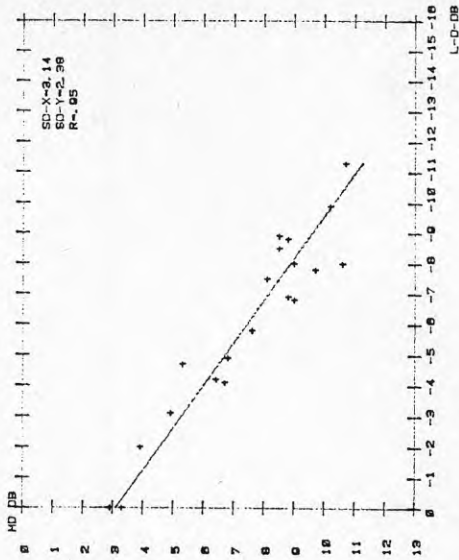
GRUPP 1. EKT-6 SEX ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-21



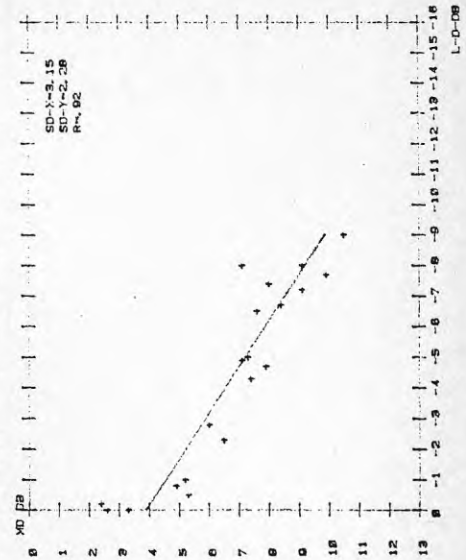
GRUPP 2. EKT-8 SEX ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-27



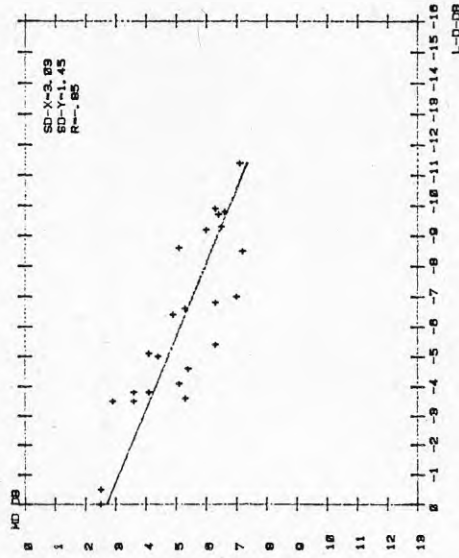
GRUPP 3. EKT-.85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-28



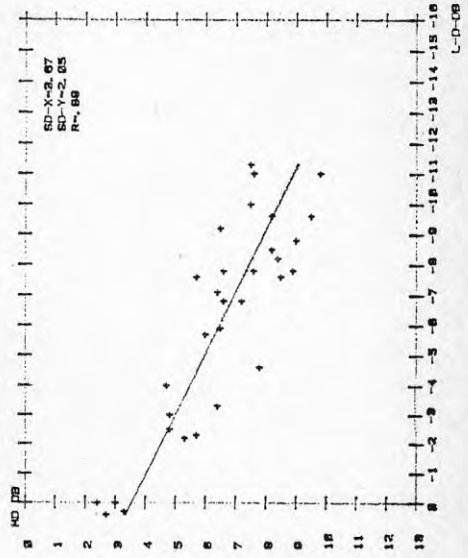
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-28



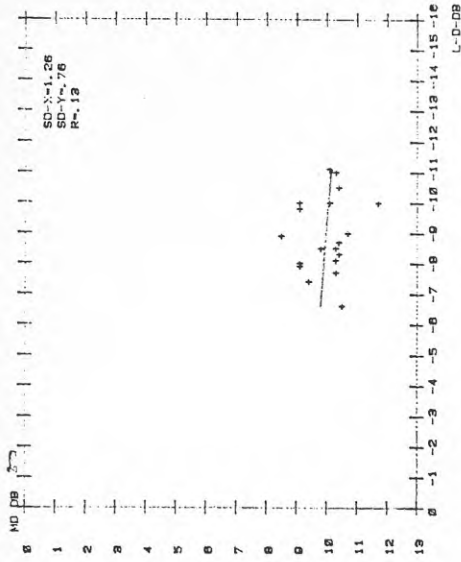
GRUPP 1. EKT-.8 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-24



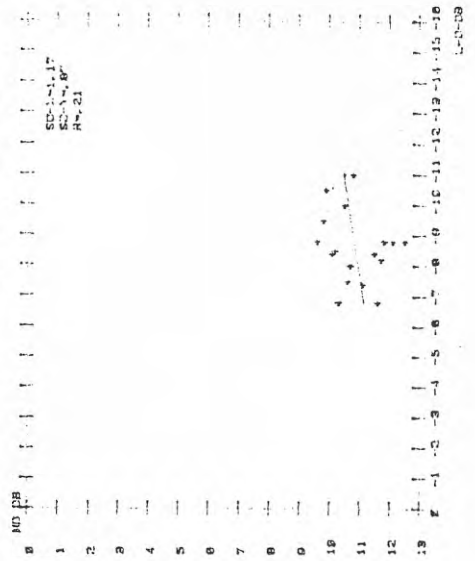
GRUPP 2. EKT-.9 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-22



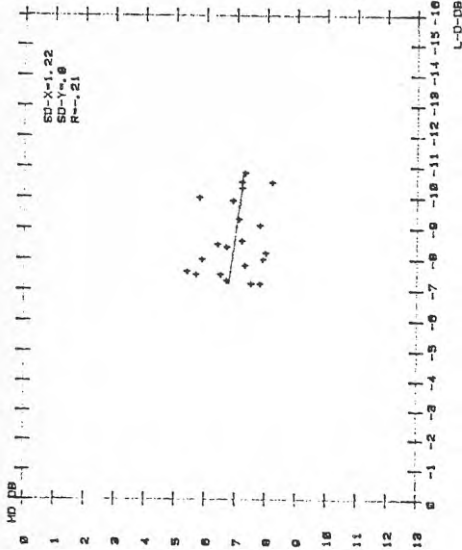
GRUPP 8, EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-10



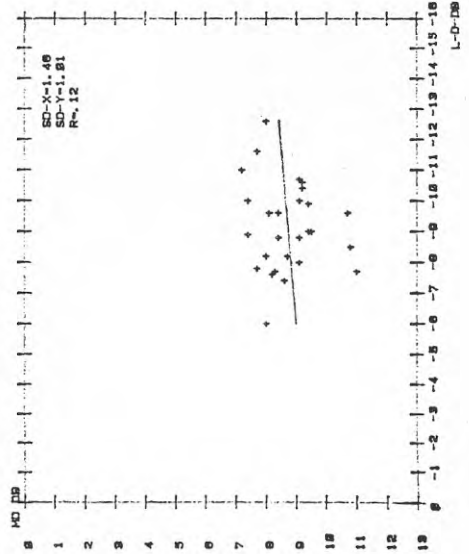
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-17



GRUPP 1, EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-21

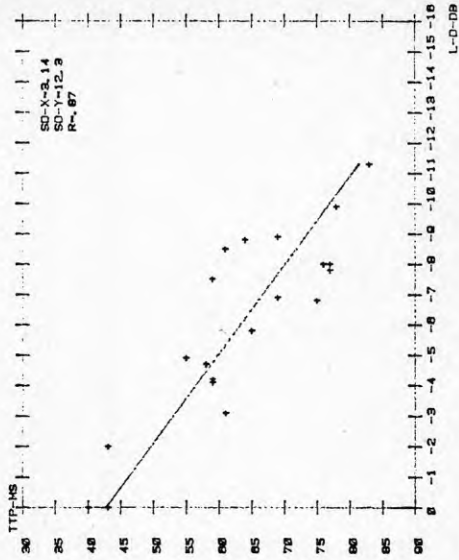


GRUPP 2, EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.-27

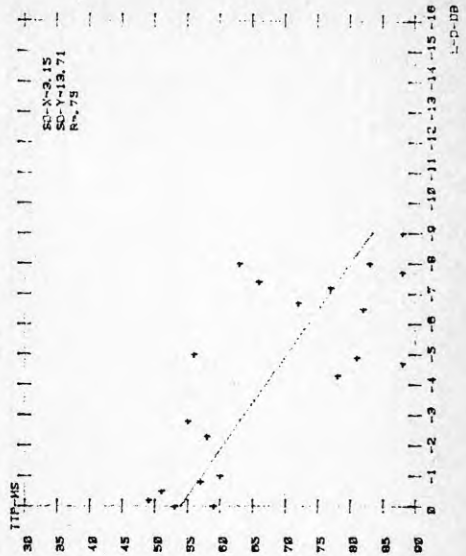


kurvblad 75 a

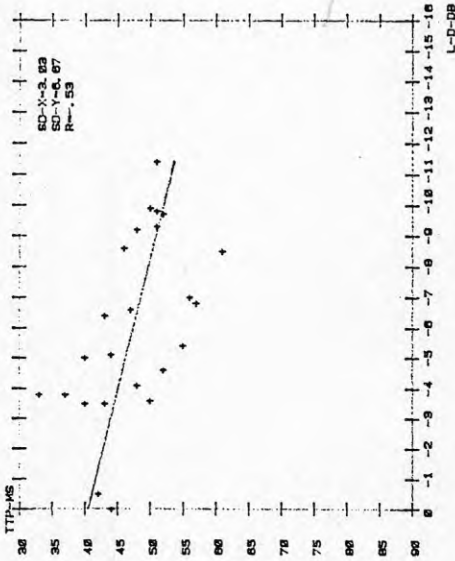
GRUPP 3. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-28



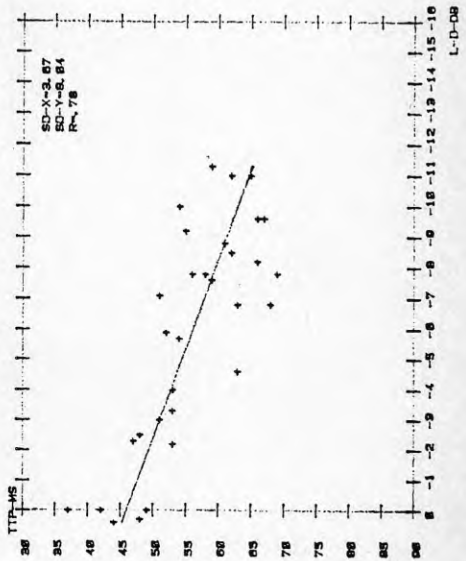
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-28



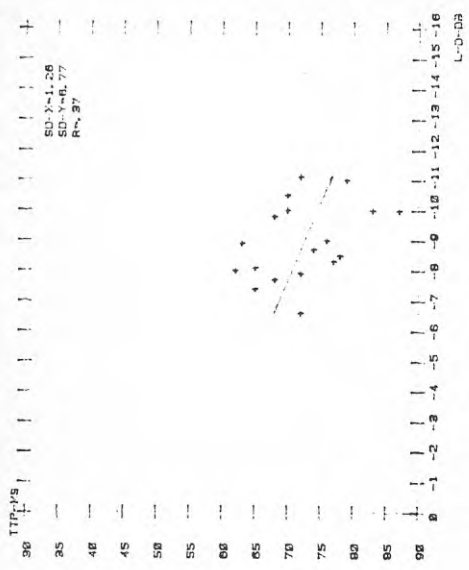
GRUPP 1. EKT-6 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-24



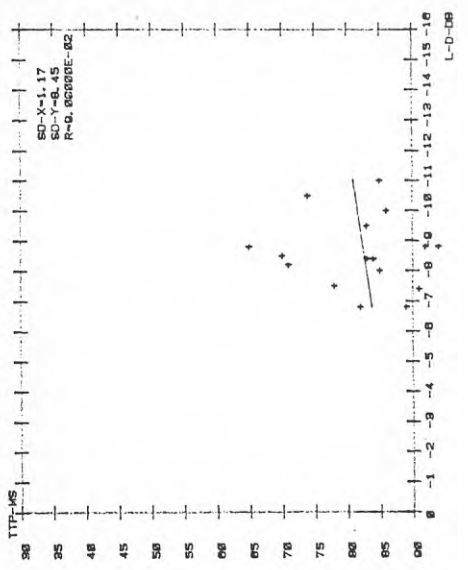
GRUPP 2. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-22



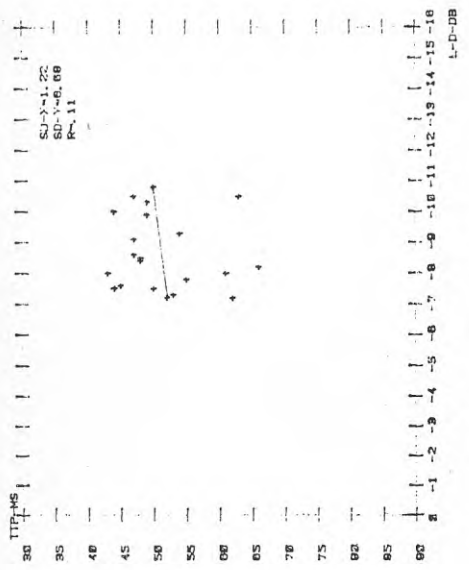
GRUPP 3, EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -10



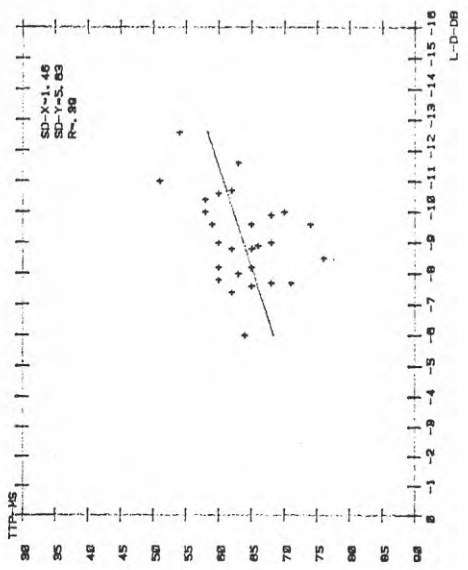
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -17

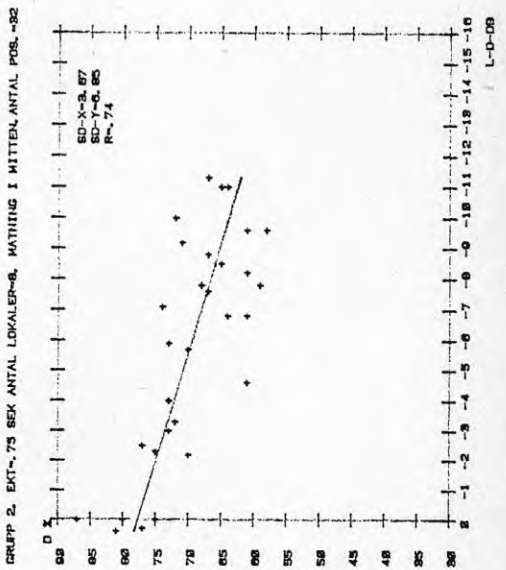
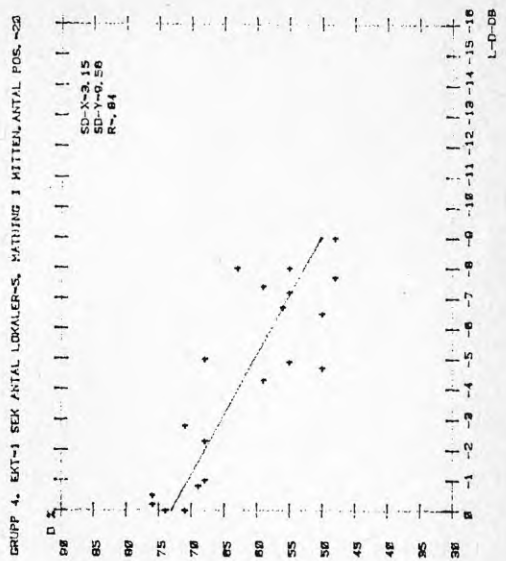
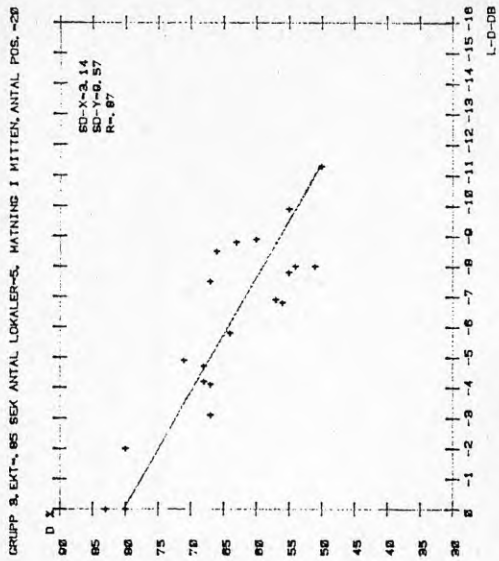


GRUPP 1, EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -21

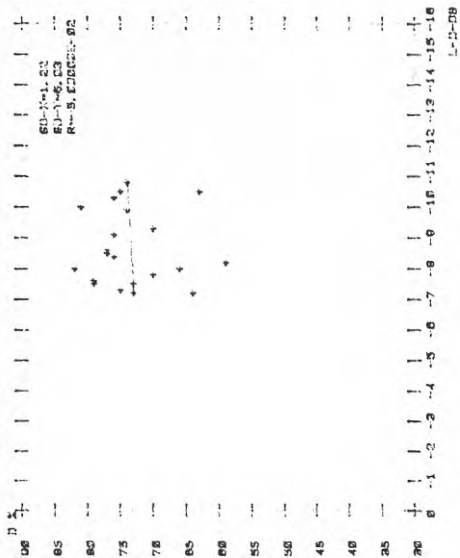


GRUPP 2, EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -27

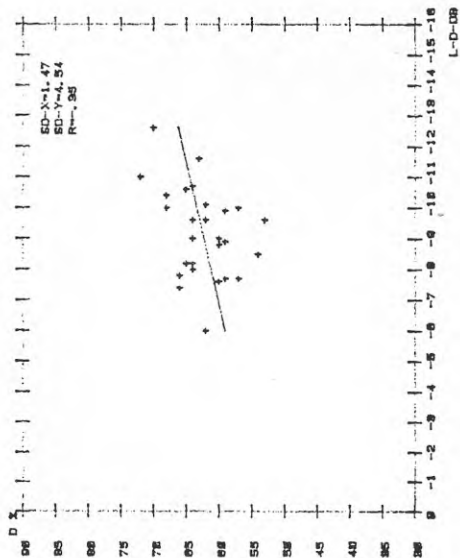




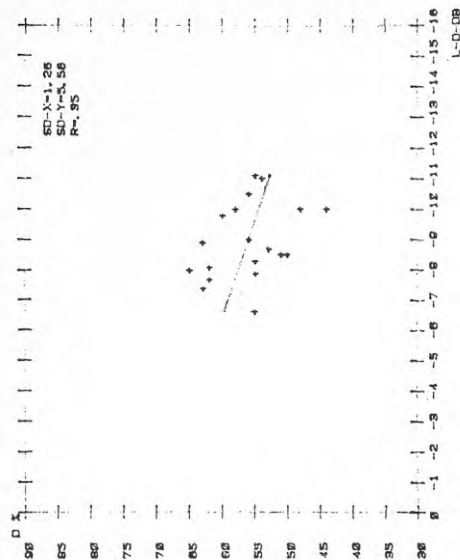
GRUPP 1. EKT=6 SEK ANTAL LOKALER=8, MÄTNING VID SIDAN, ANTAL. POS.=2:



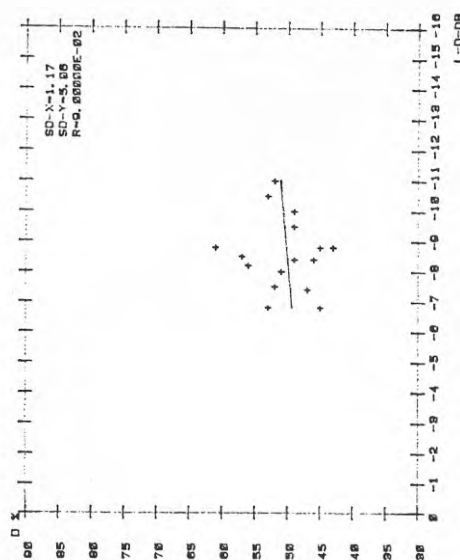
GRUPP 2. EKT=75 SEK ANTAL LOKALER=8, MÄTNING VID SIDAN, ANTAL. POS.=27



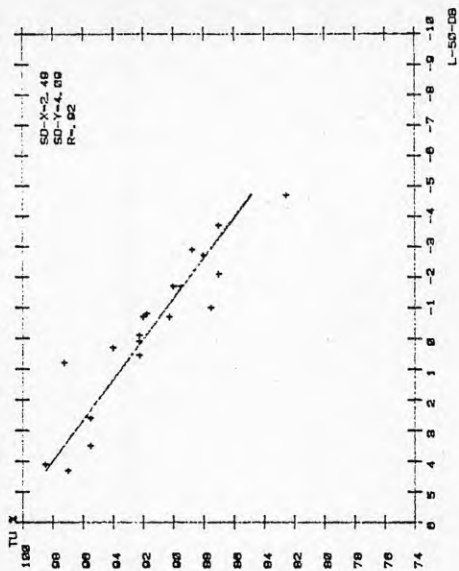
GRUPP 3. EKT=85 SEK ANTAL LOKALER=5, MÄTNING VID SIDAN, ANTAL. POS.=10



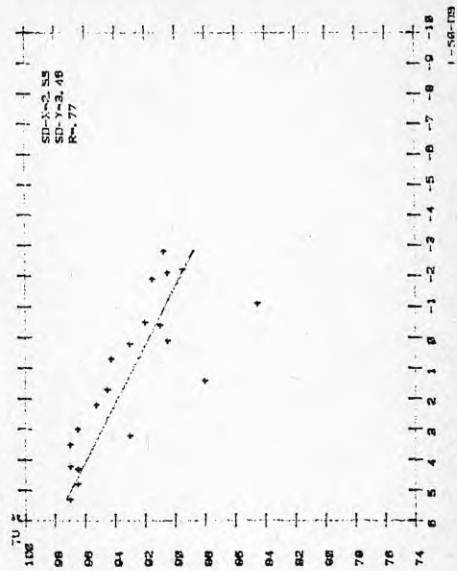
GRUPP 4. EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, MÄTNING VID SIDAN, ANTAL. POS.=17



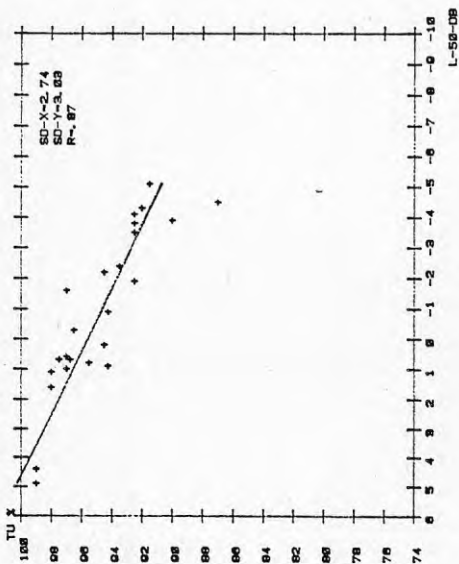
GRUPP 3. EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-S. MATNING I MITTELANTAL POS.-20



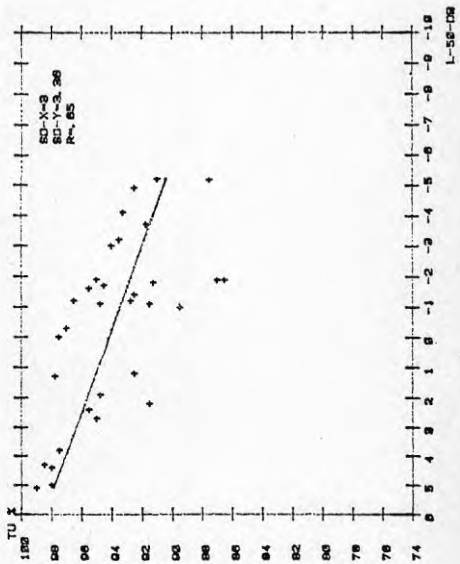
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-S. MATNING I MITTELANTAL POS.-20



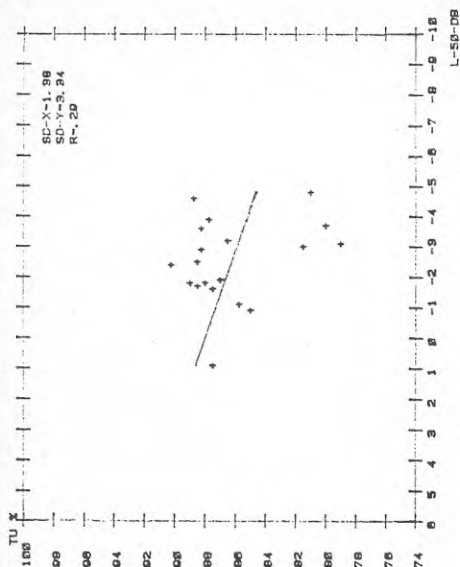
GRUPP 1. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8. MATNING I MITTELANTAL POS.-24



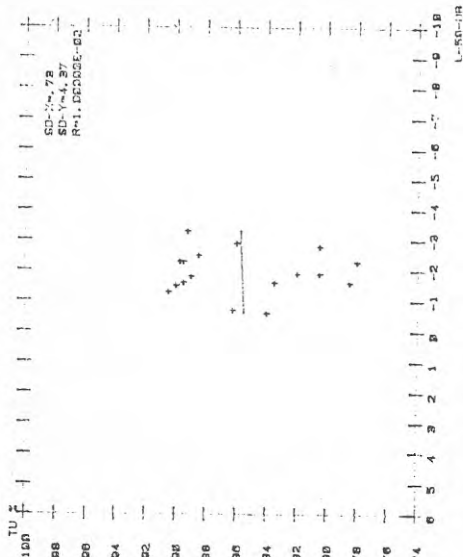
GRUPP 2. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8. MATNING I MITTELANTAL POS.-22



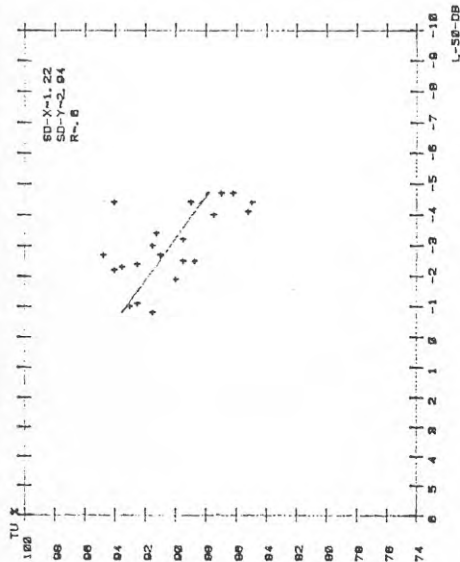
GRUPP 3. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -10



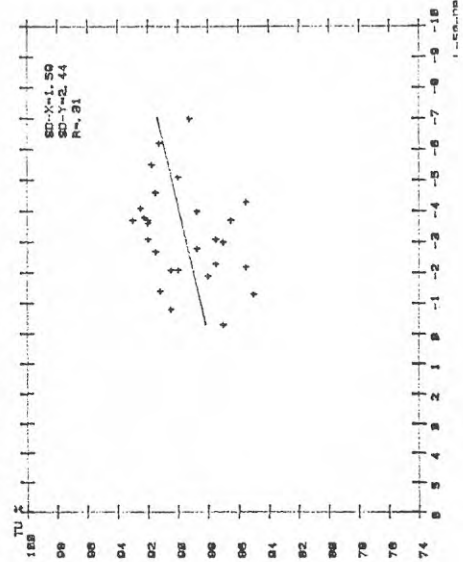
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -17



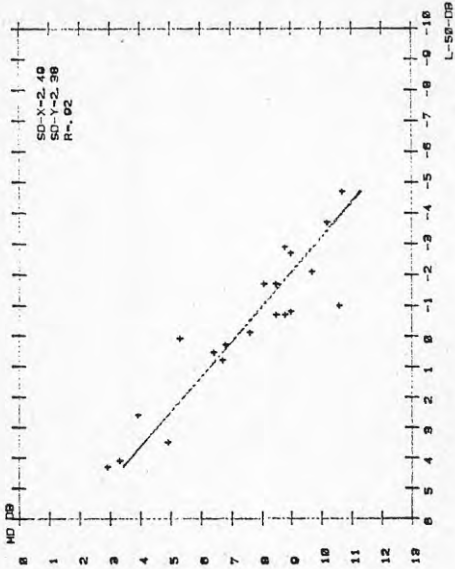
GRUPP 1. EKT-6 SEK ANTAL LOKALER-6. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -21



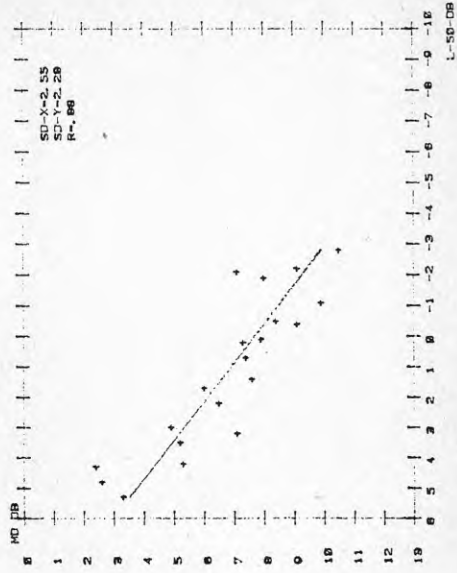
GRUPP 2. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-6. MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -27



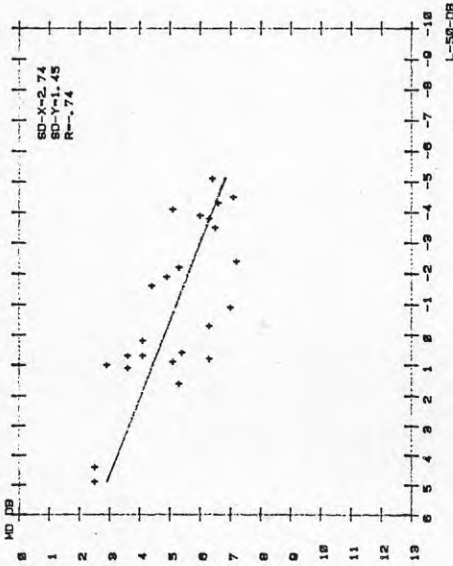
GRUPP 3, EKT-, 65 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTELANTAL POS. -23



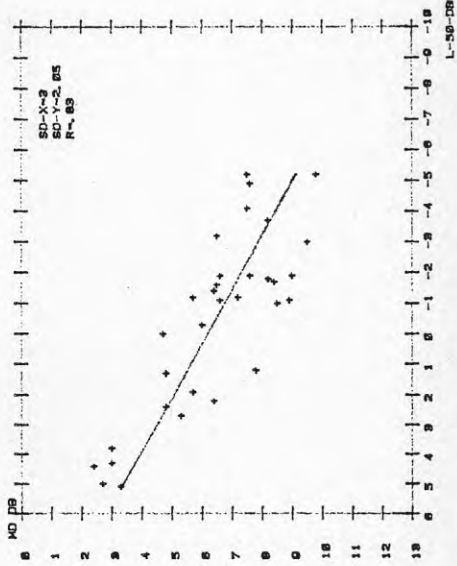
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTELANTAL POS. -28



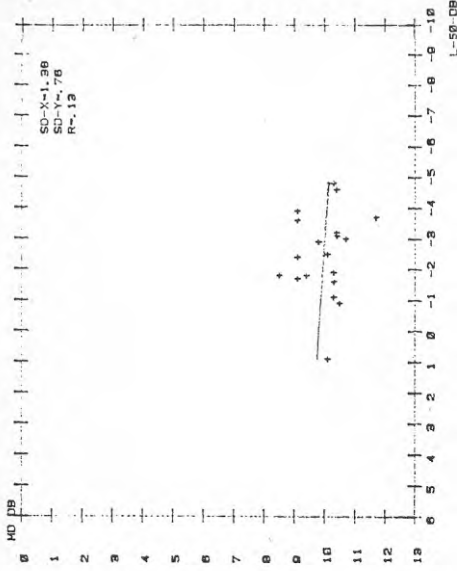
GRUPP 1, EKT-, 8 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTELANTAL POS. -24



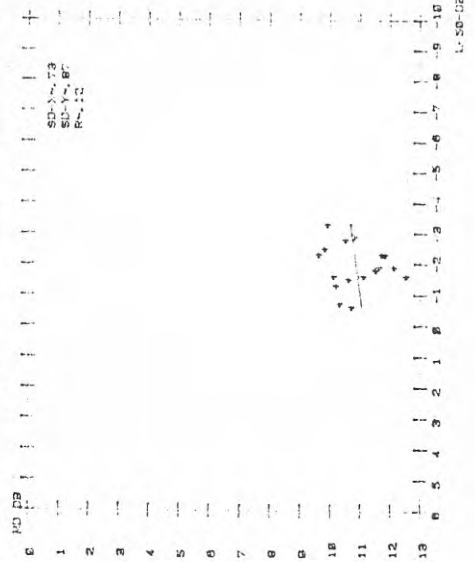
GRUPP 2, EKT-, 8 SEK ANTAL LOKALER-S, MATNING I MITTELANTAL POS. -82



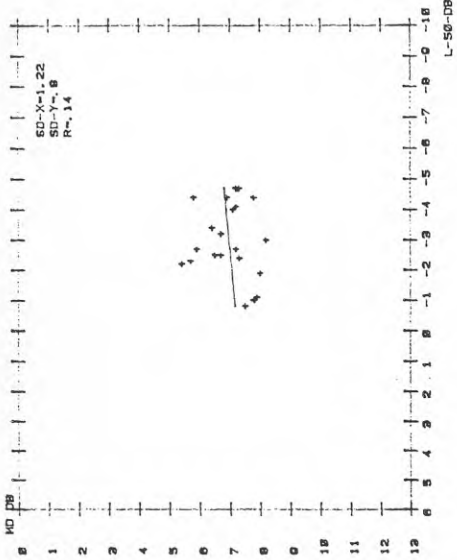
GRUPP 3, EKT=, 65 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =10



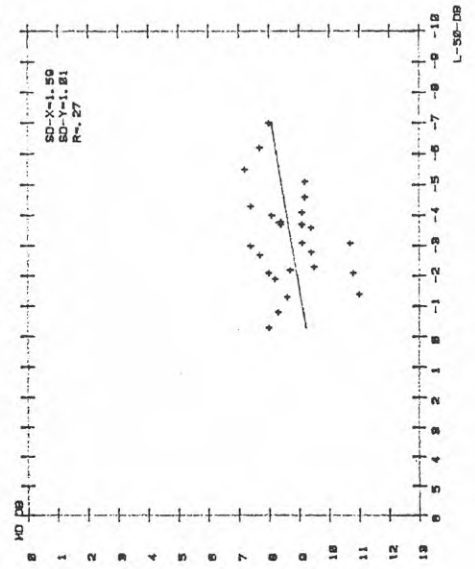
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =17



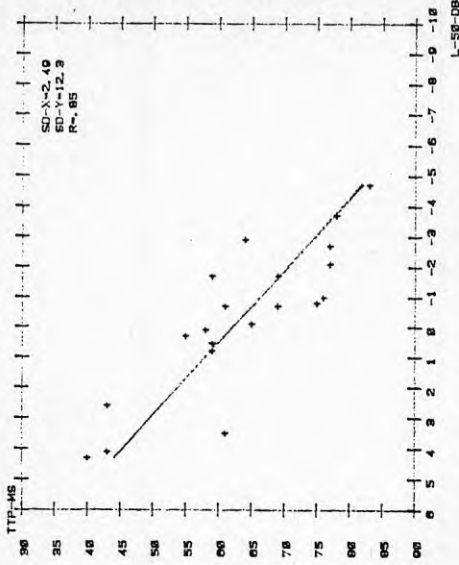
GRUPP 1, EKT=, 6 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =21



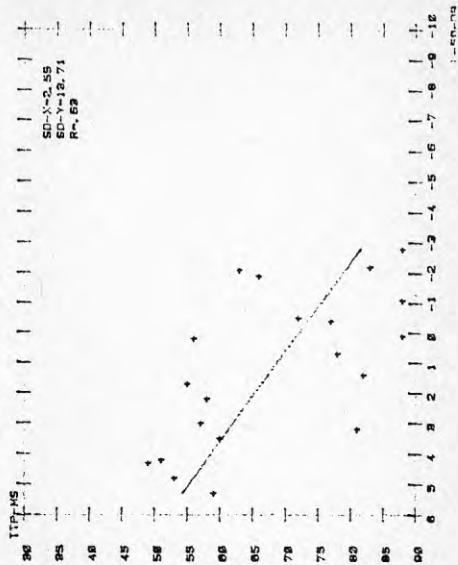
GRUPP 2, EKT=, 75 SEK ANTAL LOKALER=8, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. =27



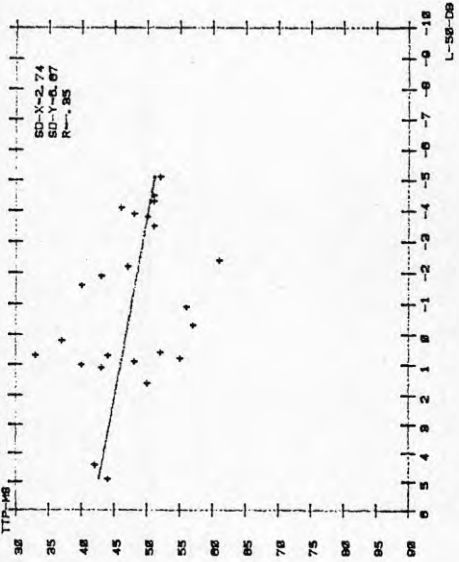
GRUPP 3. EXT.-85 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING I MITTELANTAL POS.=28



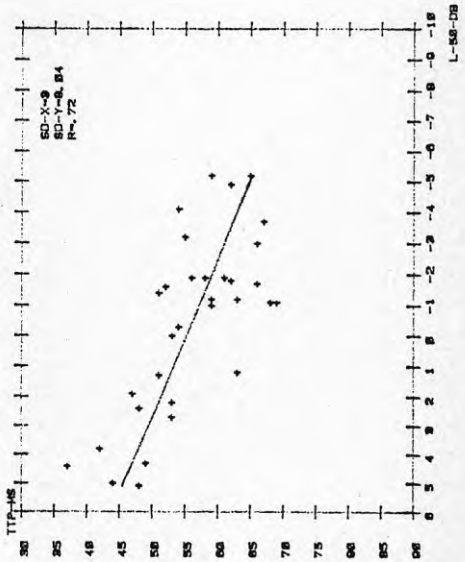
GRUPP 4. EXT.-1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING I MITTELANTAL POS.=28



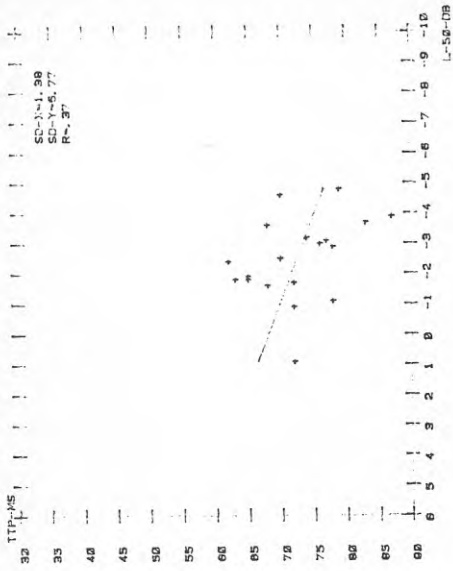
GRUPP 1. EXT.-0 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING I MITTELANTAL POS.=24



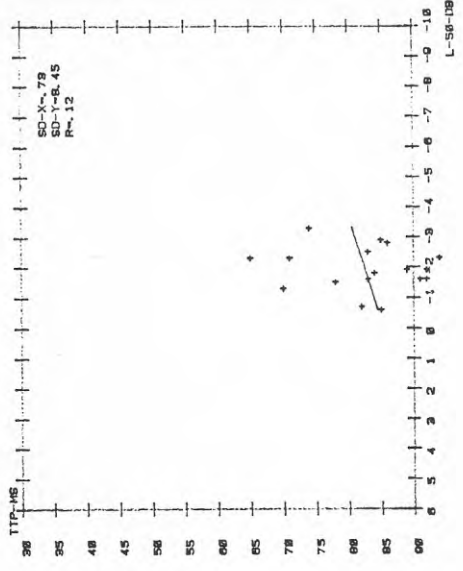
GRUPP 2. EXT.-8 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING I MITTELANTAL POS.=22



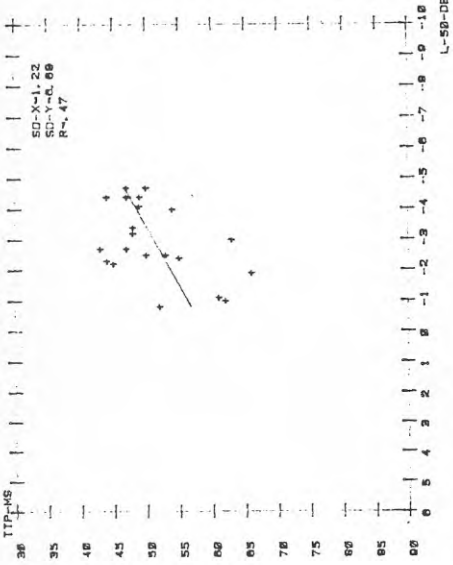
GRUPP 3, EKT-85 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -10



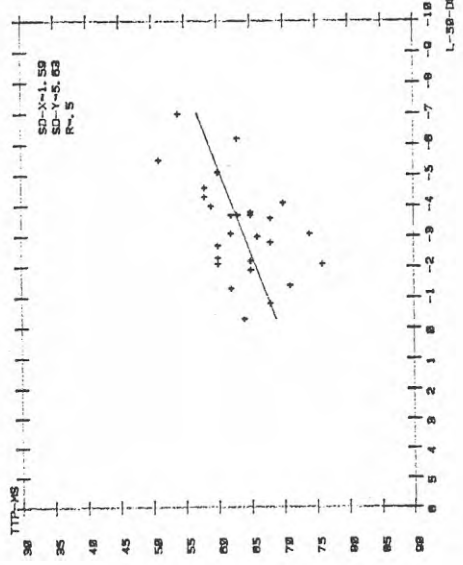
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -17



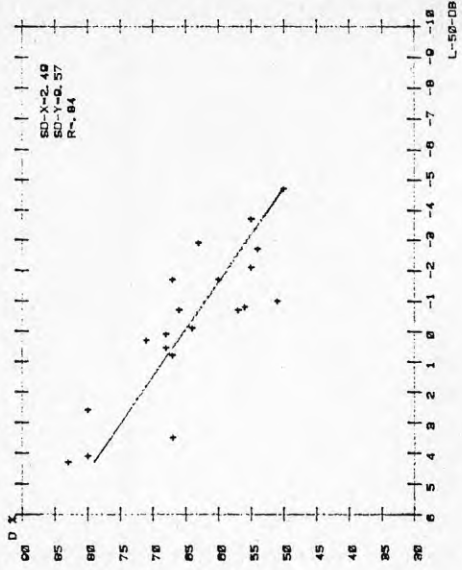
GRUPP 1, EKT-6 SEK ANTAL LOKALER=8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -21



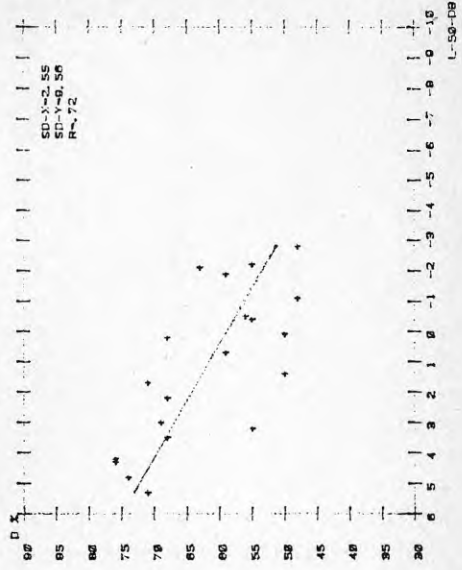
GRUPP 2, EKT-75 SEK ANTAL LOKALER=8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS. -27



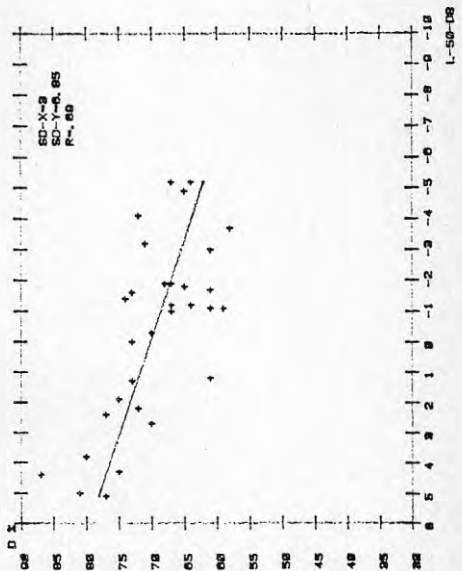
GRUPP 3, EKT-85 SEX ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTA. POS. -28



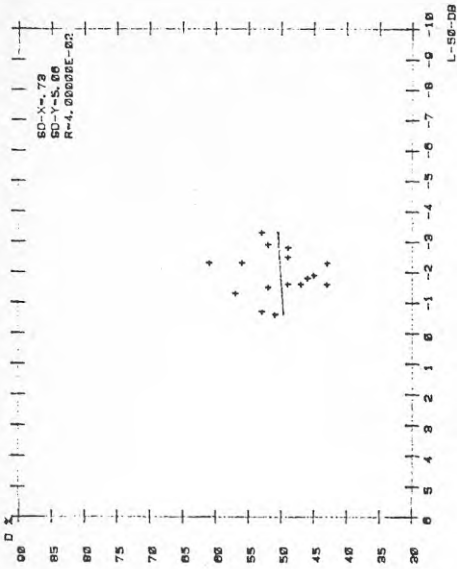
GRUPP 4, EKT-1 SEX ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTA. POS. -20



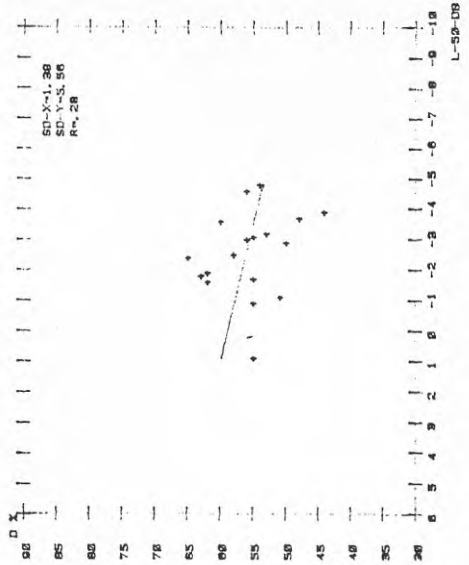
GRUPP 2, EKT-75 SEX ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTA. POS. -92



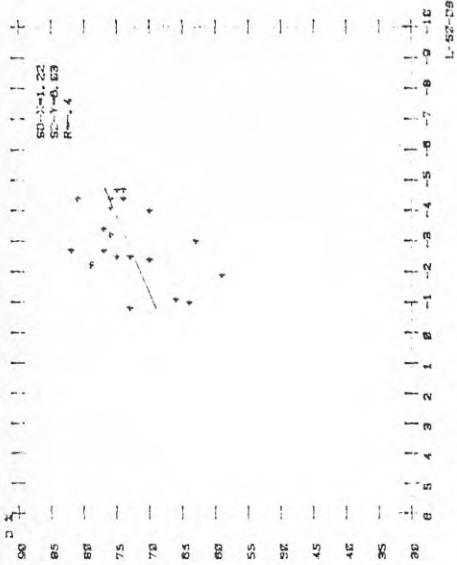
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=17



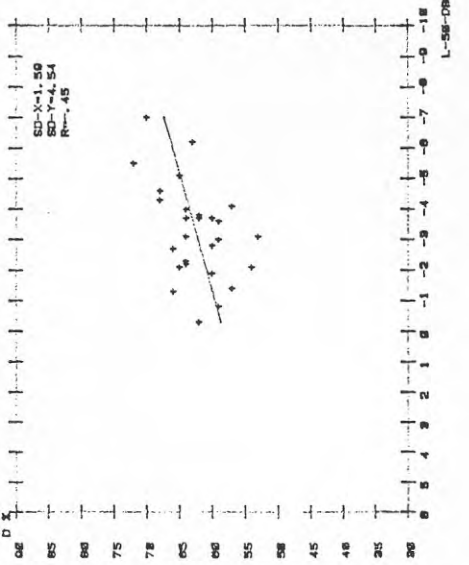
GRUPP 3, EKT=, 05 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=19



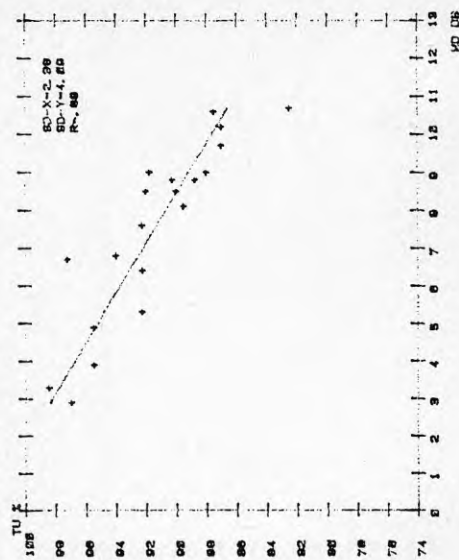
GRUPP 1, EKT=, 6 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=21



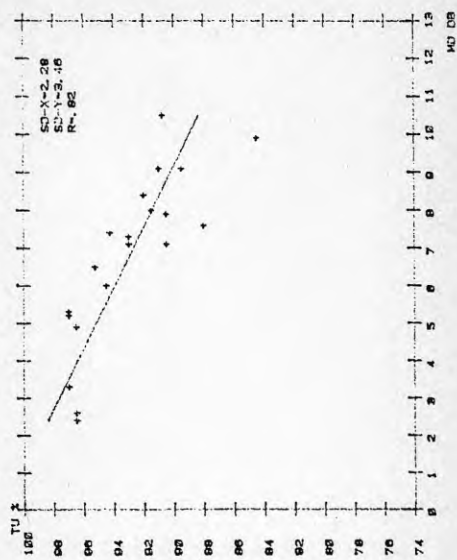
GRUPP 2, EKT=, 75 SEK ANTAL LOKALER=6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS.=27



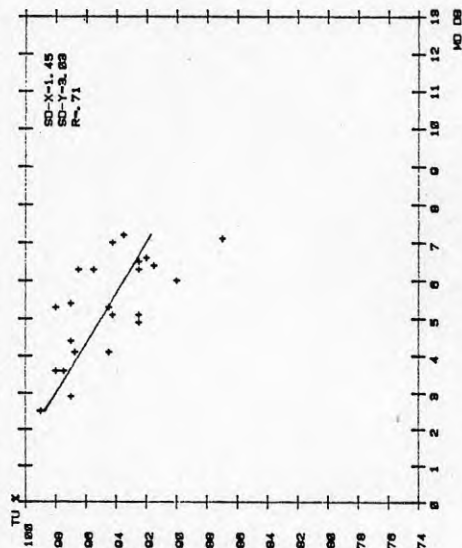
GRUPP 3. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-S. MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -23



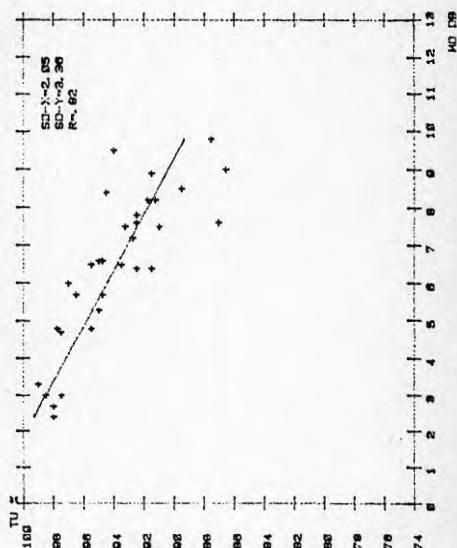
GRUPP 4. EKT-1 SEX ANTAL LOKALER-S. MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -23



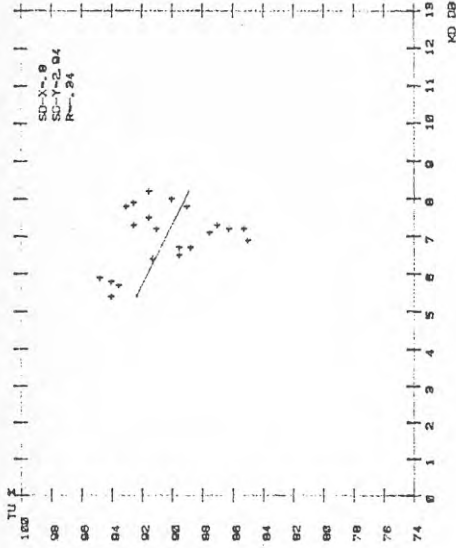
GRUPP 1. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-8. MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -24



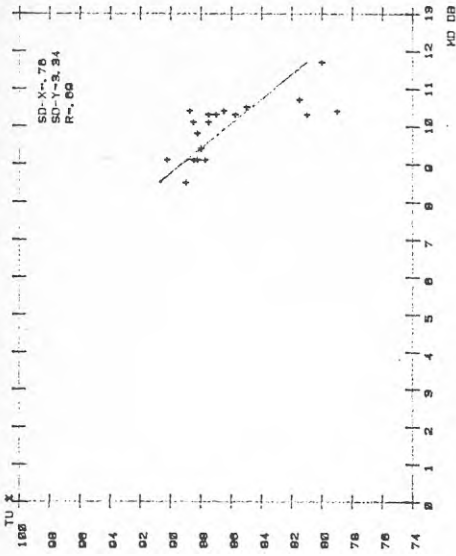
GRUPP 2. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-8. MATNING I MITTEN, ANTAL POS. -32



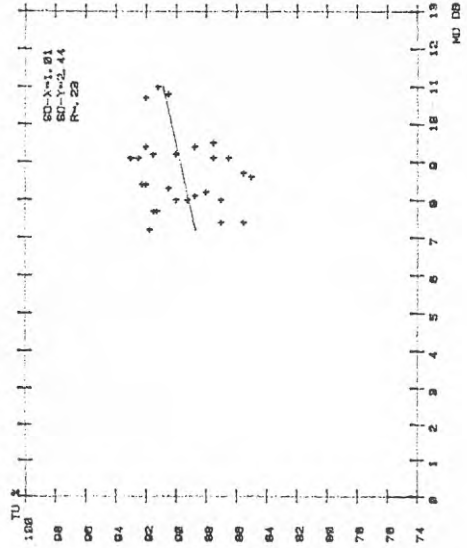
GRUPP 1, EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-21



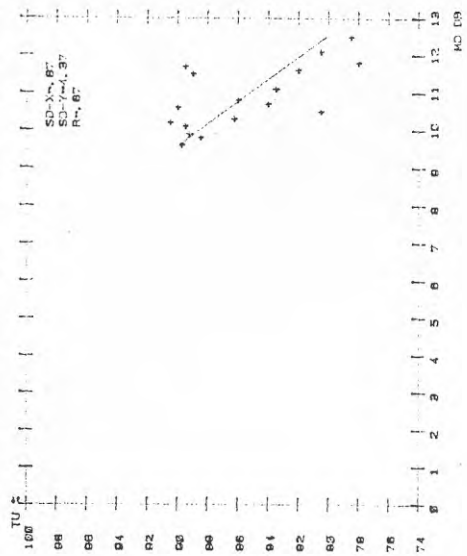
GRUPP 3, EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-19



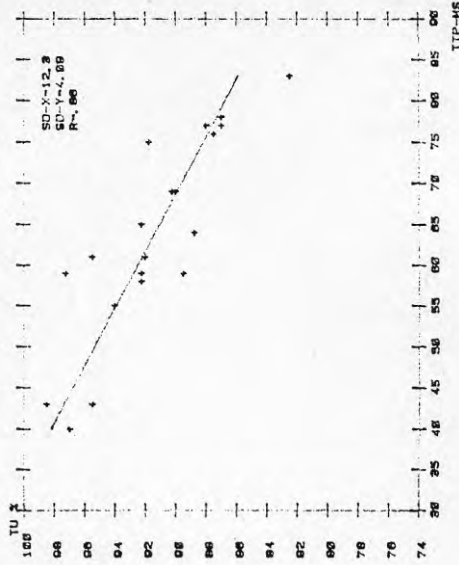
GRUPP 2, EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-27



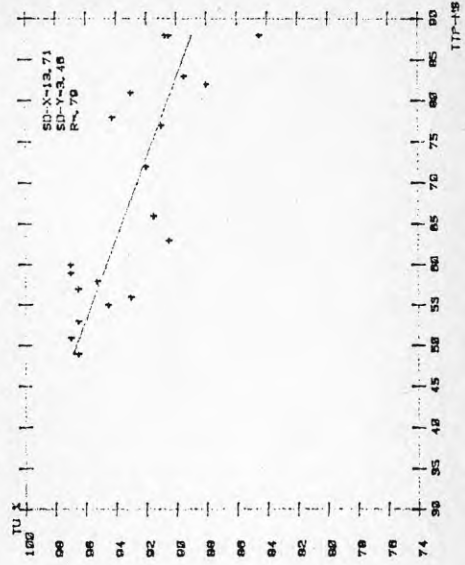
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-17



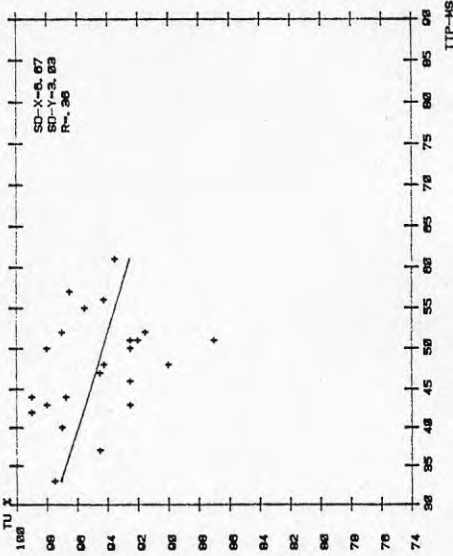
GRUPP 3, EKT-5 BEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-28



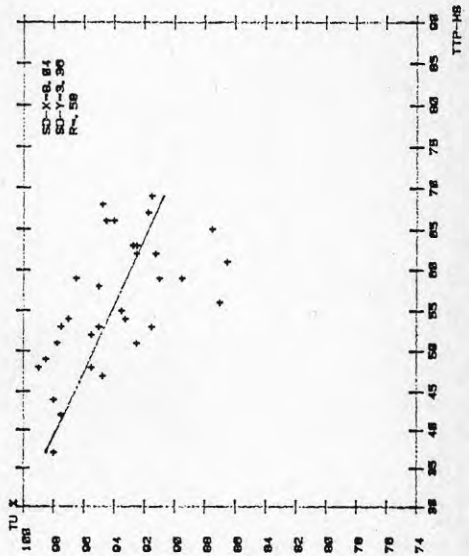
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-20



GRUPP 1, EKT-8 BEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-24

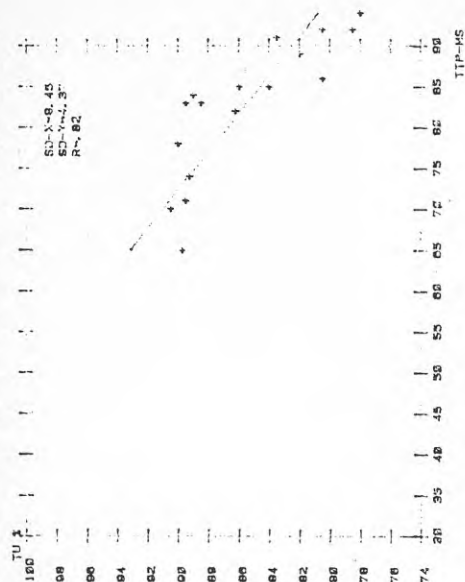


GRUPP 2, EKT-8 BEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEL ANTAL POS.-32

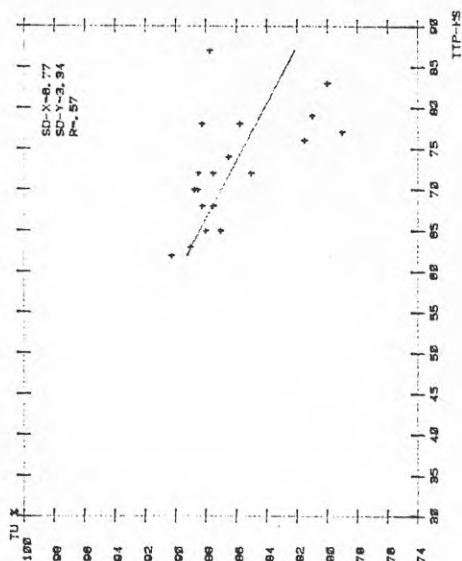


kurvblad 82 b

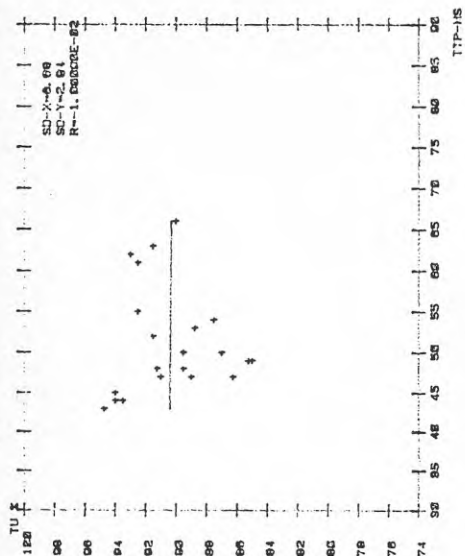
GRUPP 4. EXT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-17



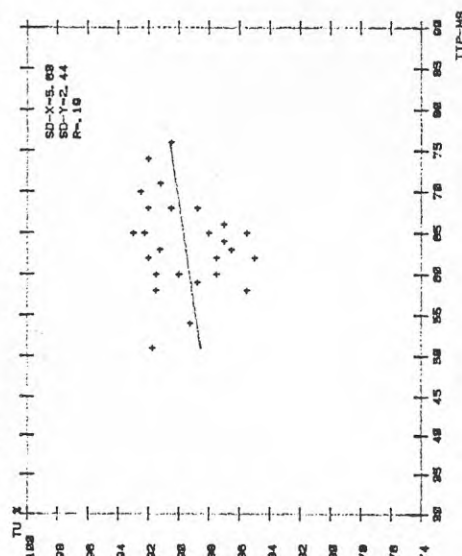
GRUPP 3. EXT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-19



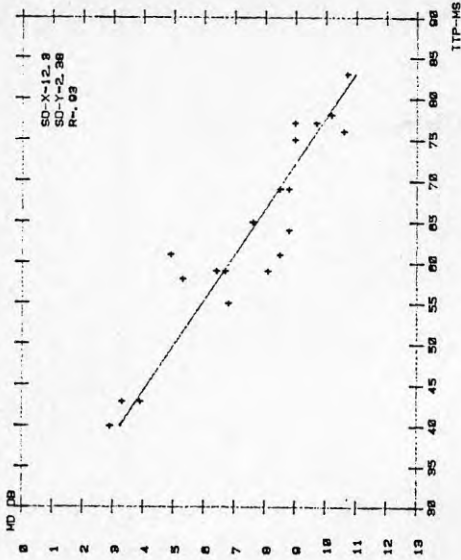
GRUPP 1. EXT-0 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-21



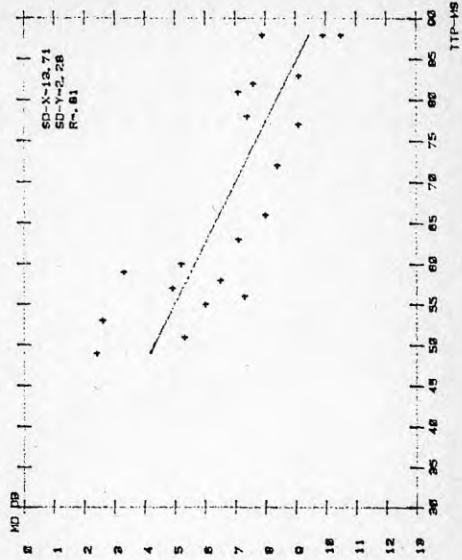
GRUPP 2. EXT-75 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN ANTAL POS.-27



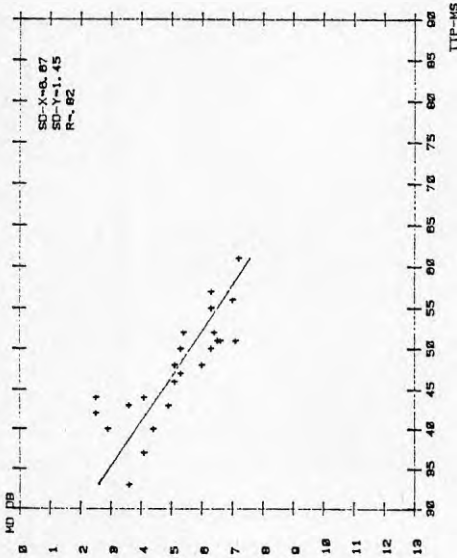
GRUPP 3. EKT-0 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-28



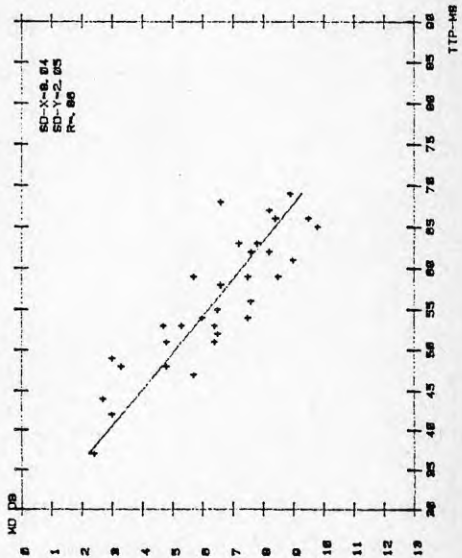
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-28



GRUPP 1. EKT-6 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-24

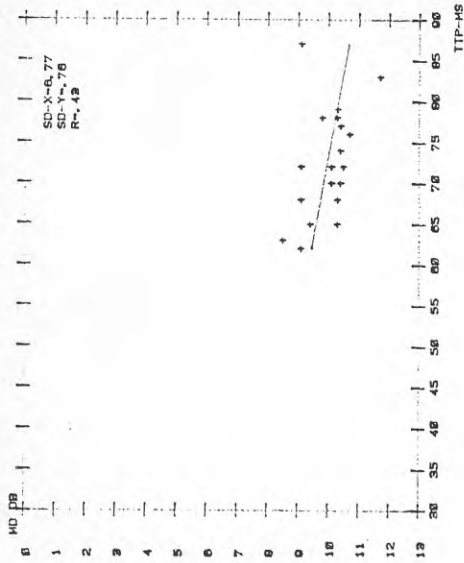


GRUPP 2. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING I MITTEN, ANTAL POS.-32

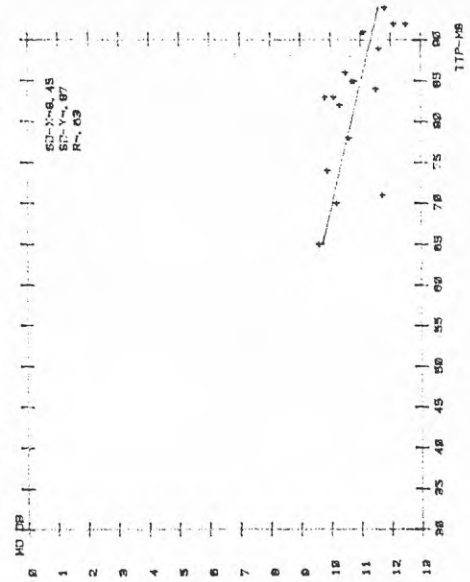


kurvblad 83 b

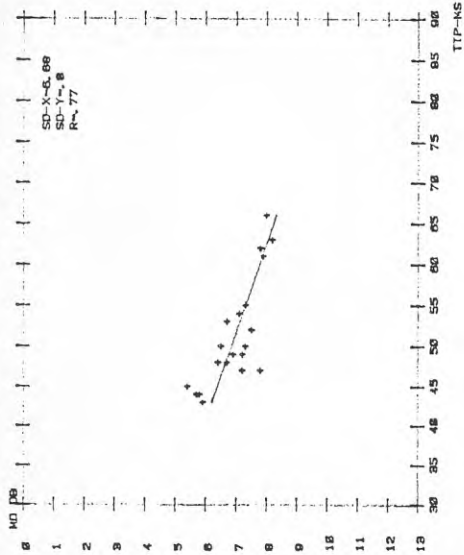
GRUPP 3. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -19



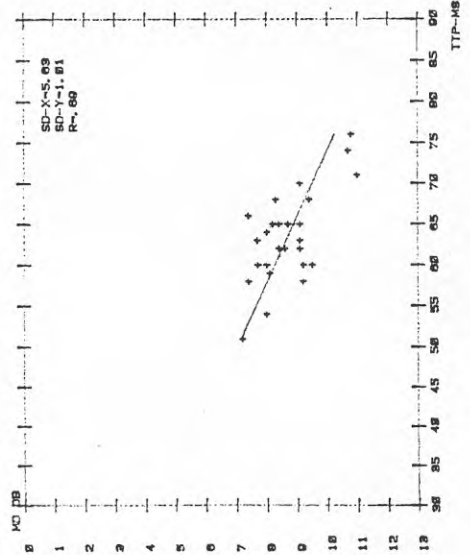
GRUPP 4. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -17



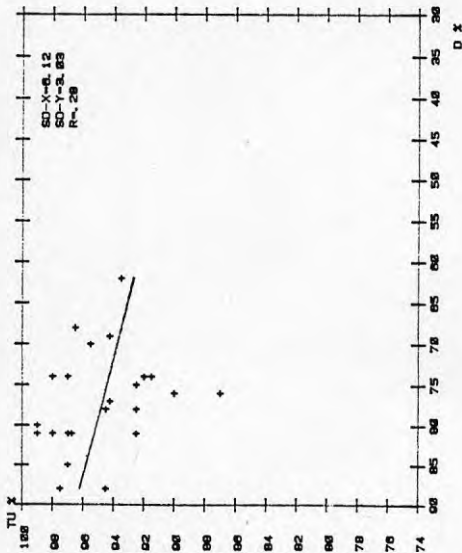
GRUPP 1. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -21



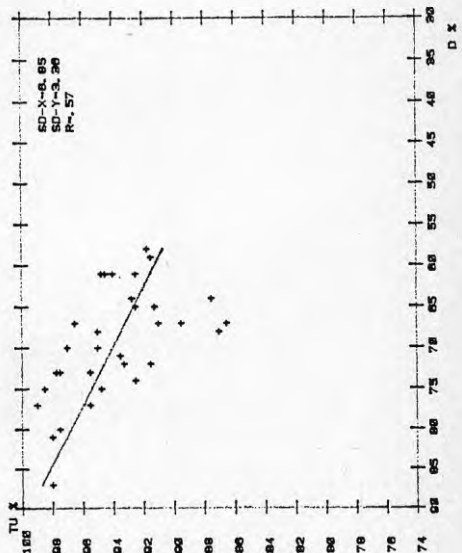
GRUPP 2. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -27



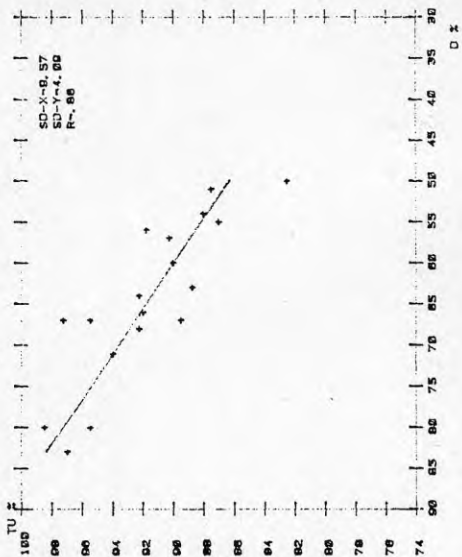
GRUPP 1. EKT-6 SEX ANTAL LOKALER-6 . MATNING I MITTEL ANTAL POS.-24



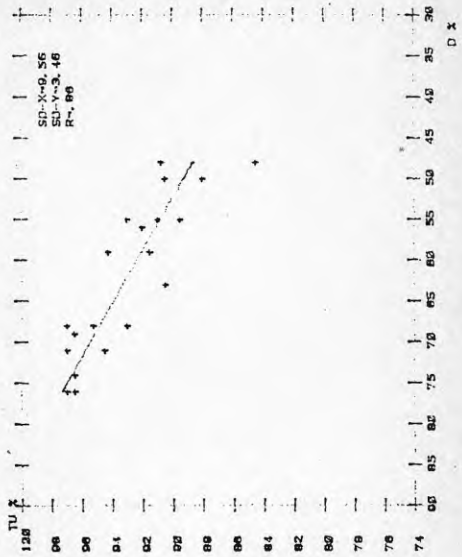
GRUPP 2. EKT-8 SEX ANTAL LOKALER-8 . MATNING I MITTEL ANTAL POS.-32



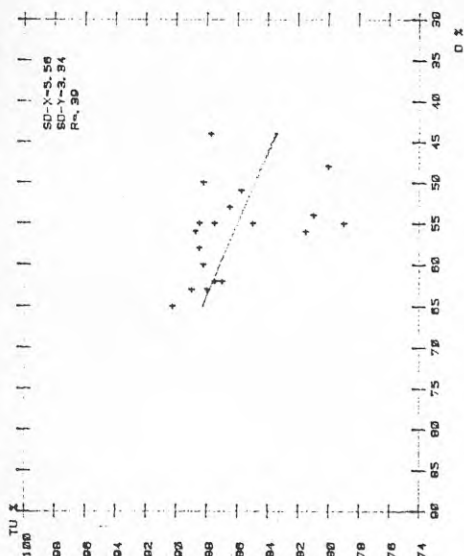
GRUPP 3. EKT-0 SEX ANTAL LOKALER-5 . MATNING I MITTEL ANTAL POS.-20



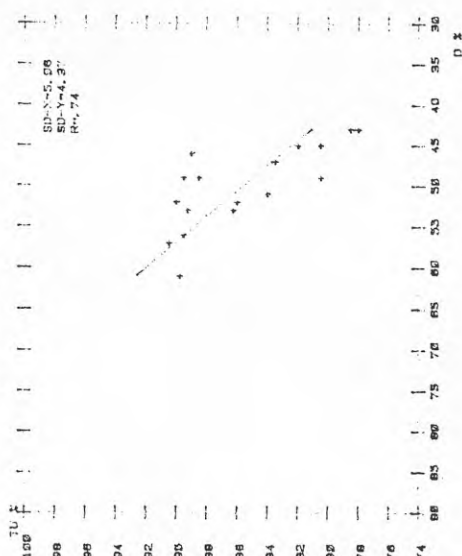
GRUPP 4. EKT-1 SEX ANTAL LOKALER-5 . MATNING I MITTEL ANTAL POS.-20



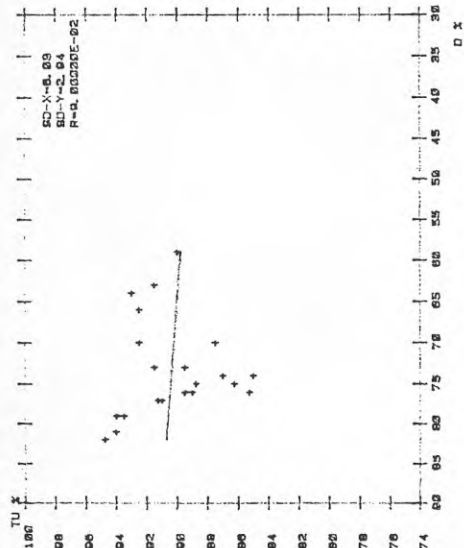
GRUPP 3. EKT=85 SEK ANTAL LOKALER=5. MATNING VID SIDAN ANTAL POS.=19



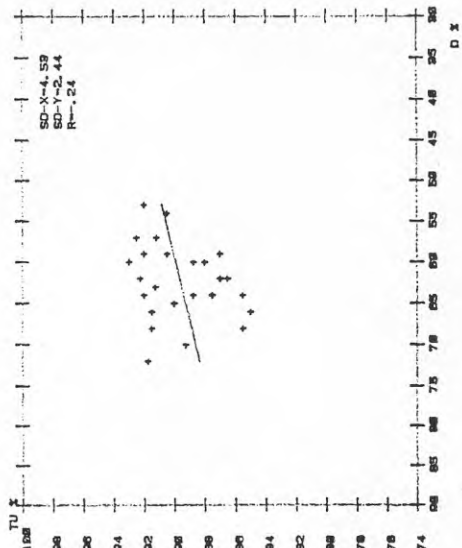
GRUPP 4. EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5. MATNING VID SIDAN ANTAL POS.=17



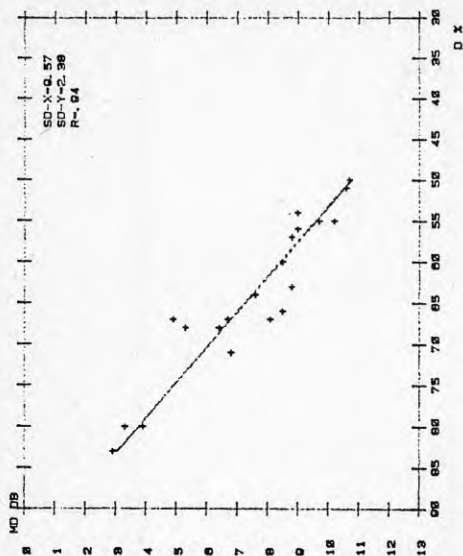
GRUPP 1. EKT=8 SEK ANTAL LOKALER=8. MATNING VID SIDAN ANTAL POS.=21



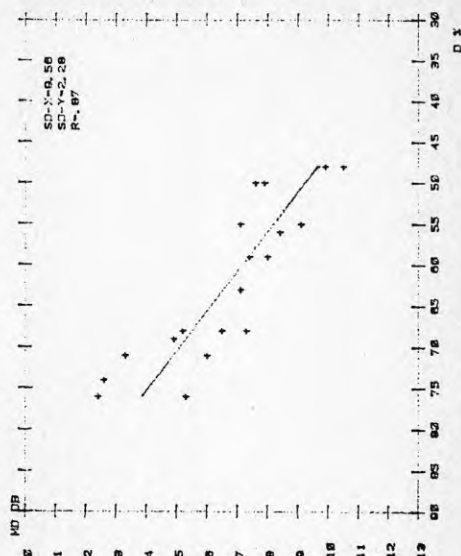
GRUPP 2. EKT=75 SEK ANTAL LOKALER=8. MATNING VID SIDAN ANTAL POS.=27



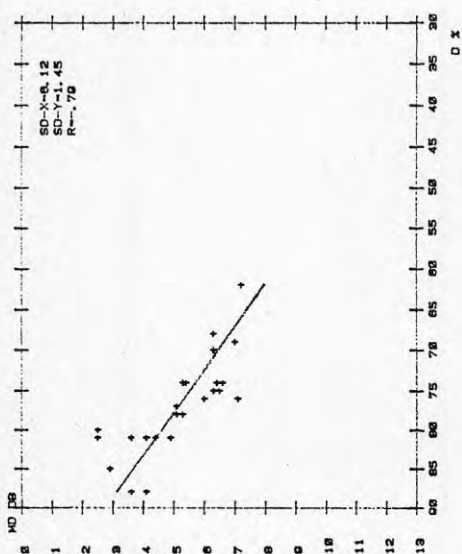
GRUPP 3. EKT-9 SEK ANTAL LOKALER-5. MATNING I MITTELANTAL POS.-20



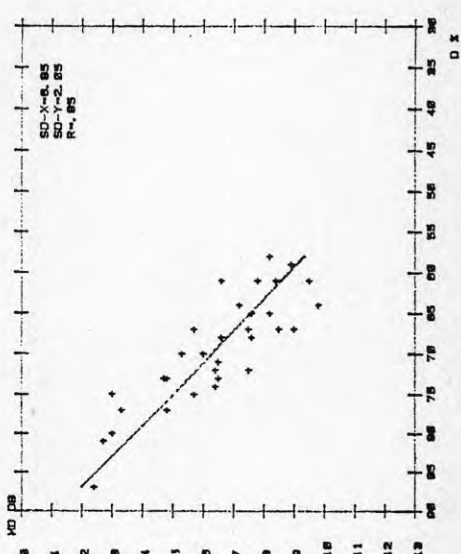
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5. MATNING I MITTELANTAL POS.-20



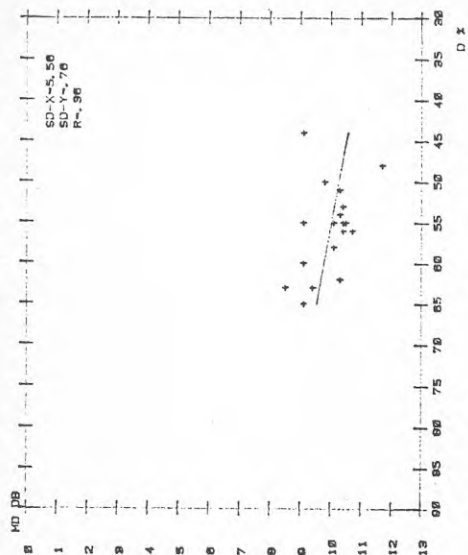
GRUPP 1. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-6. MATNING I MITTELANTAL POS.-24



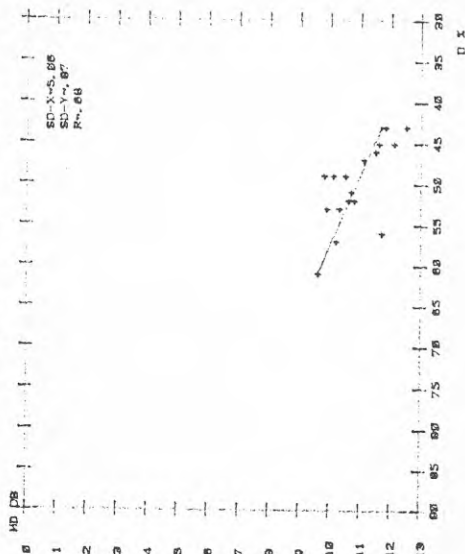
GRUPP 2. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-6. MATNING I MITTELANTAL POS.-22



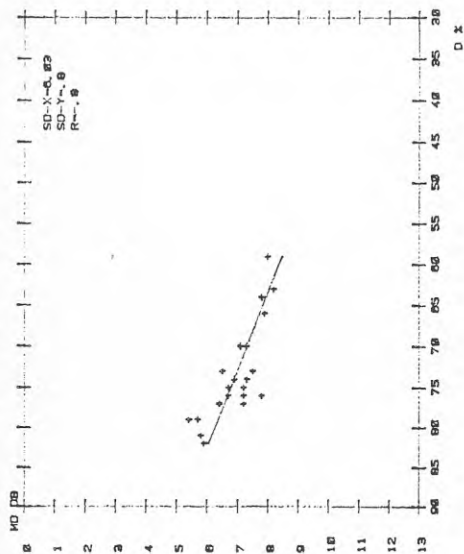
GRUPP 3, EKT-65 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -19



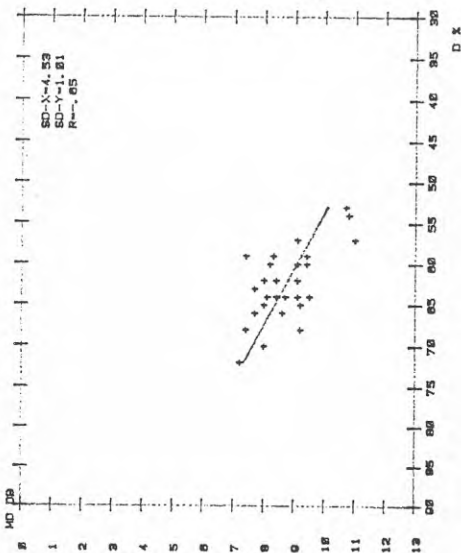
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -17



GRUPP 1, EKT-6 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -21

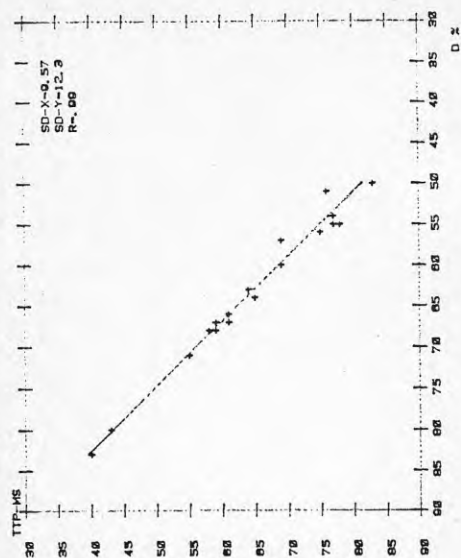


GRUPP 2, EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -27

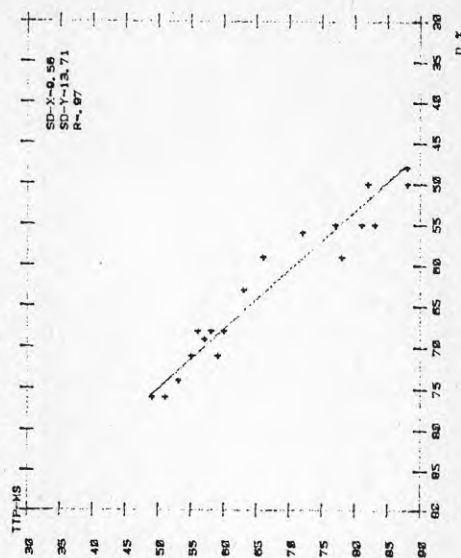


kurvblad 86 a

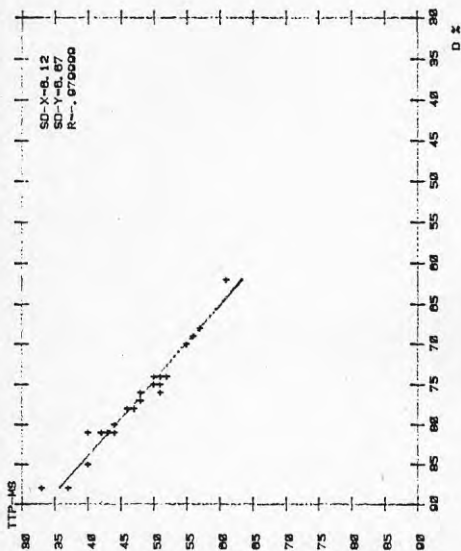
GRUPP 3, EKT-65 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=28



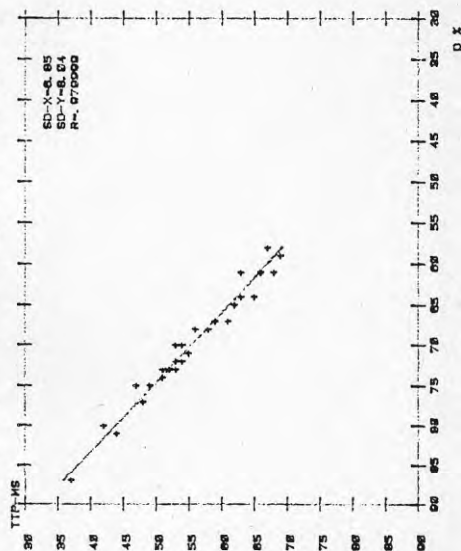
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER=5, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=28



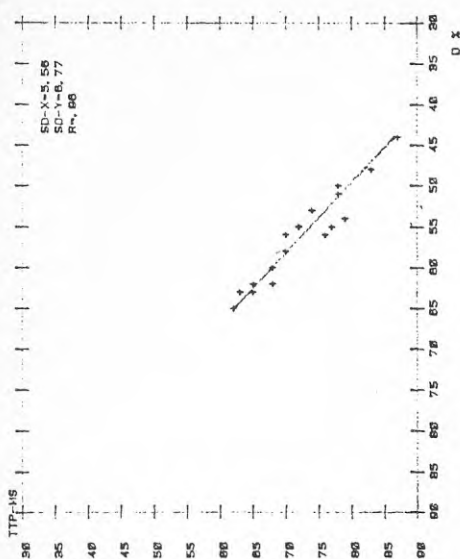
GRUPP 1, EKT-6 SEK ANTAL LOKALER=3, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=24



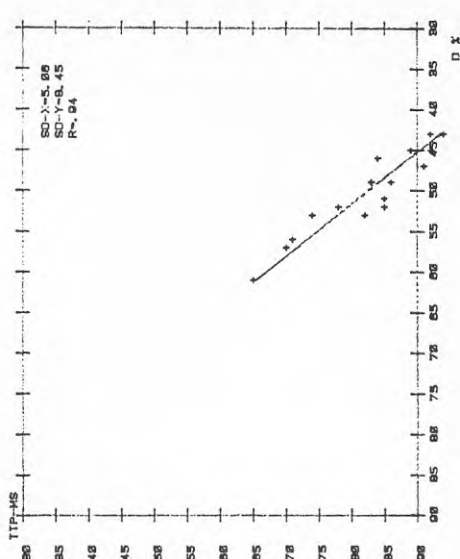
GRUPP 2, EKT-9 SEK ANTAL LOKALER=8, MATNING I MITTEL ANTAL POS.=32



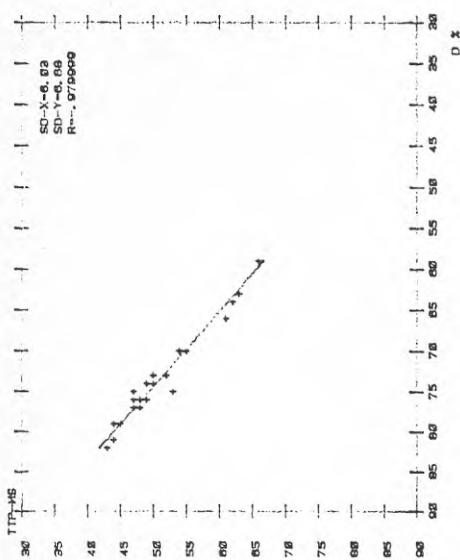
GRUPP 3, EKT-, 85 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -19



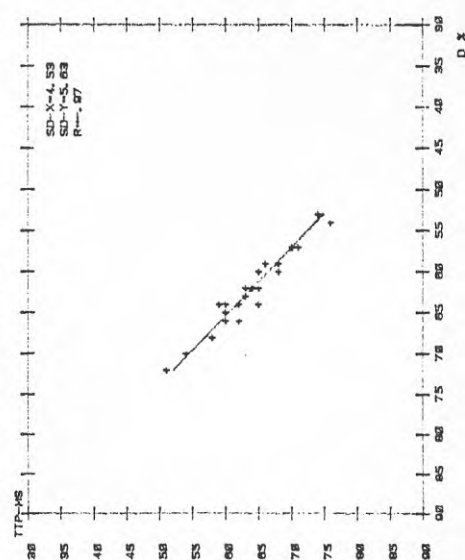
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -17



GRUPP 1, EKT-, 6 SEK ANTAL LOKALER-6, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -21

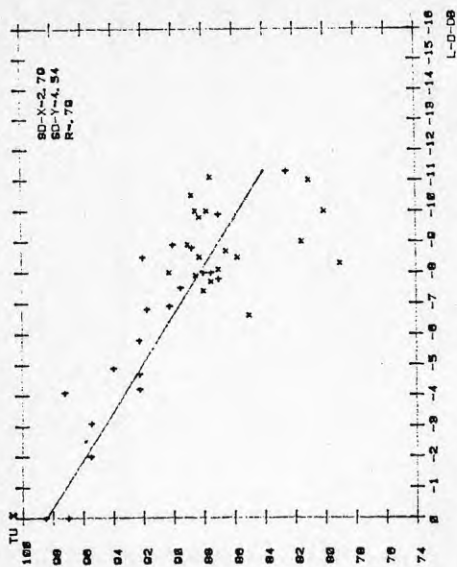


GRUPP 2, EKT-, 75 SEK ANTAL LOKALER-8, MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. -27

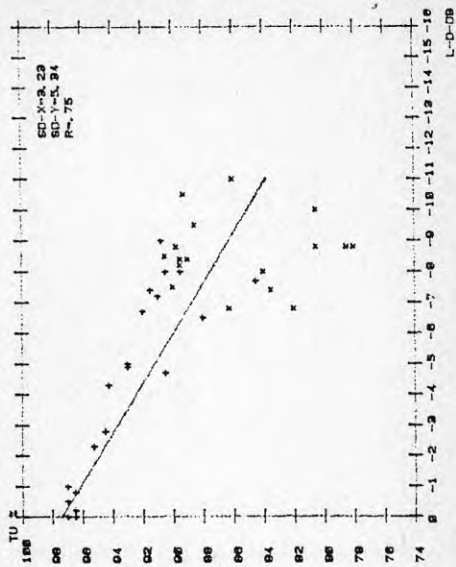


kurvblad 87

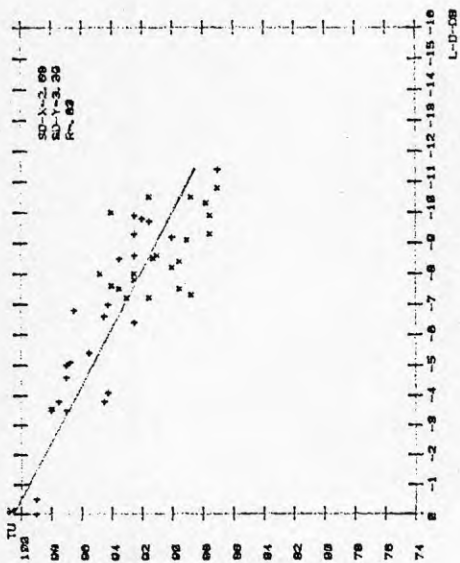
GRUPP 3, EKT=85 SEX ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=89



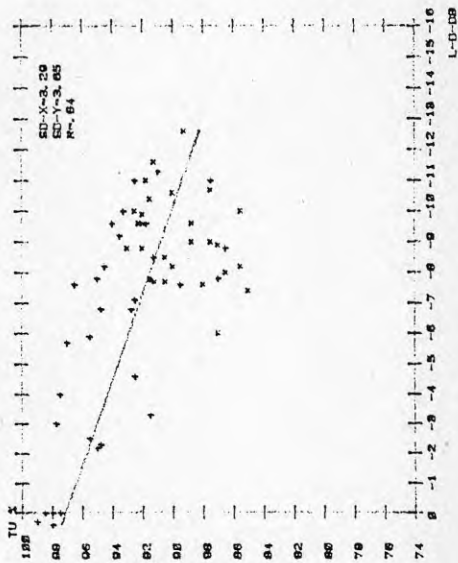
GRUPP 4, EKT=1 SEX ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=27



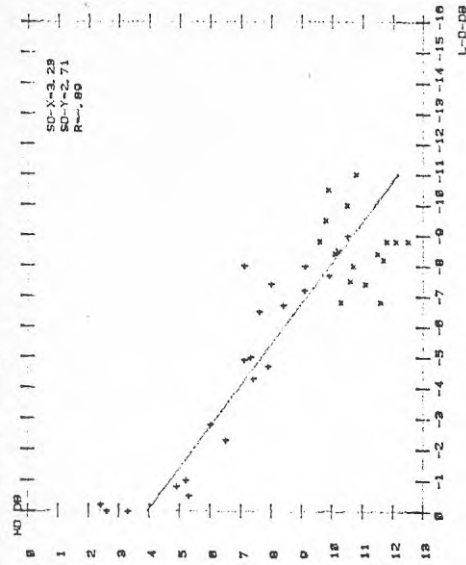
GRUPP 1, EKT=6 SEX ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=45



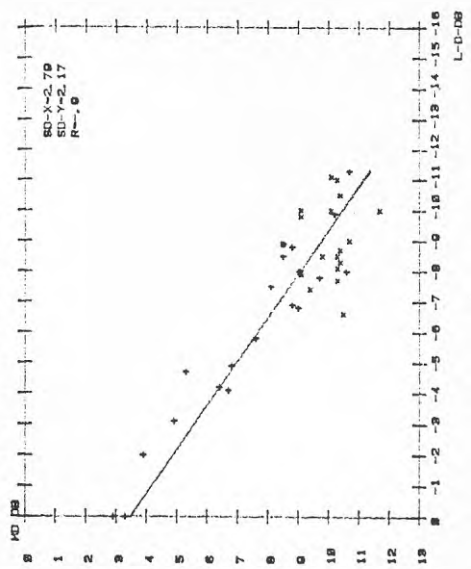
GRUPP 2, EKT=75 SEX ANTAL LOKALER=9, ANTAL POS.=50



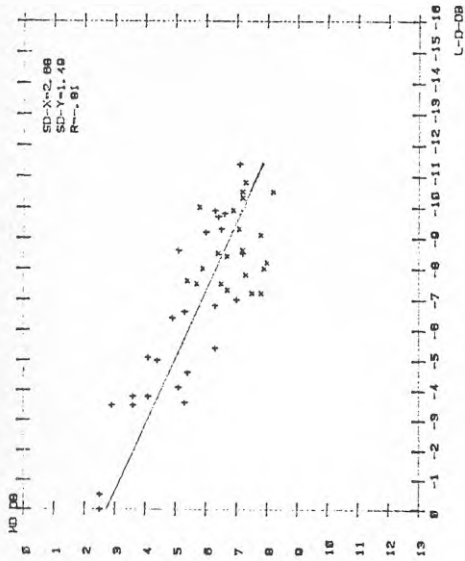
GRUPP 4. EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=87



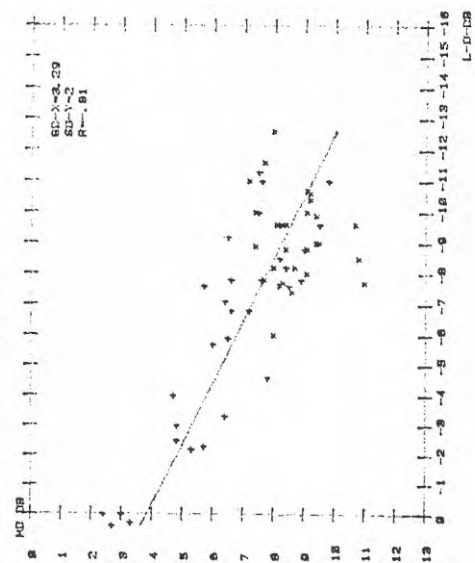
GRUPP 3. EKT=85 SEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=90



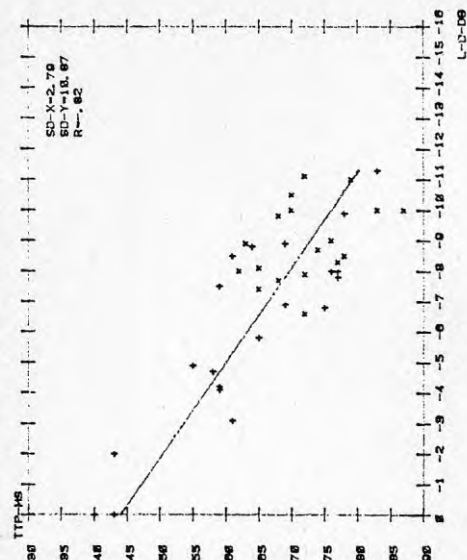
GRUPP 1. EKT=0 SEK ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=45



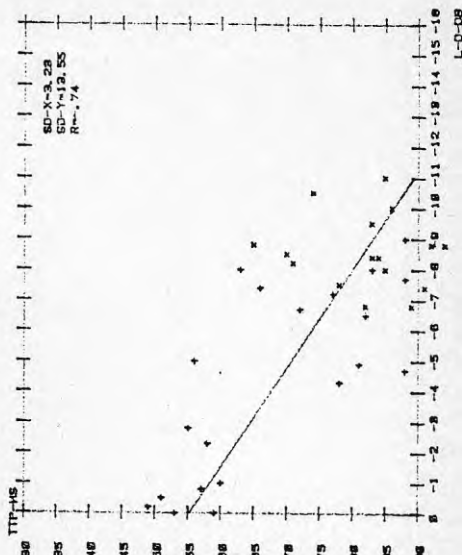
GRUPP 2. EKT=75 SEK ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=99



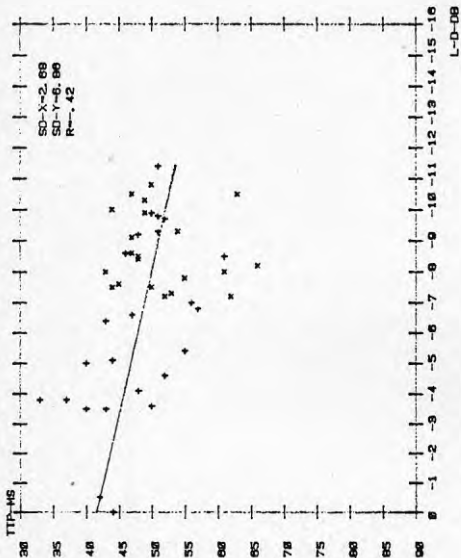
GRUPP 3, EKT=, 85 SEX ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=39



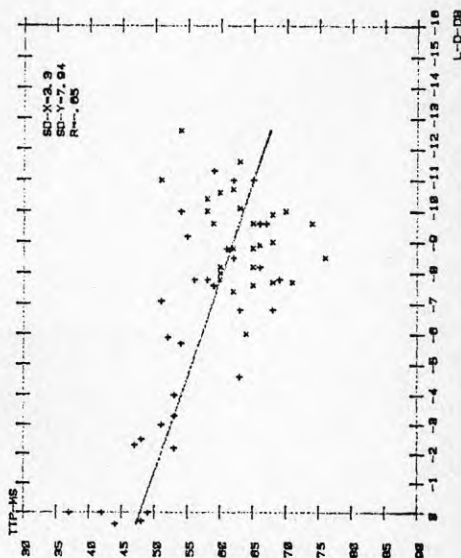
GRUPP 4, EKT=1, 56 SEX ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=37



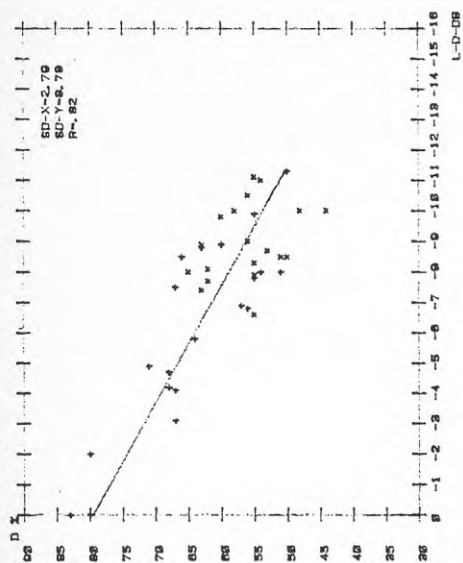
GRUPP 1, EKT=, 6 SEX ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=45



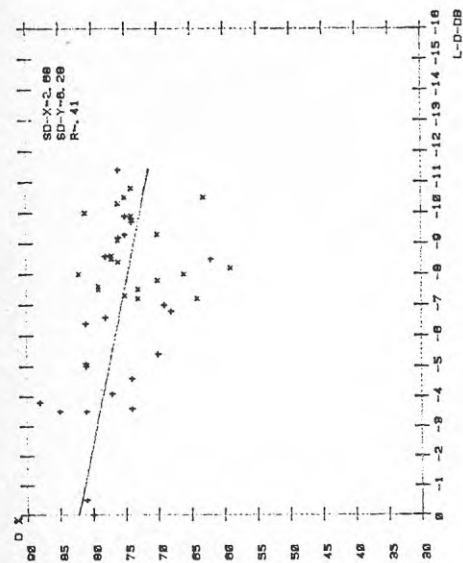
GRUPP 2, EKT=, 75 SEX ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=59



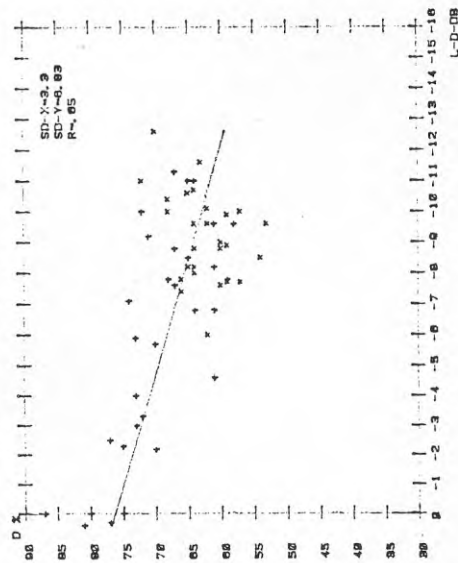
GRUPP 3. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, ANTAL POS. -89



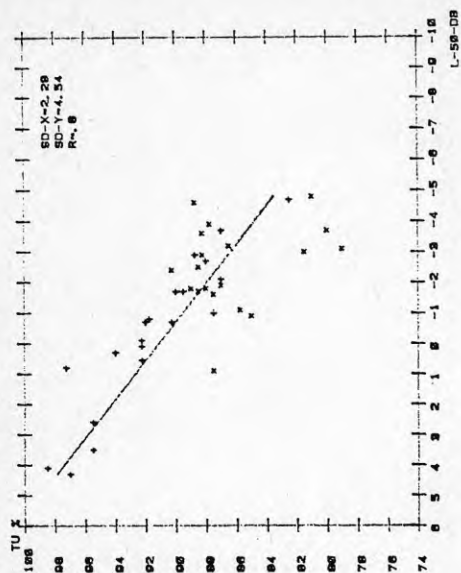
GRUPP 1. EKT-80 SEK ANTAL LOKALER-8, ANTAL POS. -45



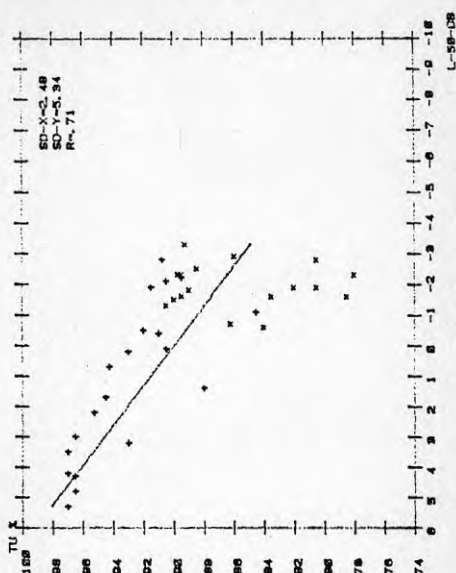
GRUPP 2. EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-8, ANTAL POS. -59



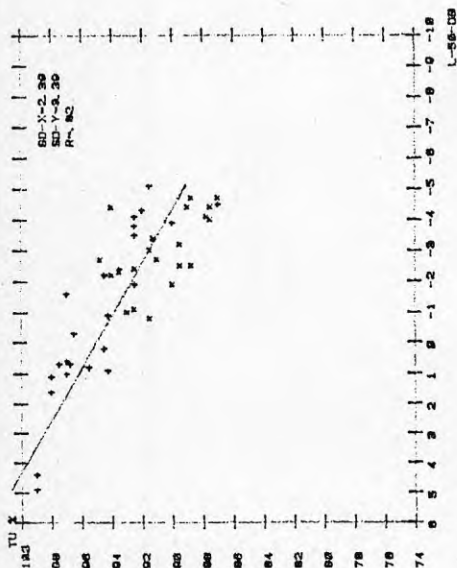
GRUPP 2, EKT=, 85 SEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=39



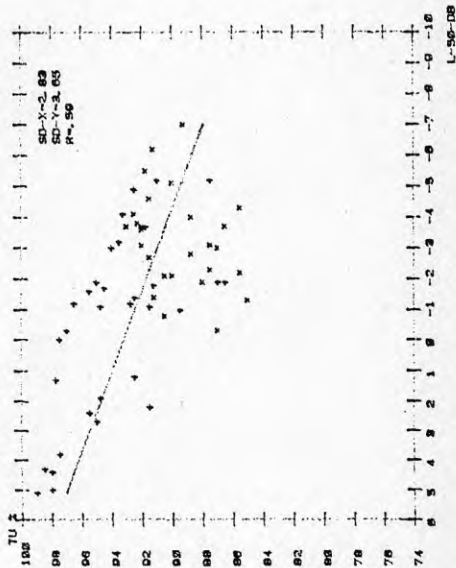
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=97



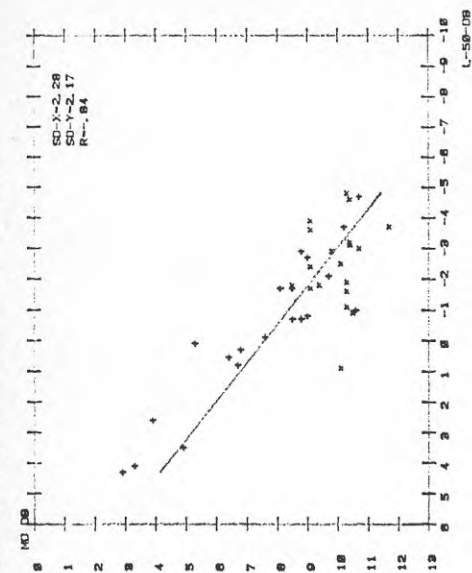
GRUPP 1, EKT=, 0 SEK ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=45



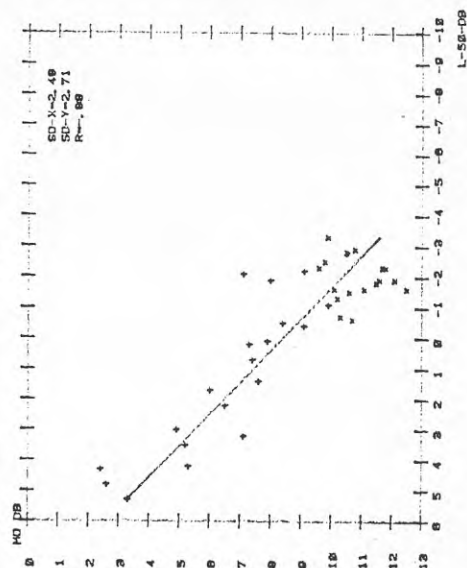
GRUPP 2, EKT=, 75 SEK ANTAL LOKALER=8, ANTAL POS.=50



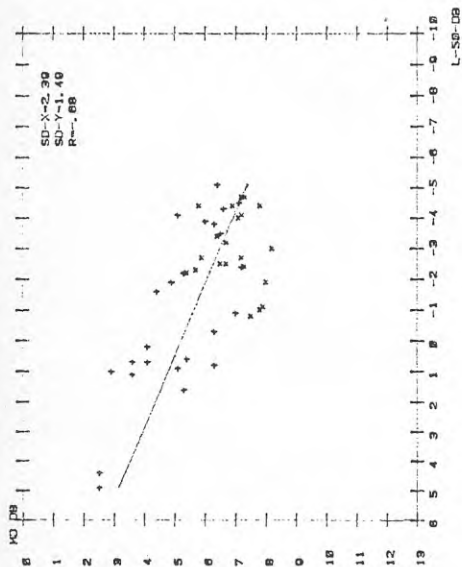
GRUPP 3, EKT=, 85 SEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS. =90



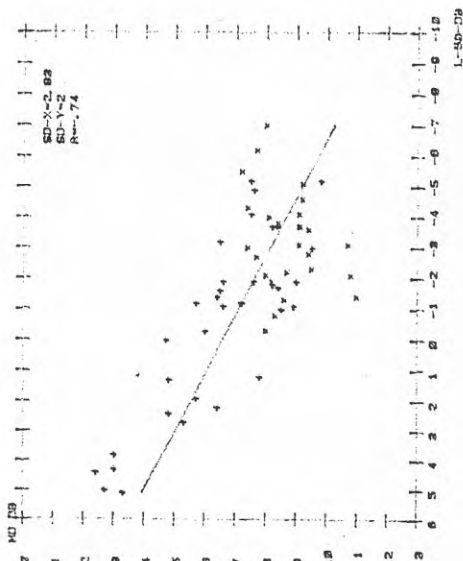
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS. =97



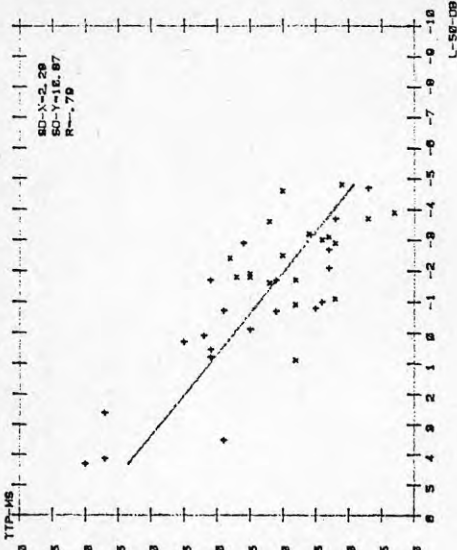
GRUPP 1, EKT=, 6 SEK ANTAL LOKALER=9, ANTAL POS. =45



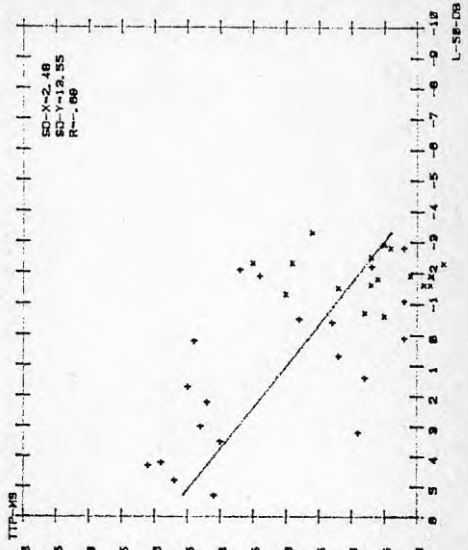
GRUPP 2, EKT=, 75 SEK ANTAL LOKALER=9, ANTAL POS. =59



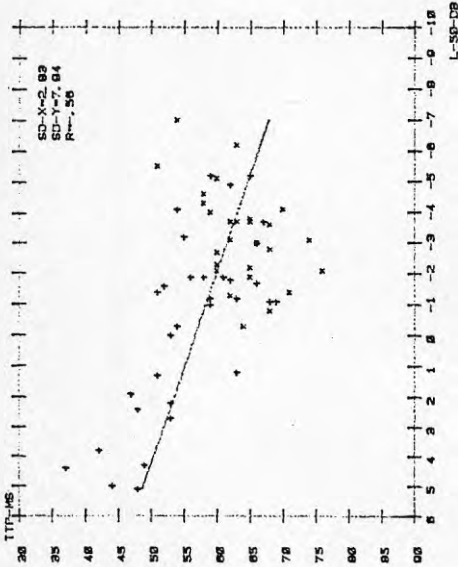
GRUPP 3, EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, ANTAL POS.-99



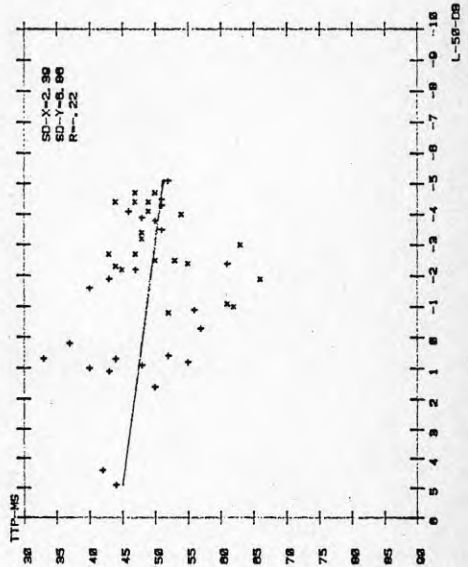
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, ANTAL POS.-97



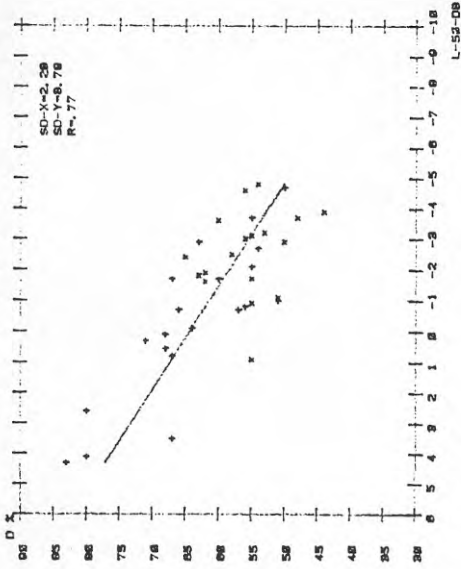
GRUPP 2, EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-6, ANTAL POS.-59



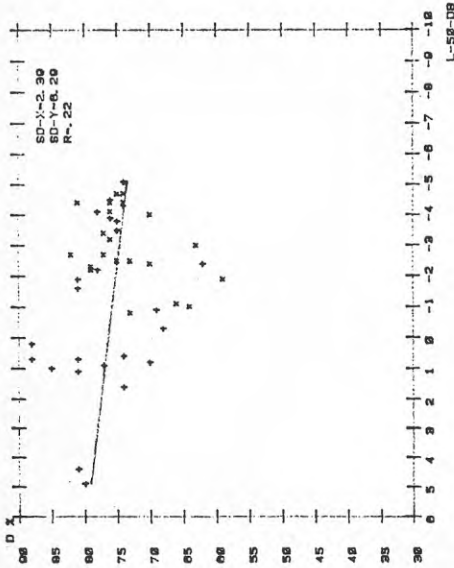
GRUPP 1, EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-6, ANTAL POS.-45



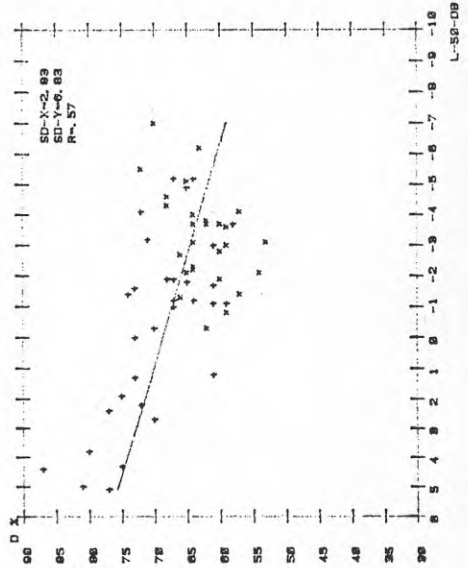
GRUPP 3. EKT-05 BEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=30



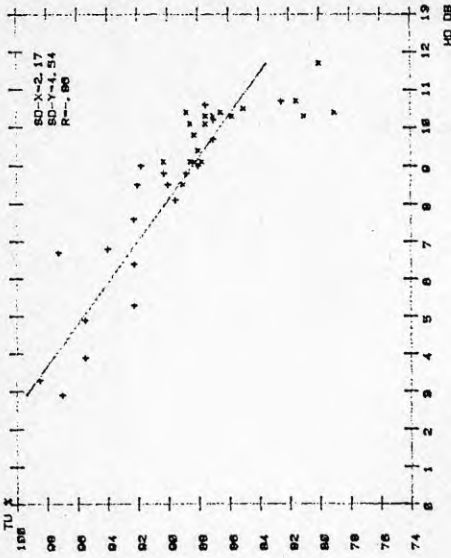
GRUPP 1. EKT-08 BEK ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=43



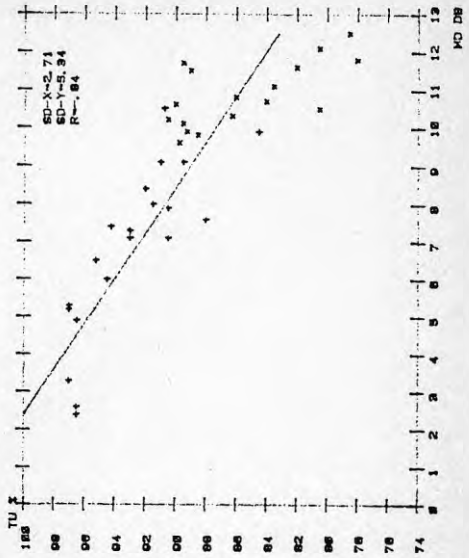
GRUPP 2. EKT-73 BEK ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=39



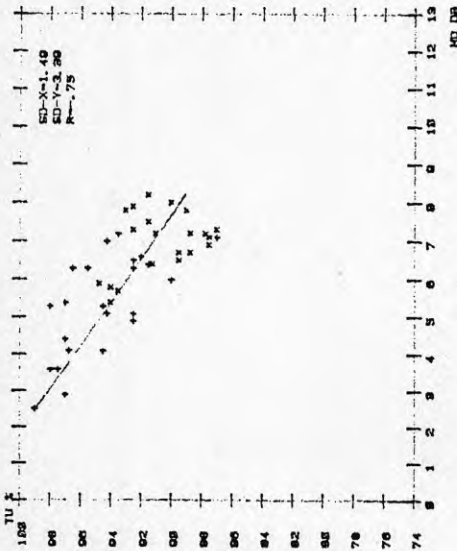
GRUPP 3, EXT-05 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-89



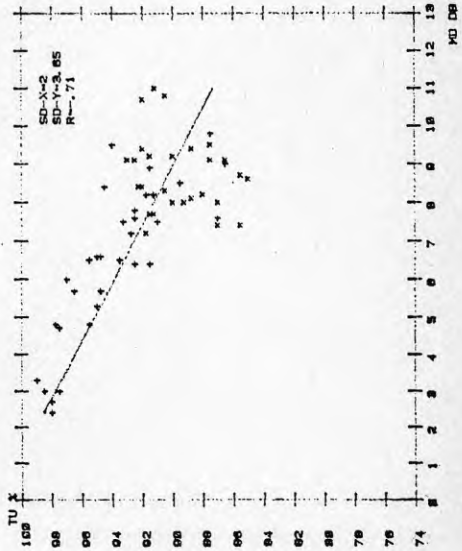
GRUPP 4, EXT-1 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-87



GRUPP 1, EXT-0 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-45

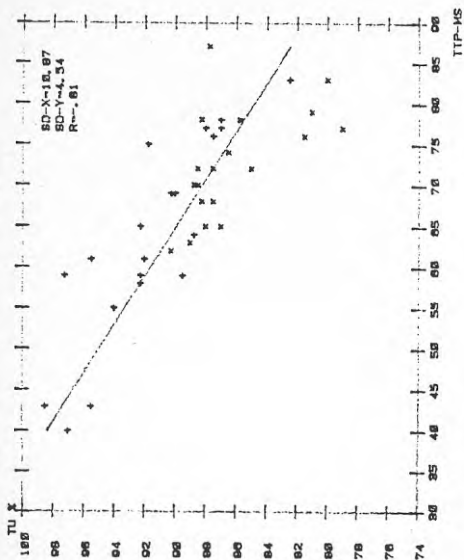


GRUPP 2, EXT-75 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-59

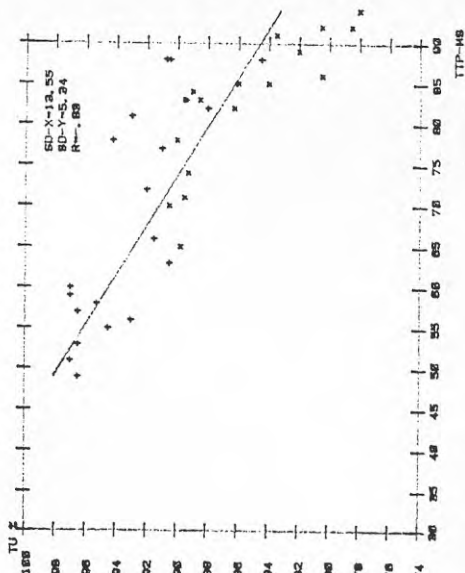


kurvblad 96

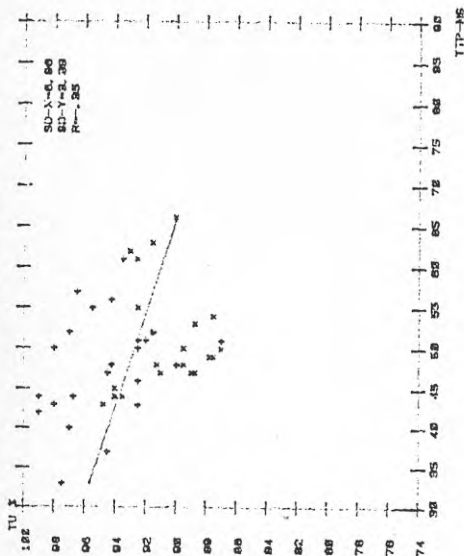
GRUPP 3, EKT=, 65 SEX ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=99



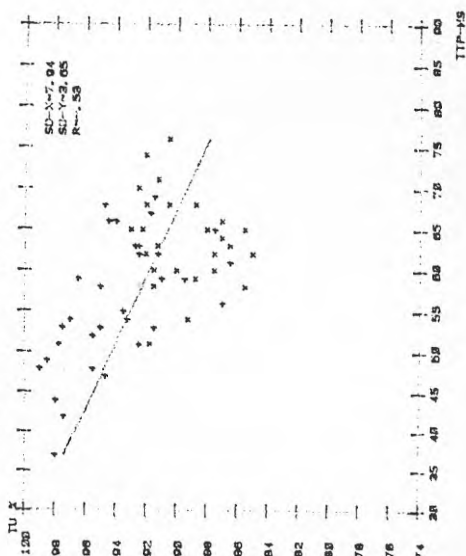
GRUPP 4, EKT=1 SEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=27



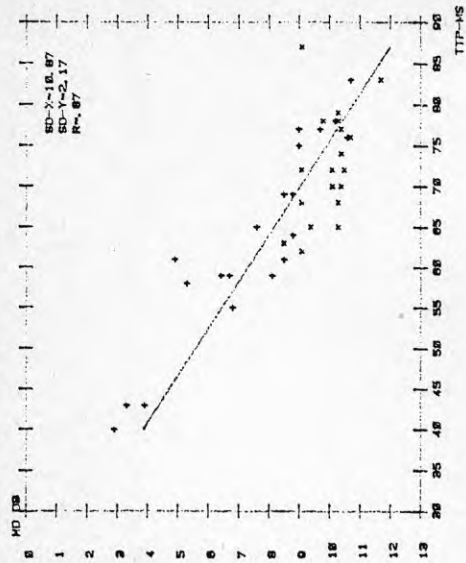
GRUPP 1, EKT=, 6 SEX ANTAL LOKALER=3, ANTAL POS.=45



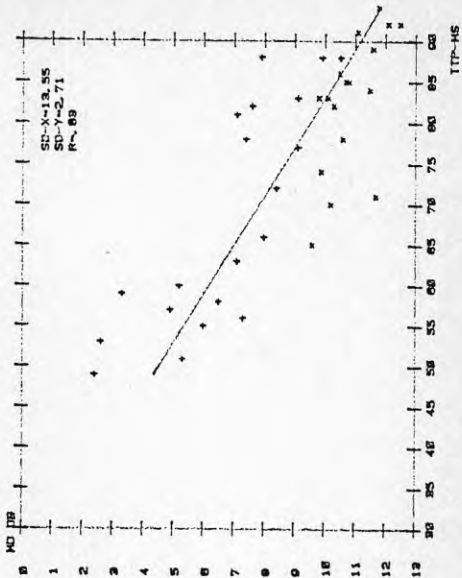
GRUPP 2, EKT=, 75 SEX ANTAL LOKALER=8, ANTAL POS.=59



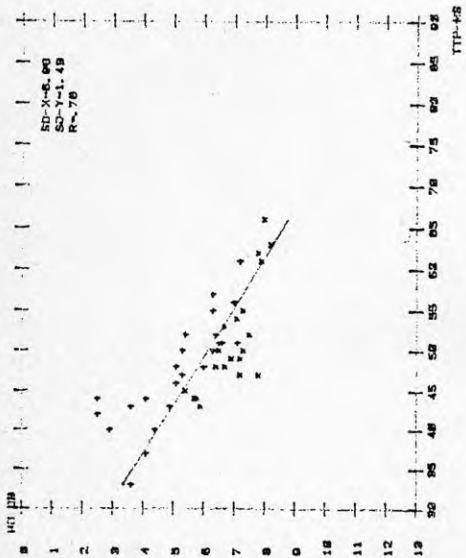
GRUPP 3. EXT-85 SEK ANTAL LOKALER-5, ANTAL POS. -90



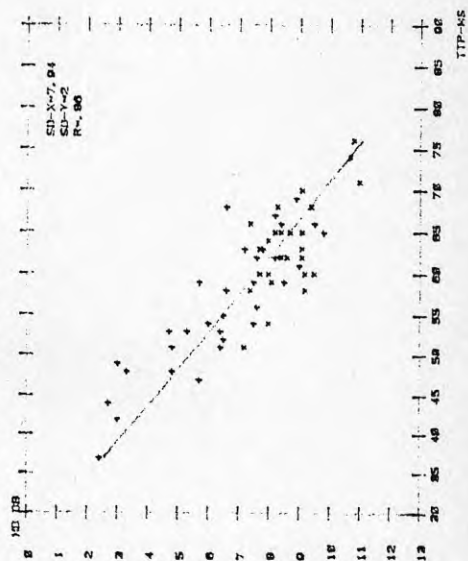
GRUPP 4. EXT-1 SEK ANTAL LOKALER-5, ANTAL POS. -97



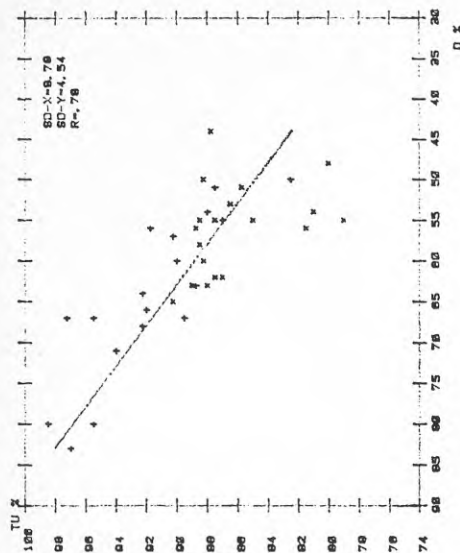
GRUPP 1. EXT-8 SEK ANTAL LOKALER-6, ANTAL POS. -45



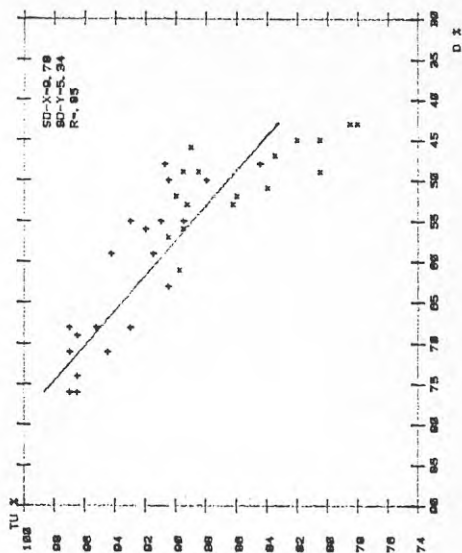
GRUPP 2. EXT-75 SEK ANTAL LOKALER-8, ANTAL POS. -50



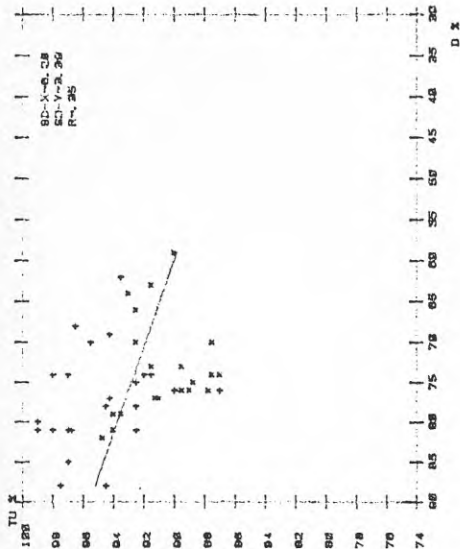
GRUPP 3. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-5. ANTAL POS. -99



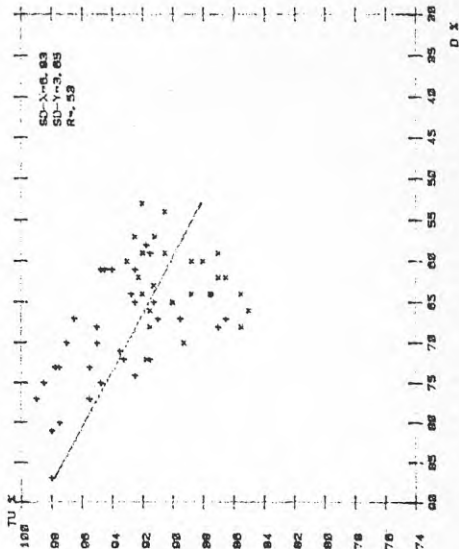
GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-3. ANTAL POS. -97



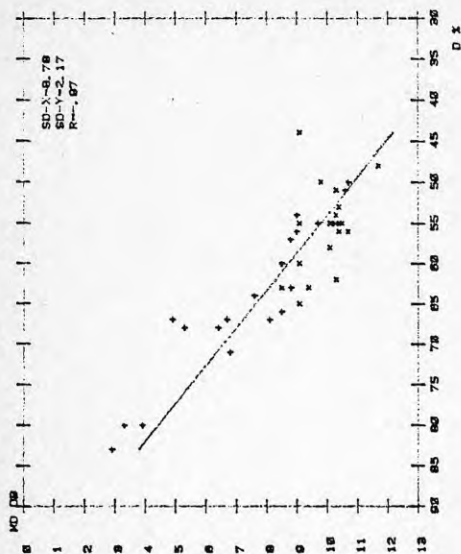
GRUPP 1. EKT-6 SEK ANTAL LOKALER-6. ANTAL POS. -45



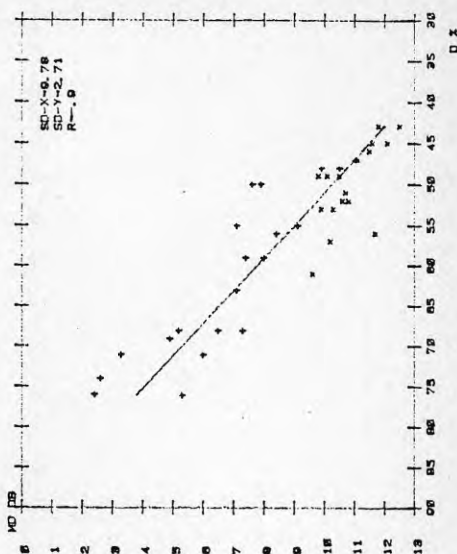
GRUPP 2. EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-8. ANTAL POS. -50



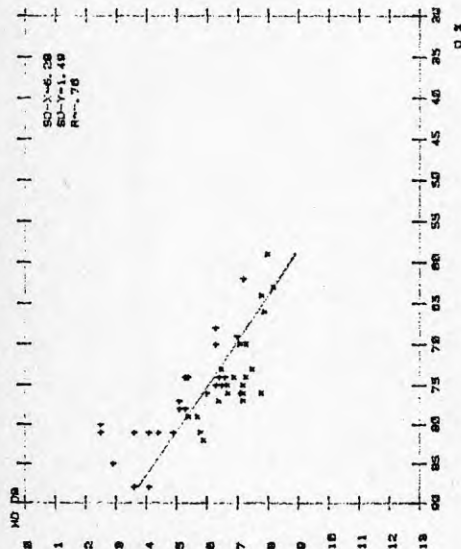
GRUPP 3, EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-30



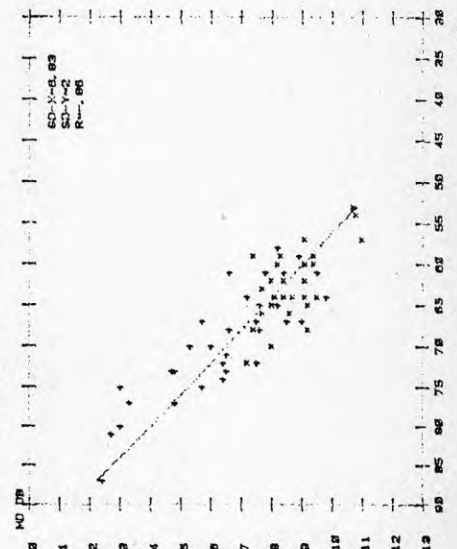
GRUPP 4, EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-37



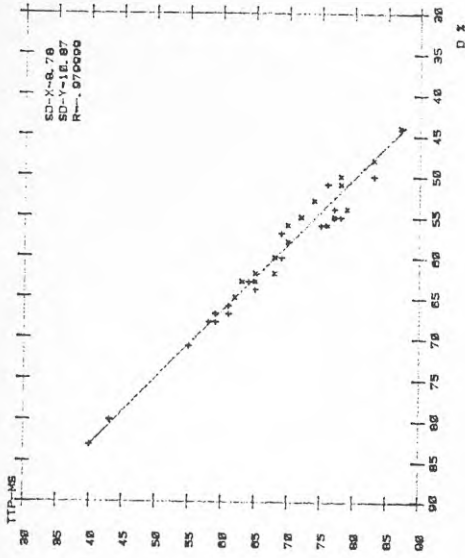
GRUPP 1, EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-45



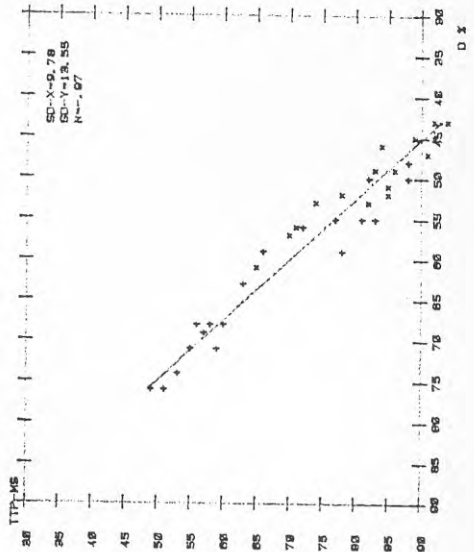
GRUPP 2, EKT-75 SEK ANTAL LOKALER-S, ANTAL POS.-59



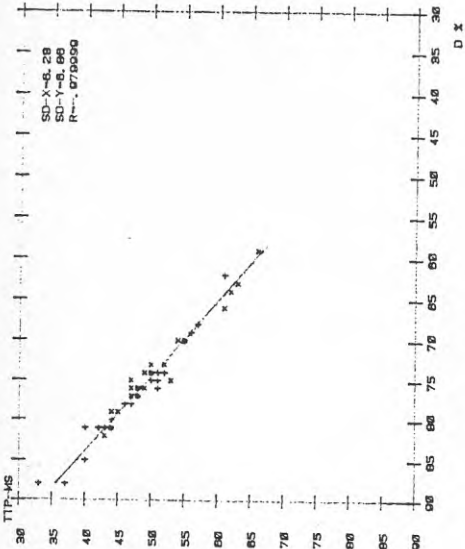
GRUPP 3. EKT=, 85 BEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=99



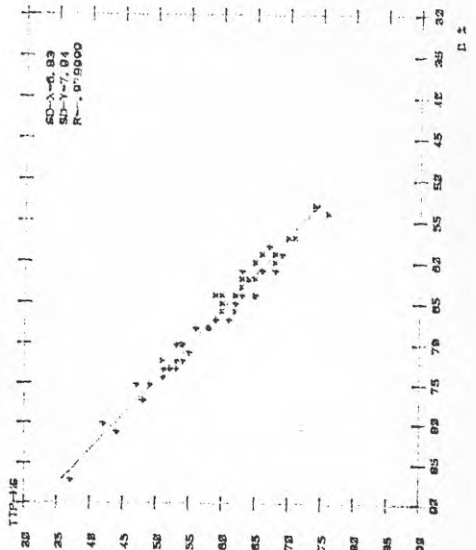
GRUPP 4. EKT=1 BEK ANTAL LOKALER=5, ANTAL POS.=97

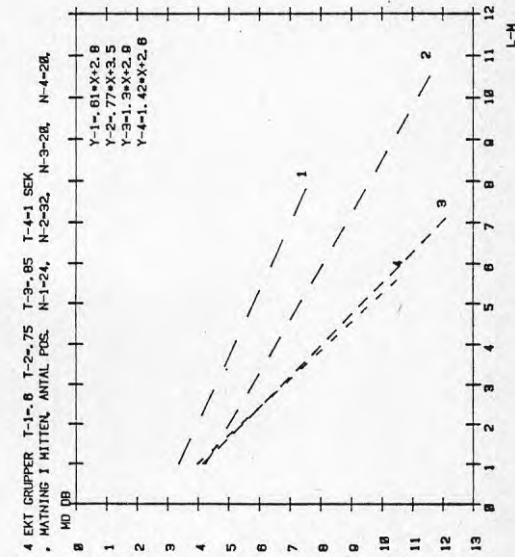
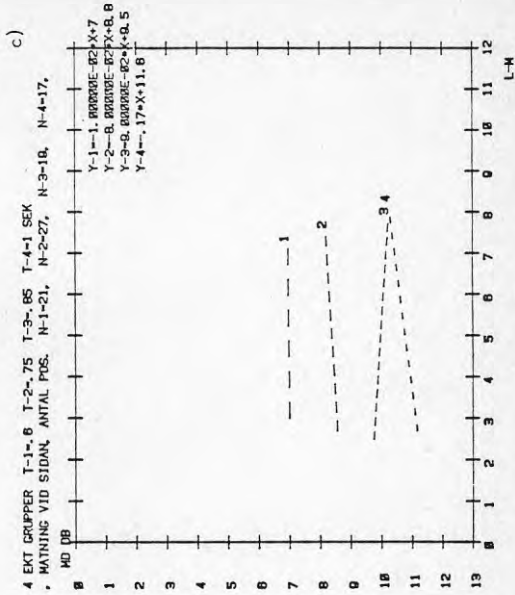
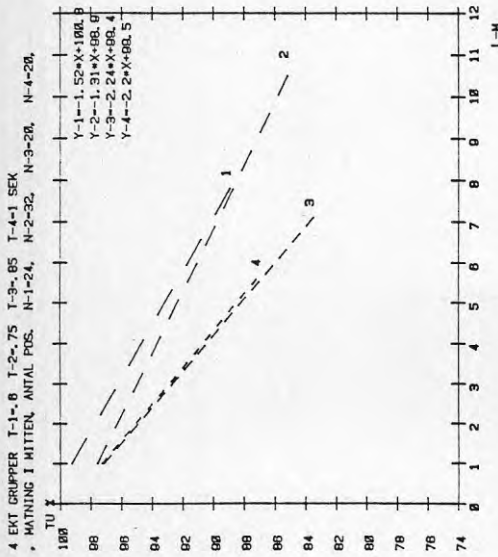
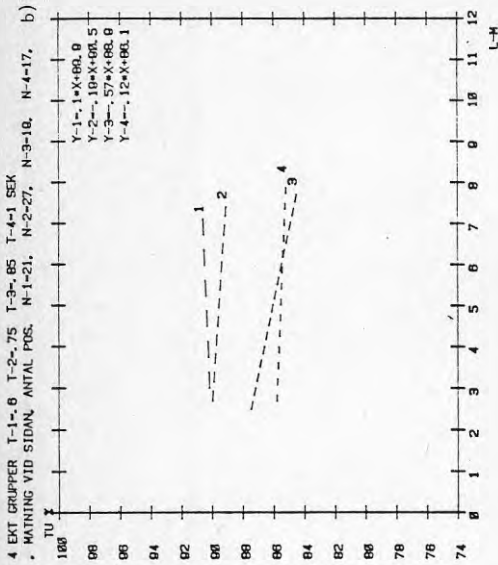


GRUPP 1. EKT=, 6 BEK ANTAL LOKALER=6, ANTAL POS.=45

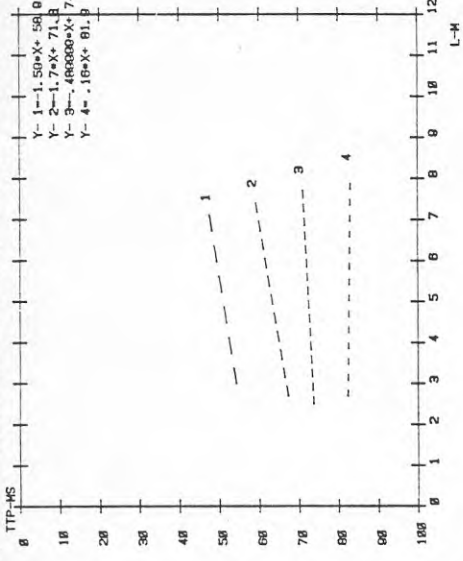


GRUPP 2. EKT=, 75 BEK ANTAL LOKALER=8, ANTAL POS.=39

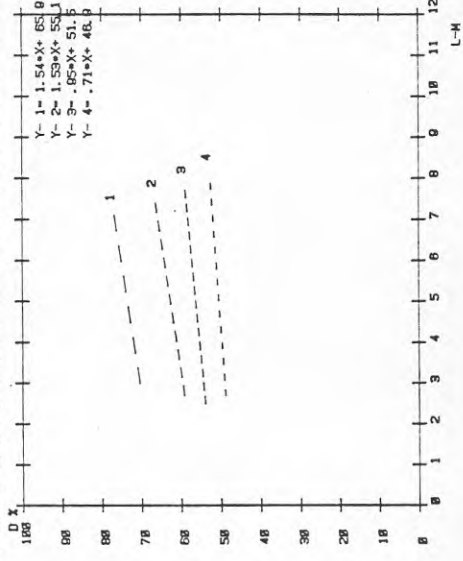




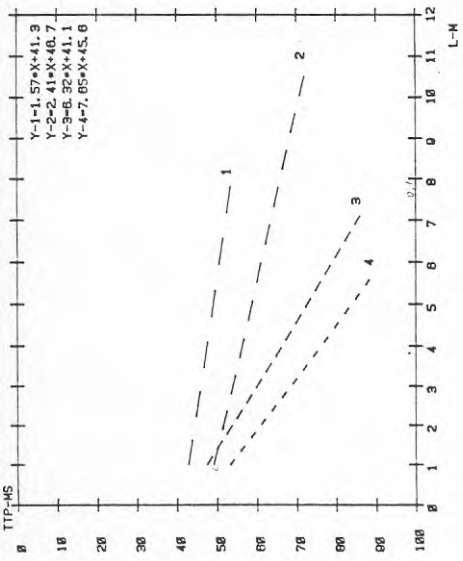
b) 4 EKT GRUPPER T-1-.8 T-2-.75 T-3-.65 T-4-.1 SEK
 , MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. N-1-21, N-2-27, N-3-18, N-4-17.



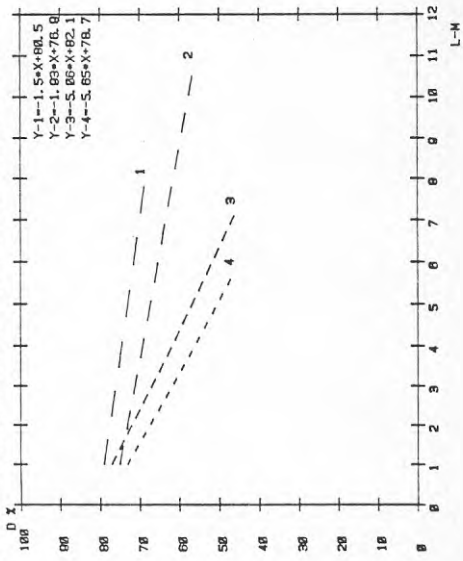
d) 4 EKT GRUPPER T-1-.8 T-2-.75 T-3-.65 T-4-.1 SEK
 , MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. N-1-21, N-2-27, N-3-18, N-4-17.

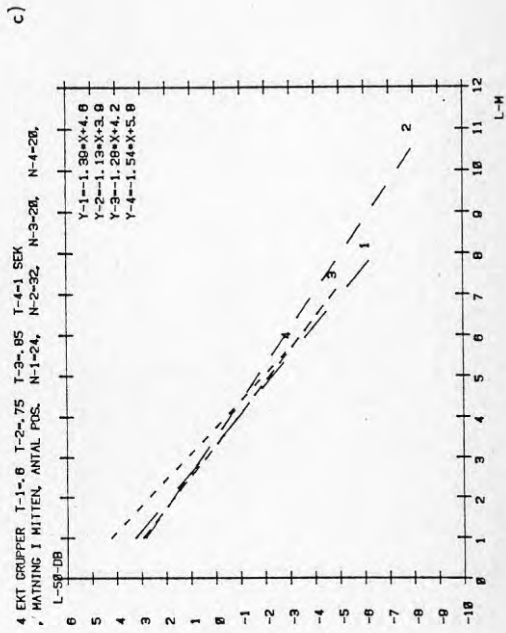
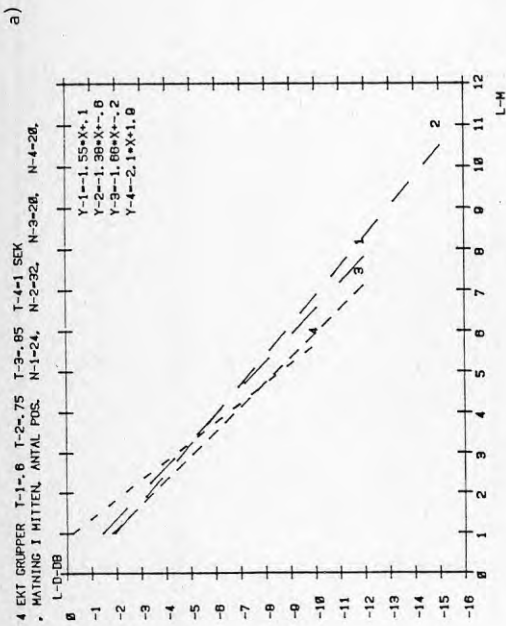
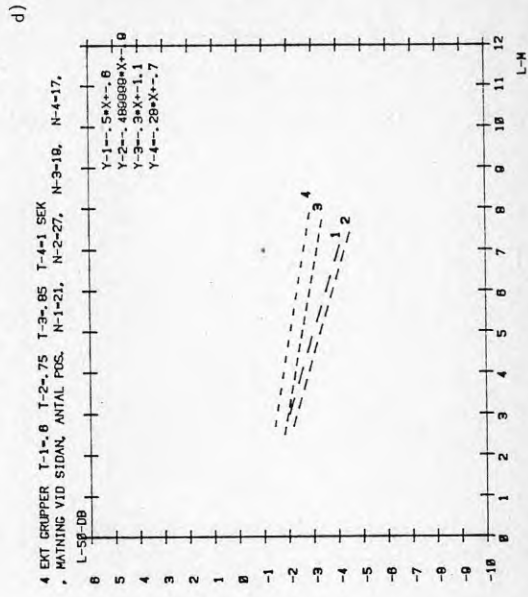
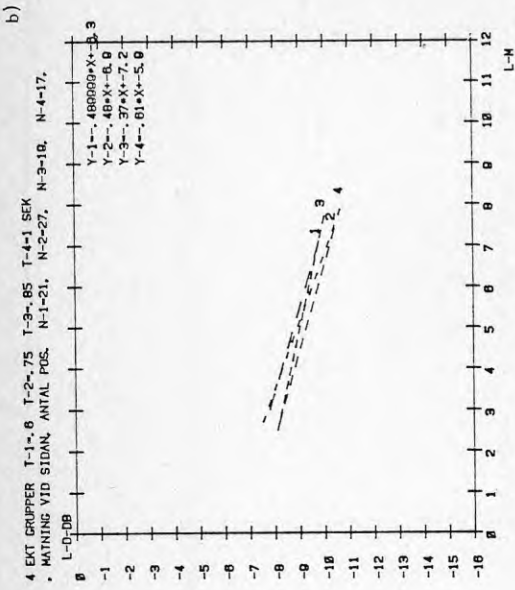


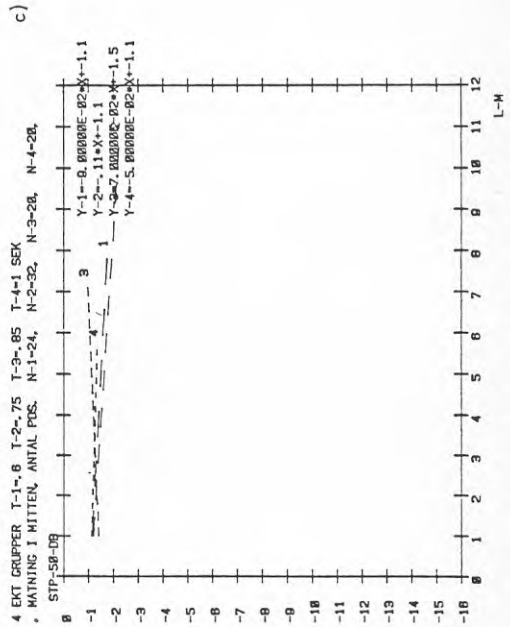
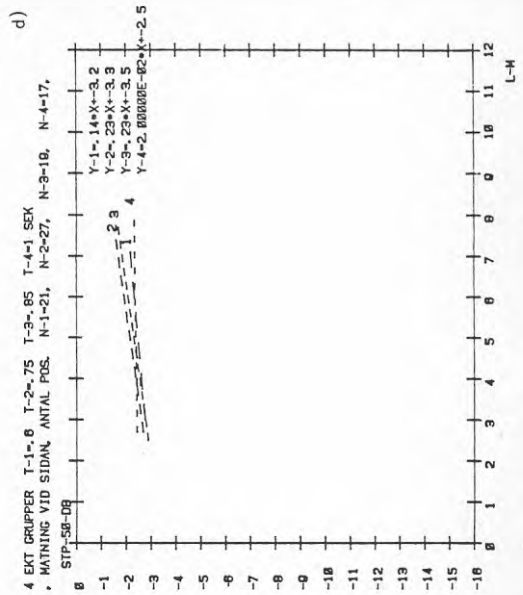
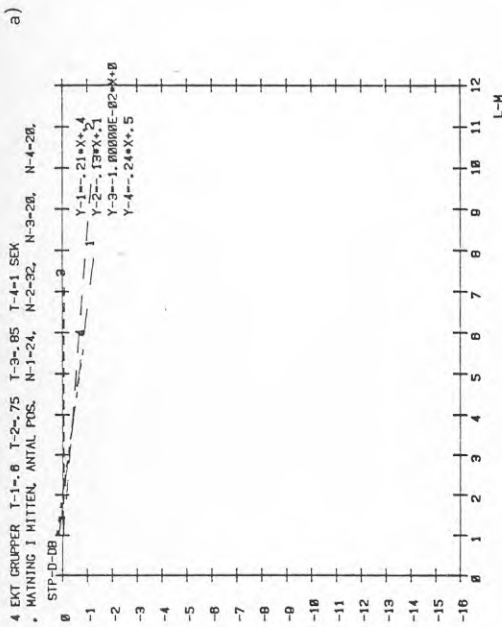
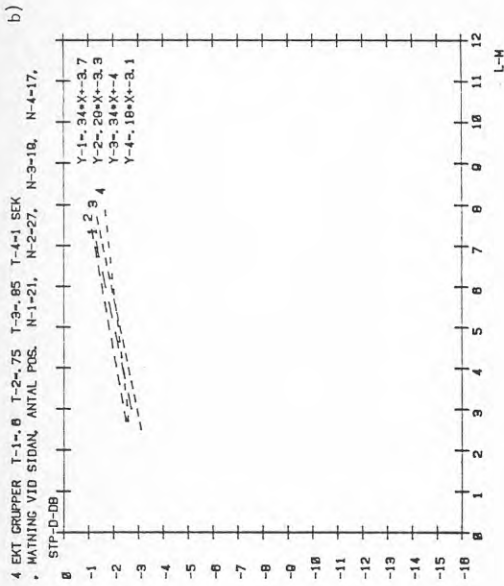
a) 4 EKT GRUPPER T-1-.8 T-2-.75 T-3-.65 T-4-.1 SEK
 , MATNING I MITTEN, ANTAL POS. N-1-24, N-2-32, N-3-28, N-4-28.

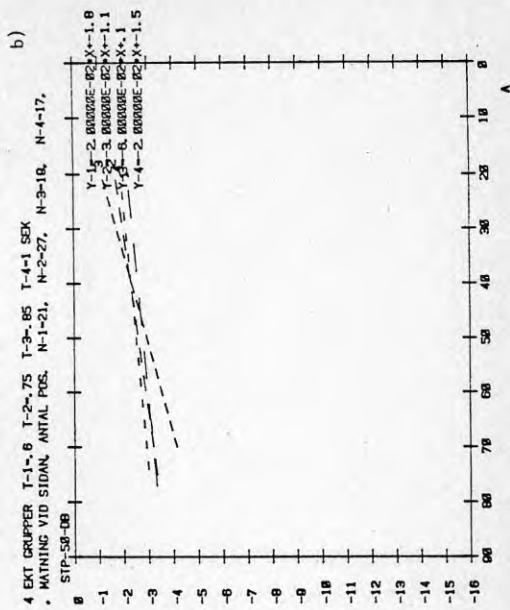
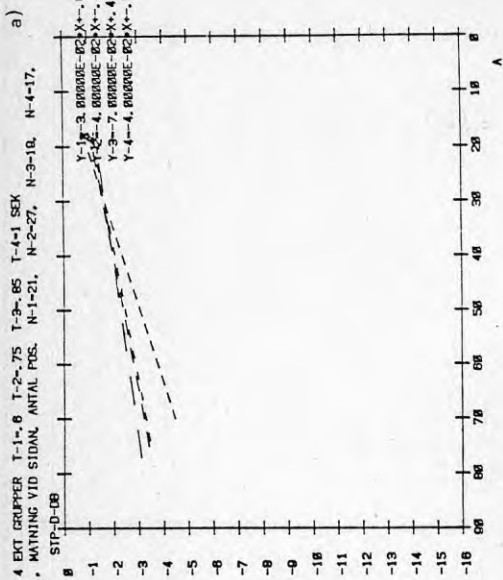


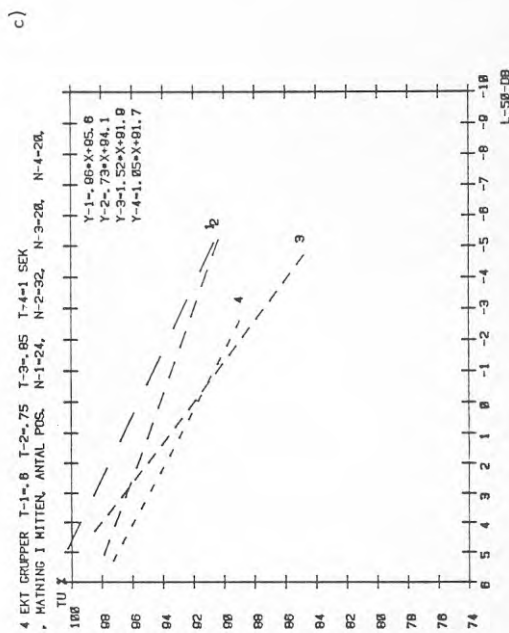
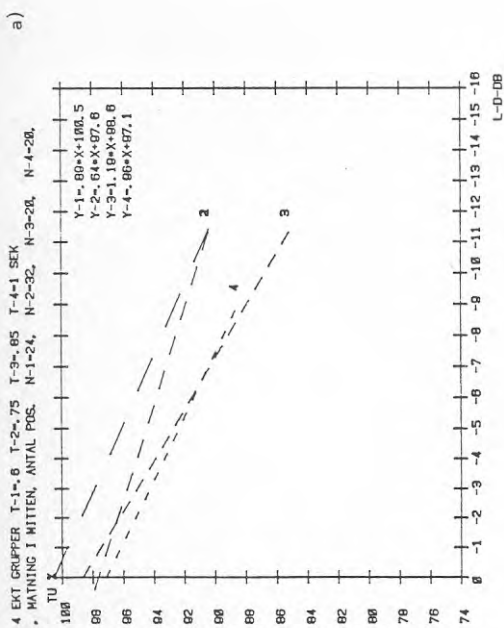
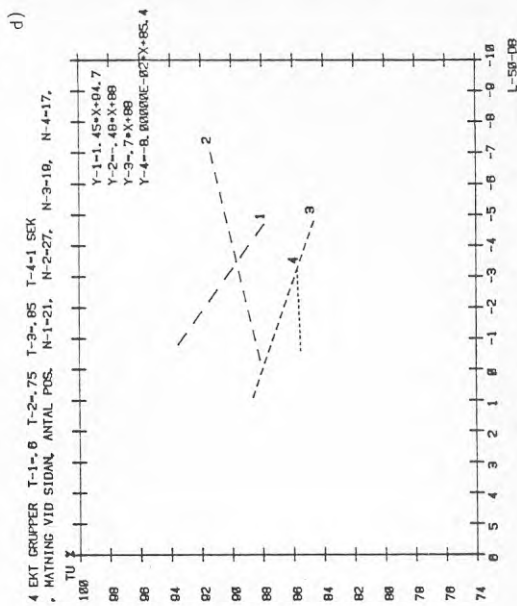
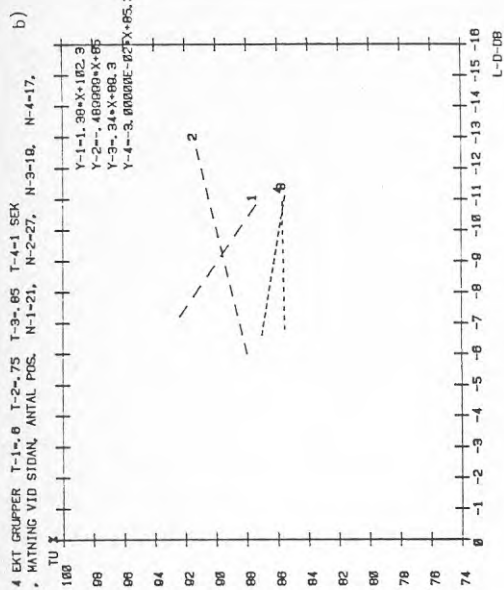
c) 4 EKT GRUPPER T-1-.8 T-2-.75 T-3-.65 T-4-.1 SEK
 , MATNING I MITTEN, ANTAL POS. N-1-24, N-2-32, N-3-28, N-4-28.

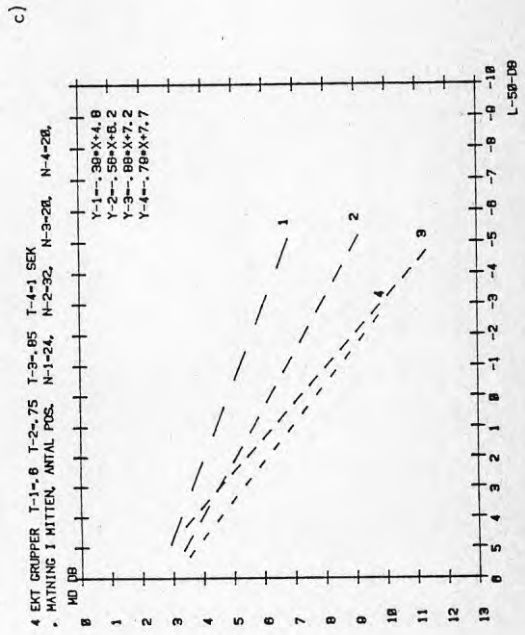
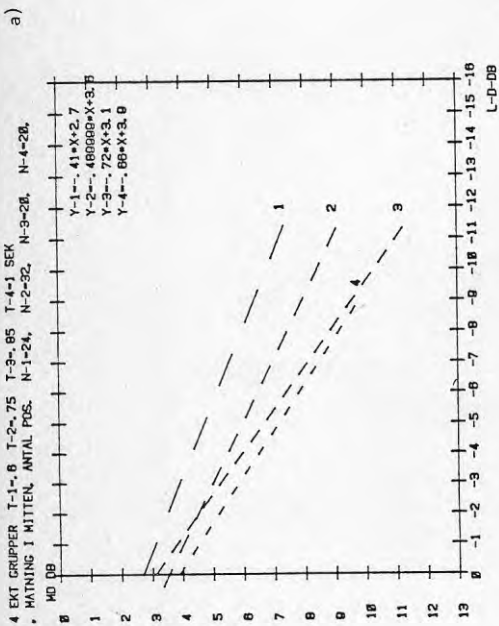
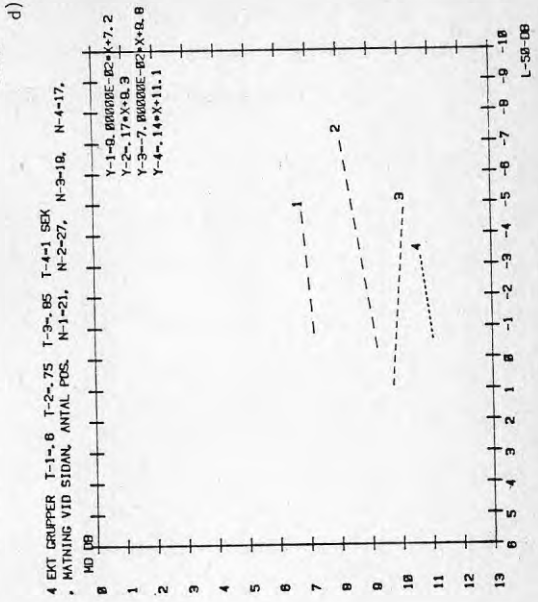
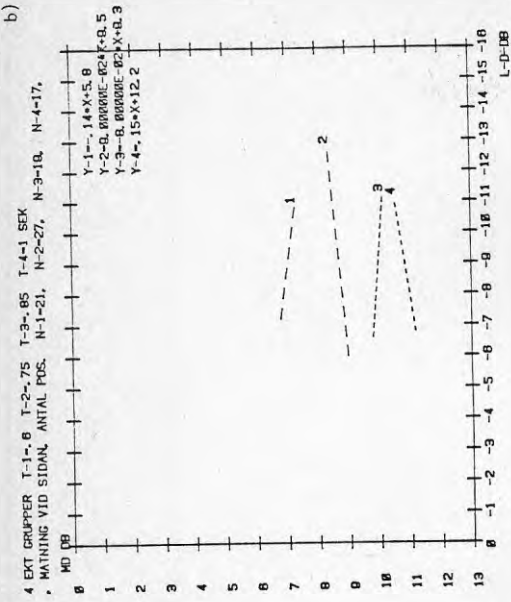




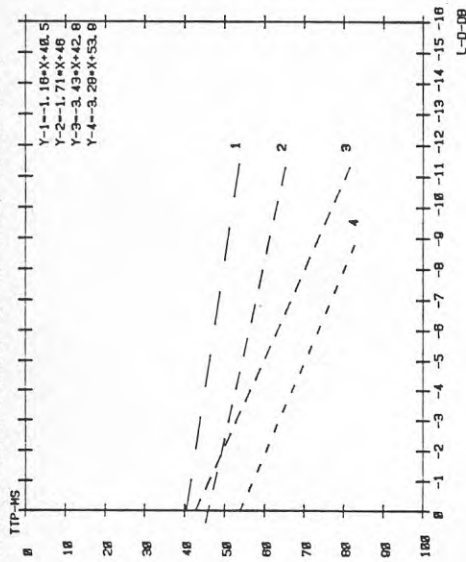






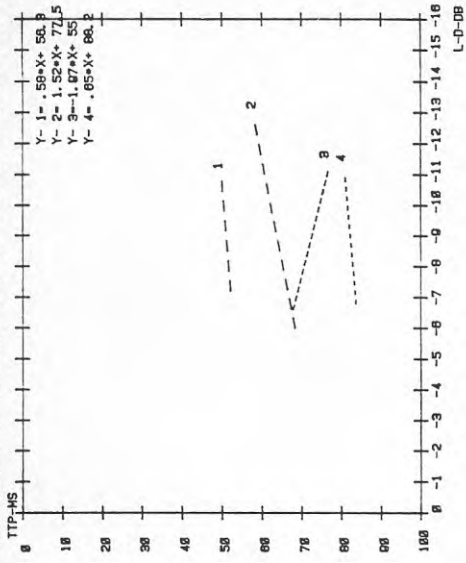


a) 4 EKT GRUPPER T-1=.6 T-2=.75 T-3=.85 T-4=1 SEK
 . MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. N-1=24, N-2=32, N-3=28, N-4=28,



a)

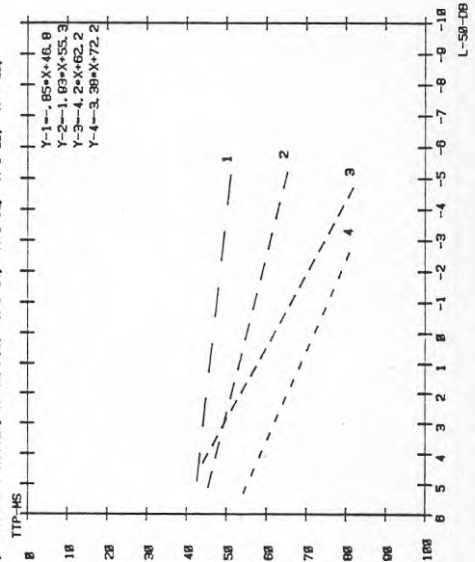
b) 4 EKT GRUPPER T-1=.6 T-2=.75 T-3=.85 T-4=1 SEK
 . MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. N-1=21, N-2=27, N-3=19, N-4=17,



b)

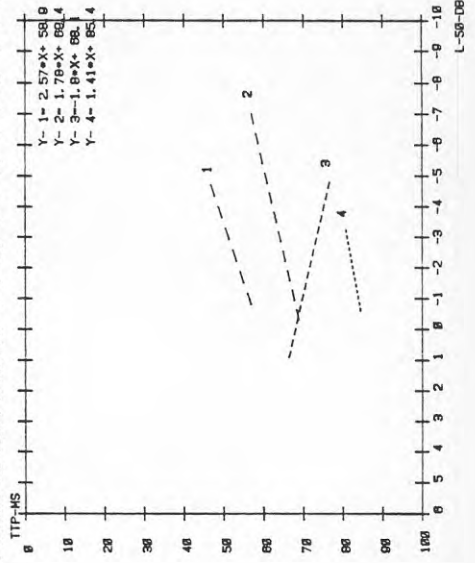
c)

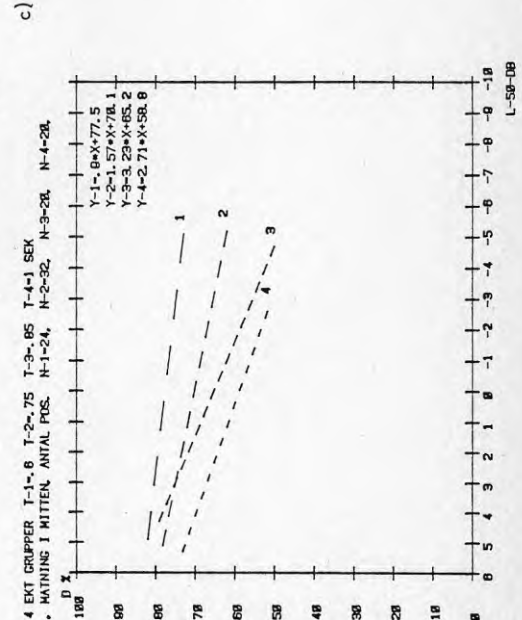
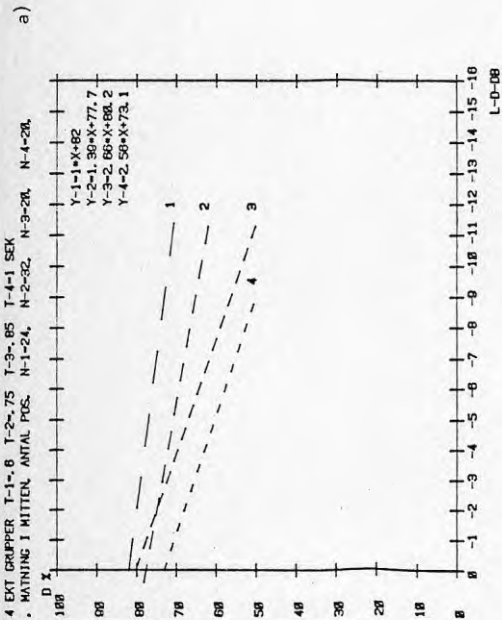
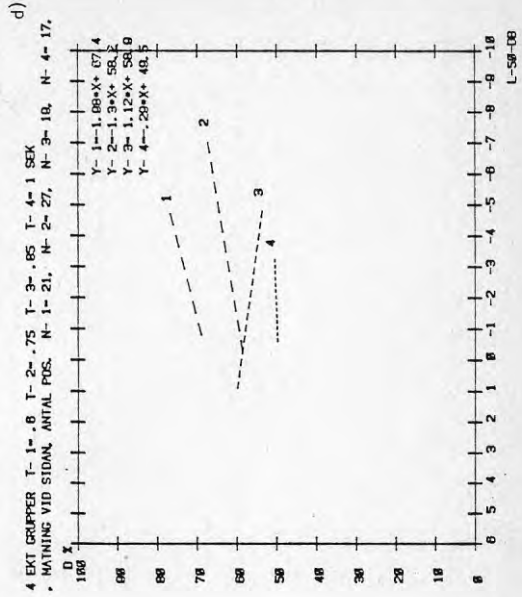
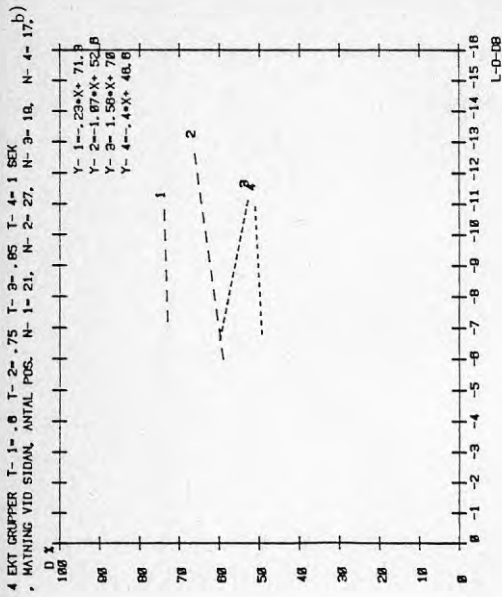
c) 4 EKT GRUPPER T-1=.6 T-2=.75 T-3=.85 T-4=1 SEK
 . MATNING I MITTEN, ANTAL POS. N-1=24, N-2=32, N-3=28, N-4=28,

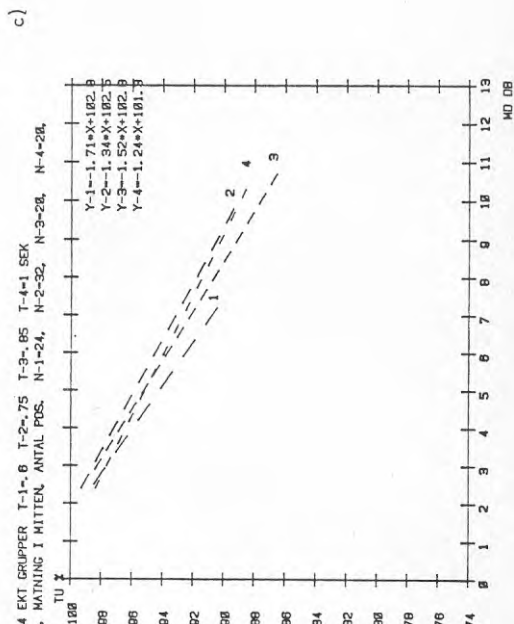
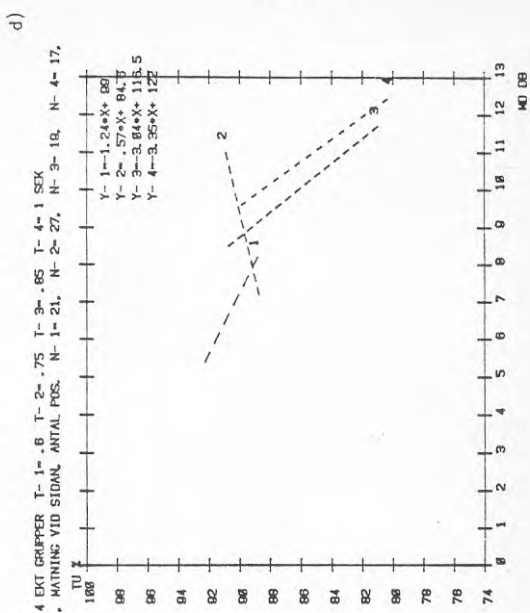
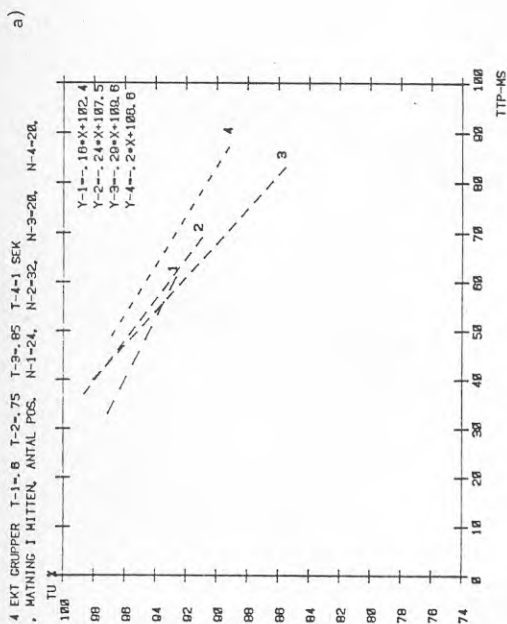
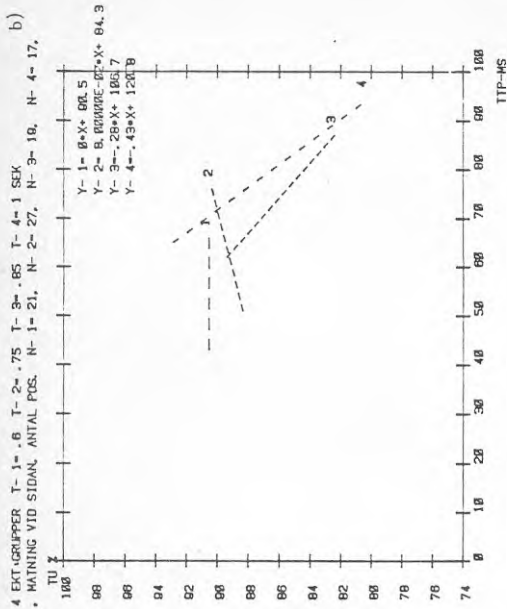


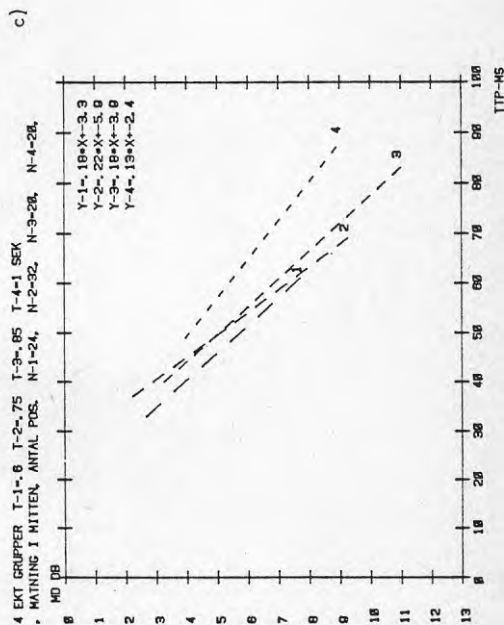
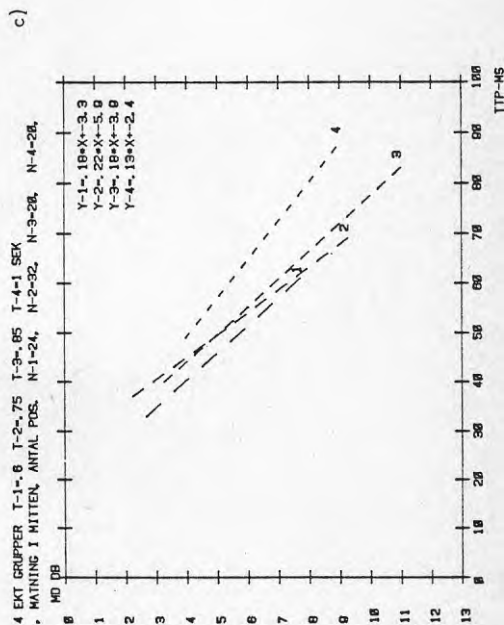
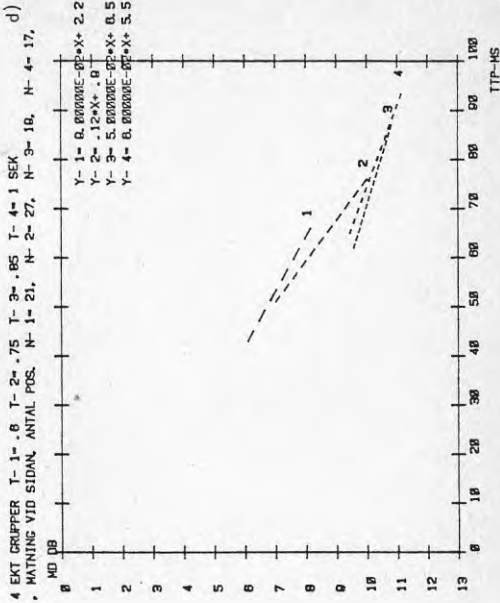
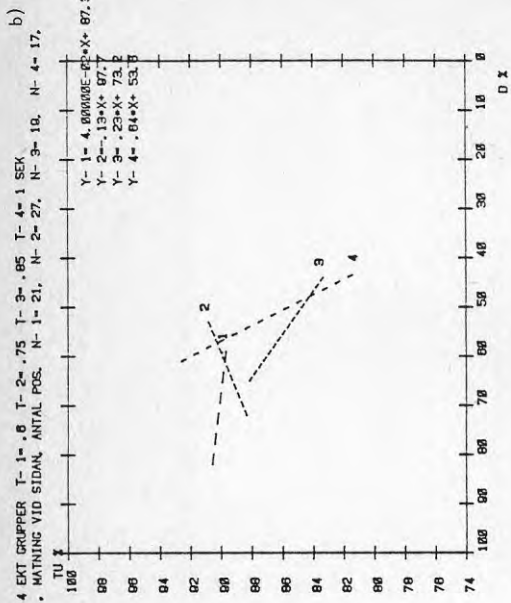
d)

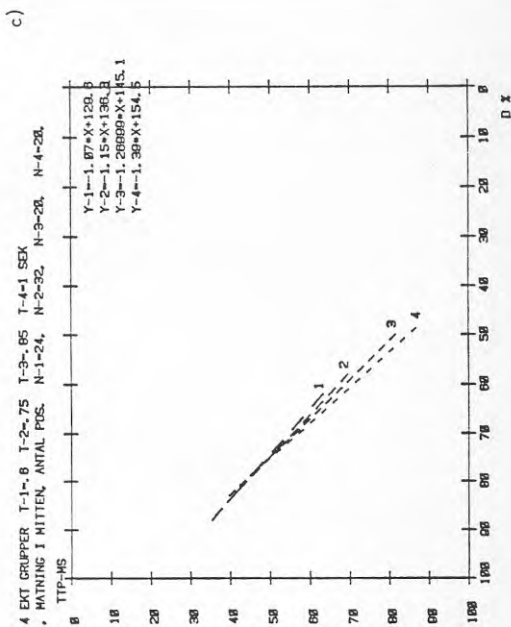
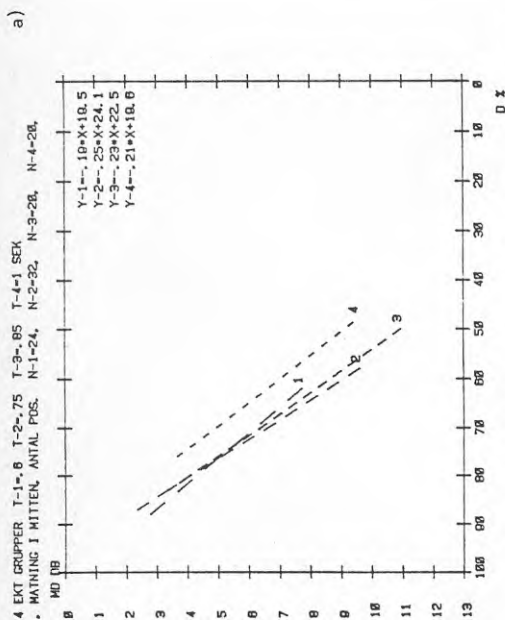
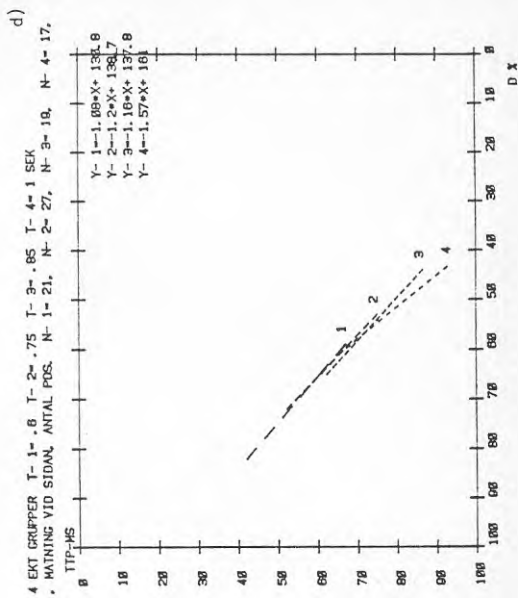
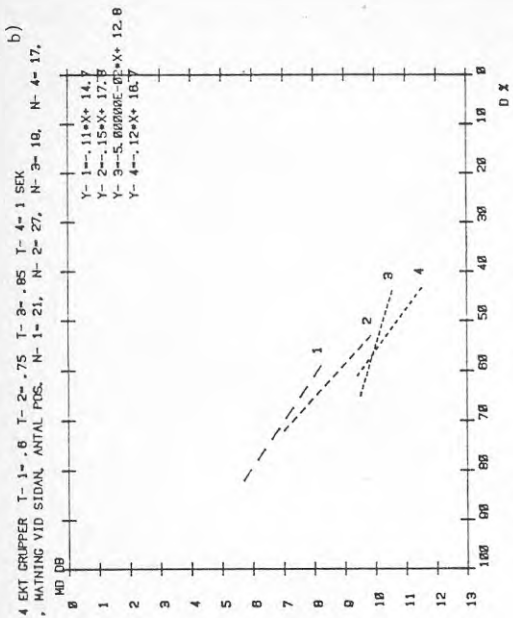
d) 4 EKT GRUPPER T-1=.6 T-2=.75 T-3=.85 T-4=1 SEK
 . MATNING VID SIDAN, ANTAL POS. N-1=21, N-2=27, N-3=19, N-4=17,

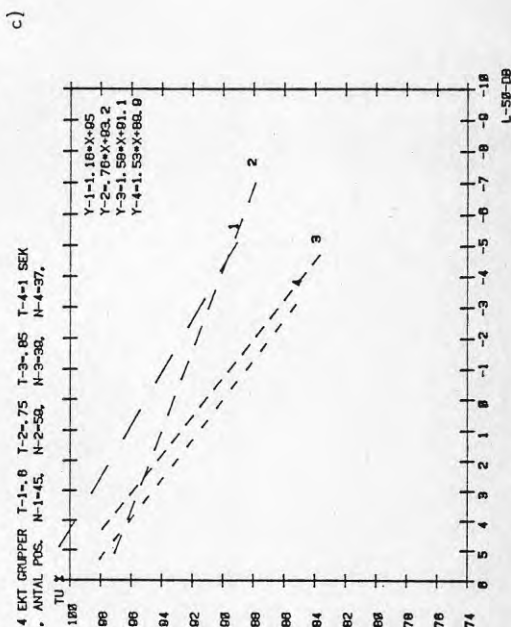
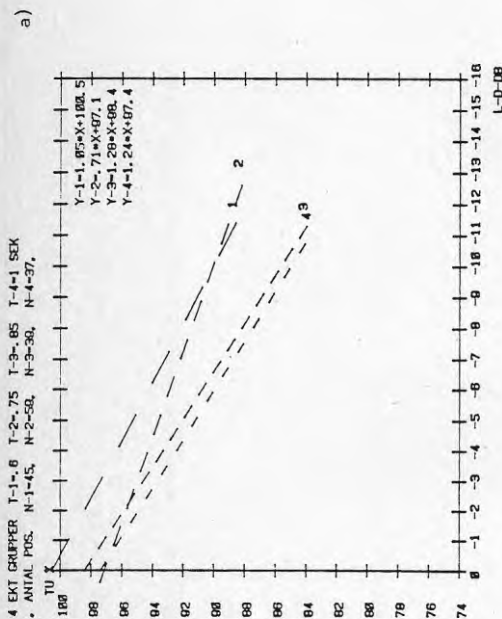
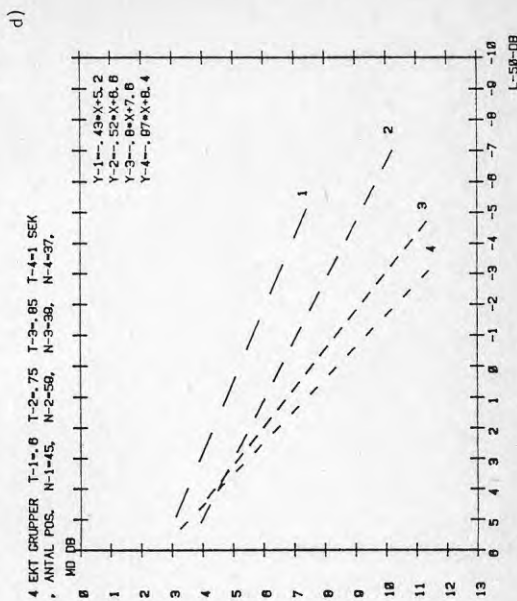
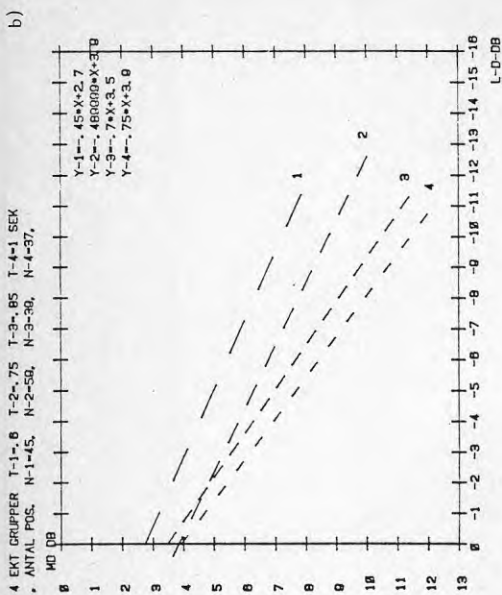




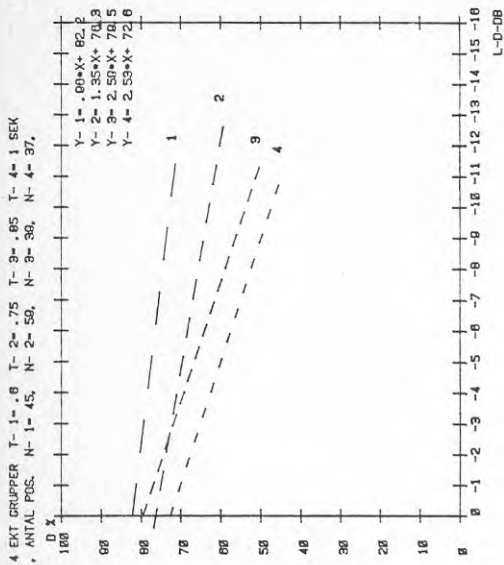




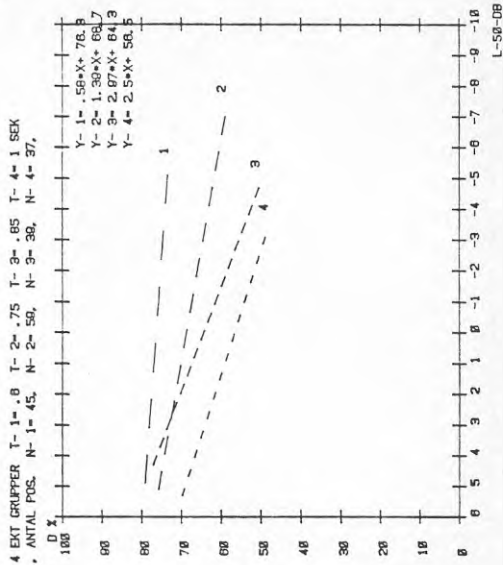




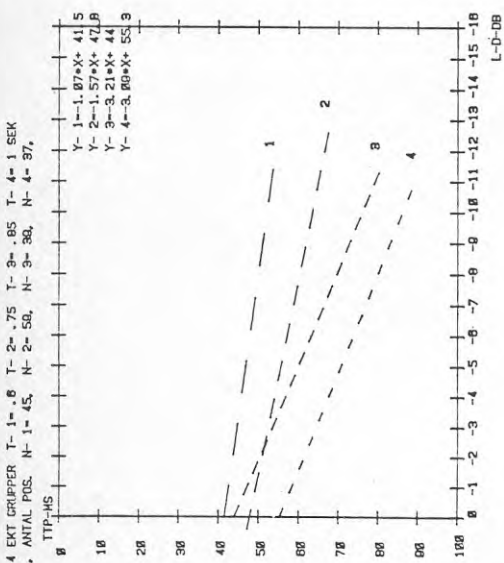
b)



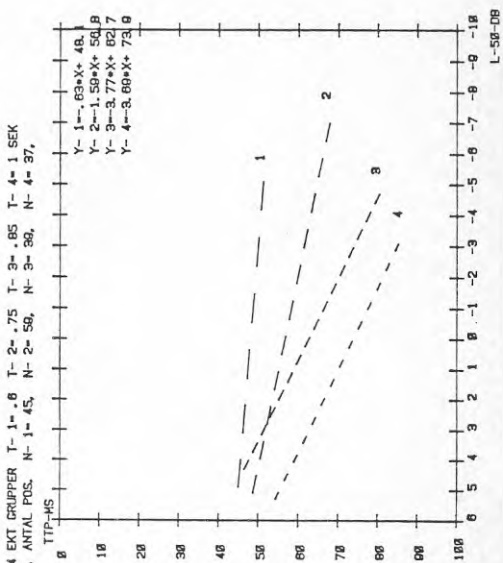
d)

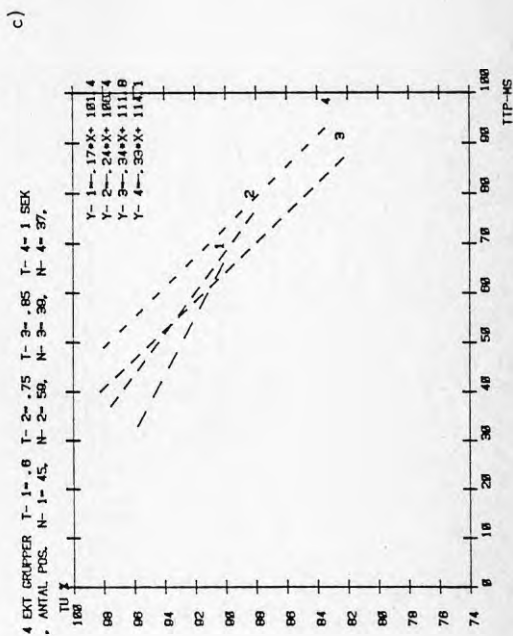
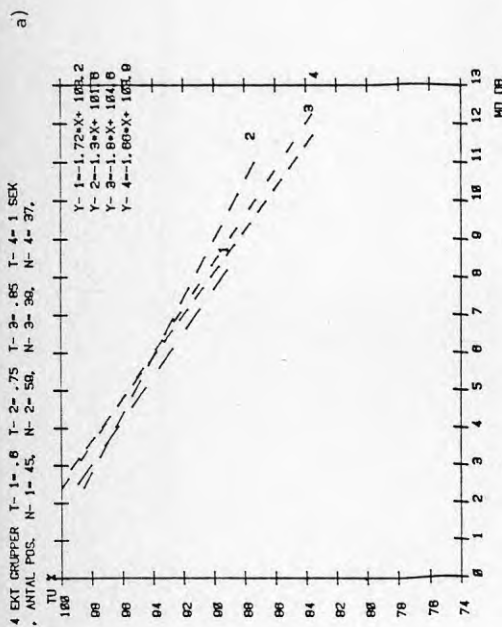
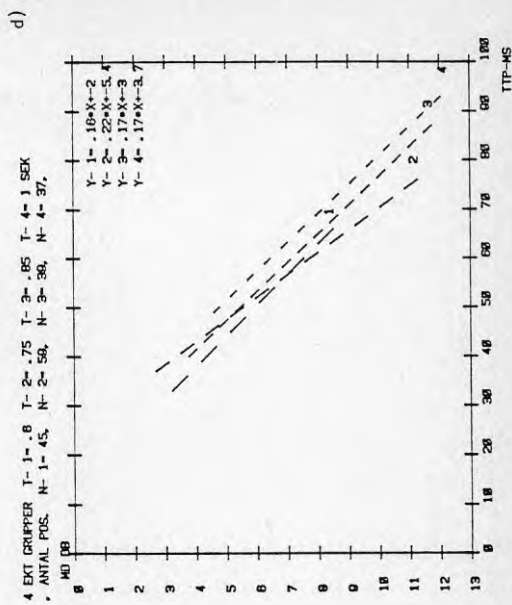
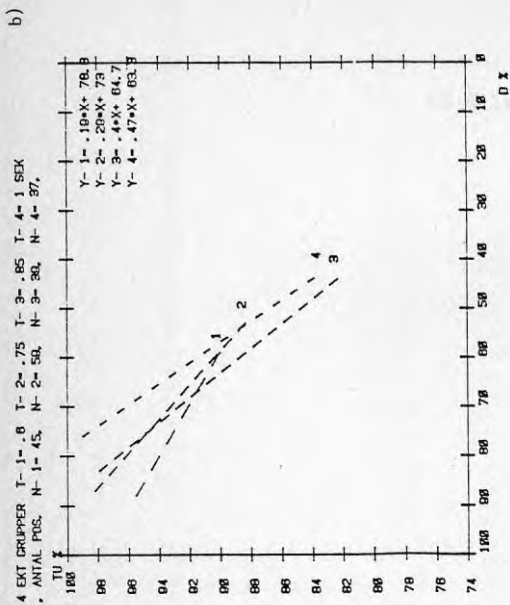


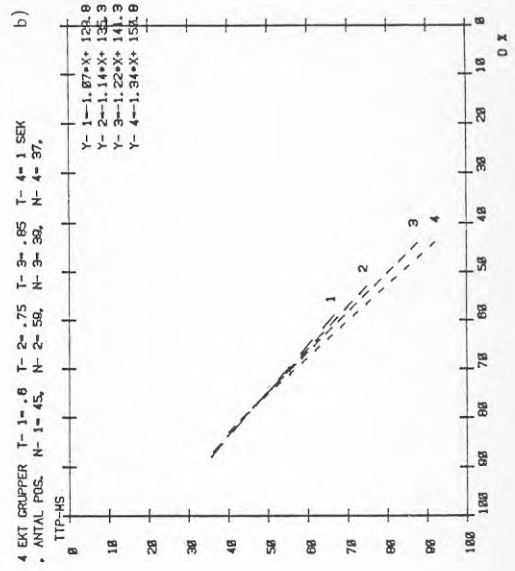
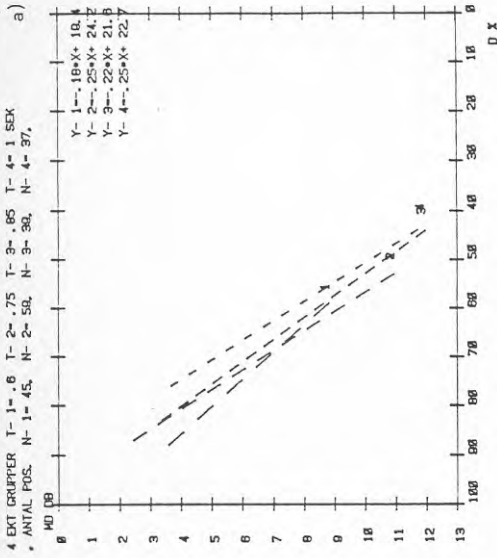
a)



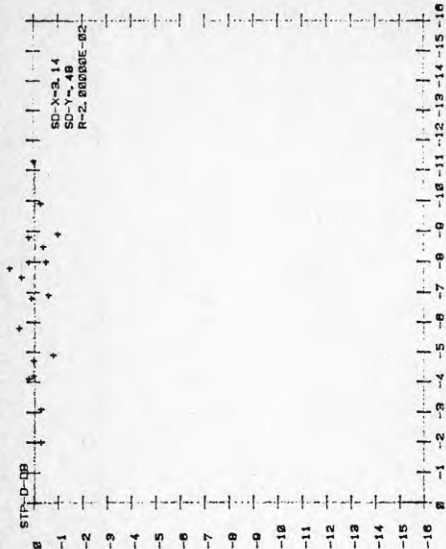
c)



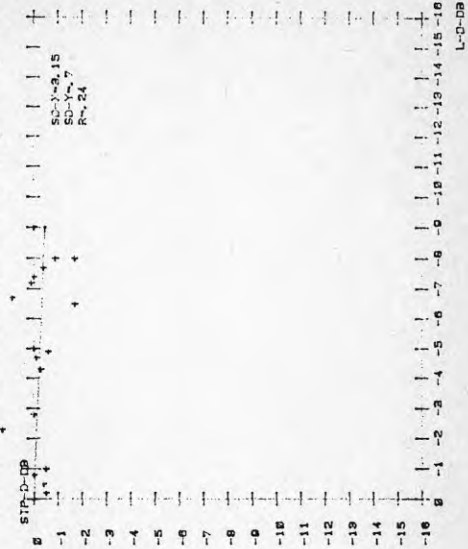




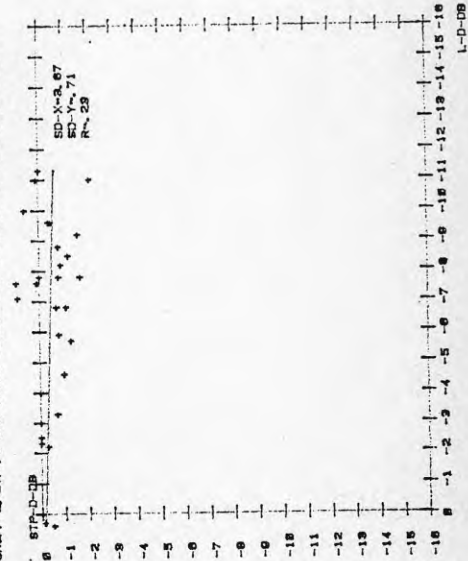
GRUPP 3. EKT-85 SEK ANTAL LOKALER-S. MATNING I MITTELANTAL POS.-28



GRUPP 4. EKT-1 SEK ANTAL LOKALER-S. MATNING I MITTELANTAL POS.-22



GRUPP 2. EKT-8 SEK ANTAL LOKALER-8. MATNING I MITTELANTAL POS.-22



L-0-DB

L-0-DB



13. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.

13.1 Byggnadstekniska kriterier

Rumsakustiska parametrar som bakgrundsbuller och efterklangstid har en direkt anknytning till byggnadstekniska krav som ställs vid projekteringen av skollokaler.

Det visar sig att i både gamla och nya skollokaler byggda under den sista 10 årsperioden, uppstår skillnader mellan parametrarnas rikt- och verkliga värden. Man kan säga att även om värdena på parametrarna är uppfyllda direkt efter byggandet av lokalerna, uppstår ofta förändringar av bakgrundsbuller och efterklangstid efter en viss tidsperiod.

13.1.1 Bakgrundsbuller.

De viktigaste bullerkällorna i klssrum är:

- 1) trafik i närheten av skollokaler
- 2) ventilationsanläggningar
- 3) aktivitet i intilliggande lokaler särskilt korridorer

Buller från trafik ökar genom den växande trafiktätheten, särskilt den kollektiva trafiken såsom spårvagnar och bussar samt lastbilar ökar i förhållande till den planerade trafiken under projekterings- och byggnadstiden.

Buller som kommer från ventilationsanläggningar beror mest på förändringar av dessa anläggningar under exploateringstiden.

Buller som orsakas av aktivitet i intilliggande lokaler beror på den dåliga anpassningen av verkliga lektionstider till de planerade.

Buller från trafiken överstiger ofta riktvärdena enligt TBU med c-a 20 dB och varierar mellan 40 dB A (dvs.+13 dB) vid litet trafik och 49 dB A (dvs.+22 dB) vid tung trafik.

Buller från ventilationsanläggningar uppgår i genomsnitt till 41 dB A (dvs + 14 dB) och från korridorer till 43 dB A (dvs + 16 dB).

Det dynamiska bakgrundsbullret överstiger normerna med c-a 8 till 10 dB.

13.1.1.1 Minskning av bakgrundsbuller i klassrum.

a) trafik

- Under planeringstiden skall framtida buller från trafiken uppskattas bättre. Man bör räkna med utvecklingen under minst 20 år framåt.
- Som regel bör skollokaler lokaliseras på jämförelsevis stort avstånd från trafikleder, statiner för kollektiv trafik och allmänna parkeringsplatser.
- Skolornas terräng bör avskärmas med hjälp av andra byggnader från ev.intilliggande stora trafikleder.
- Så långt det är möjligt bör fönstren i klassrummen inte riktas mot trafikleder.
- Som en säker lösning kan nämnas en förbättrad isolering av fönstren förutsatt att de klassrum som drabbas av stor uppvärmning genom solinstrålning kan ventileras med bullerfria ventilationsanläggningar.

b) Ventilationsanläggningar.

- Vid användning av mekanisk ventilation måste hänsyn tas till förändringar av den tekniska utrustningens kvalitet p.g.av exploateringssegenskaper.
- Om ventilationssystemet förändras, är det viktigt att i tid planera och kontrollera den akustiska kvaliteten och i förväg förbättra den.
- Mätning av buller från ventilationen skall ske systematiskt minst 2 gånger om året.

c) Buller från korridorer.

Man måste acceptera att buller från korridorer är oundvikligt och att det inte kan minskas med hjälp av administrativa åtgärder. I detta fall måste förbättring av dörrarnas isolering genomföras.

13.1.2 Efterklangstid.

Av resultat följer att efterklangstiden i de flesta undersökta lokalerna visar stor avvikelse från riktvärdena. Detta gäller både medelvärdena och frekvensgången. Den sista är obalanserad och skillnaderna uppgår till $\pm 20\%$ av medeltiden.

Detta är en negativ faktor som påverkar taluppfattbarheten och ofta medför ett större dynamiskt bakgrundsbuller.

Vid undersökningarna upptäcktes att i nybyggda skollokaler där samma konstruktioner och samma vägg- och takbeklädnad används, uppstår ofta små skillnader i frekvensgången för efterklangstiden i de olika klassrummen.

Man kan dra den slutsatsen att verkliga efterklangsvärden inte har kontrollerats tillräckligt efter byggnadsperioden och/eller att de inte har dimensionerats med hänsyn till riktvärden.

13.1.2.1 -Under byggnadsperioden av skollokalerna skall beräkningarna justeras och anpassas till normerade värden av efterklangstid genom kontroll av absorptionskoefficienter för verkligt utnyttjade vägg- och takabsorbenter.

- Om det vid kontroll av den resulterande efterklangstiden i nybyggda skollokaler, visar sig att stora avvikelser från normerna förekommer skall en justering göras för bättre anpassning till normerna.
- I alla äldre skollokaler skall en planerad kontroll av efterklangstiden genomföras - särskilt i fall när en subjektiv uppskattning visar att en lång efterklangstid, som försämrar taluppfattbarheten eller lärarnas självkänsla förekommer.

13.2 Rumsakustiska kvalitetsfaktorer.

På vad sätt visar undersökningarna att kvalitetsfaktorerna kan sammanställas med den akustiska kvaliteten av lyssningslokalen och taluppfattbarheten?

Varje kvalitetsfaktor korrelerar på ett viss sätt - beroende på orsakerna till denna faktor - med taluppfattbarheten. Analysen visar att vid uppfattningen av talsignaler gäller andra principer än vid bildningen av olika kvalitetsfaktorer från impulsartad signal. I första hand gäller detta tydligheten och tidstyngdpunkten. Vid mätning och beräkning av dessa faktorer tar man hänsyn till hela energin under tidsförloppet medan vid lyssnande av tal den sent kommande efterklangsenergin är helt försumbar jämfört med energin av nya löpande signaler. Uppfattningen av den verkliga efterklangstiden ersättes med den ekvivalenta efterklangstiden

som inte bara beror på lokalens - utan även på signalens egenskaper.

Den bästa korrelationen har visat sig vara mellan TU (taluppfattning) och MD (modulationsdämpning). Inverkan på båda storheterna av efterklangstid T_{60} är ungefär samma.

I rapporten förklaras uppkomsten av skillnader som uppstår hos samtliga faktorer på platser längs mittlinjen och längs sidan. Undersökningar visar att de framför allt beror på förändringar i signalernas spektrum i förhållande till den direkta informationsbärande signalen som strålar ut från ljudkällan med utstrålningsvinkel 0° .

13.2.1 För uppskattningen av kvaliteten (taluppfattbarheten) på olika platser kan mätning av taluppfattbarheten ersättas med mätning av kvalitetsfaktorer. Med hjälp av kurvor eller enkla formler sker sedan en omräkning till TU. Detta gäller framför allt modulationsdämpningen.

13.2.2 Om man utgår från analysen av bildningsprincipen av kvalitetsfaktorer och särskilt D (tydligheten) eller TTP (tidstyngdpunkten), kan dessa faktorer även utnyttjas vid projekteringen av lyssningslokaler.

För detta antar man att:

- a) efterklangstid T_{60} räknad från momentet när efterklang bildas är ungefär konstant på alla platser i lokalen.
- b) direkt signal beror på ljudkällans riktningsförmåga vid olika frekvenser och på avståndet.
- c) första reflexerna under c-a 50 msek beror på salens geometri och absorberternas placering.

Förbättring av akustiska förhållanden dvs nivåer samt spektra under första 50 msek leder till förbättring av kvalitetsfaktorernas värde och samtidigt till bättre TU (taluppfattbarhet).

Utgående från detta resonemang kan kvalitetsfaktorerna beräknas och efteråt omräknas till TU.

Förändringar i de reflekterande ytornas läge eller absorberternas absorptionskoefficienter samt deras placering påverkar den

tidiga energin dvs kvalitetsfaktorernas värde samt taluppfattbarheten.

Man kan tänka sig att beräkningar av TU genom omräkning av kvalitetsfaktorer kan ingå som en viktig princip i projekteringen av lyssningslokaler.

13.3 Ekvivalent efterklangstid.

Undersökningar visar att förutom den vanliga efterklangstiden T_{60} , som är en av de viktigaste parametrarna vid bestämmande av absorptionskoefficienterna, effekten av maskiner, lokalens allmänna akustiska kvalite osv, finns det också en ekvivalent efterklangstid. Den kan bättre överensstämma med människans subjektiva upplevelse av efterklang under en lektion, teaterföreställning eller konsert. Den ekvivalenta efterklangstiden beror både på lokalens och på signalens egenskaper dvs på den överförda informationen.

De tidsgränser som används vid mätningen eller beräkningen av den ekvivalenta efterklangstiden bör anpassas till enveloppen av signalens tidsförlopp dvs till tal- eller musik- hastigheten.

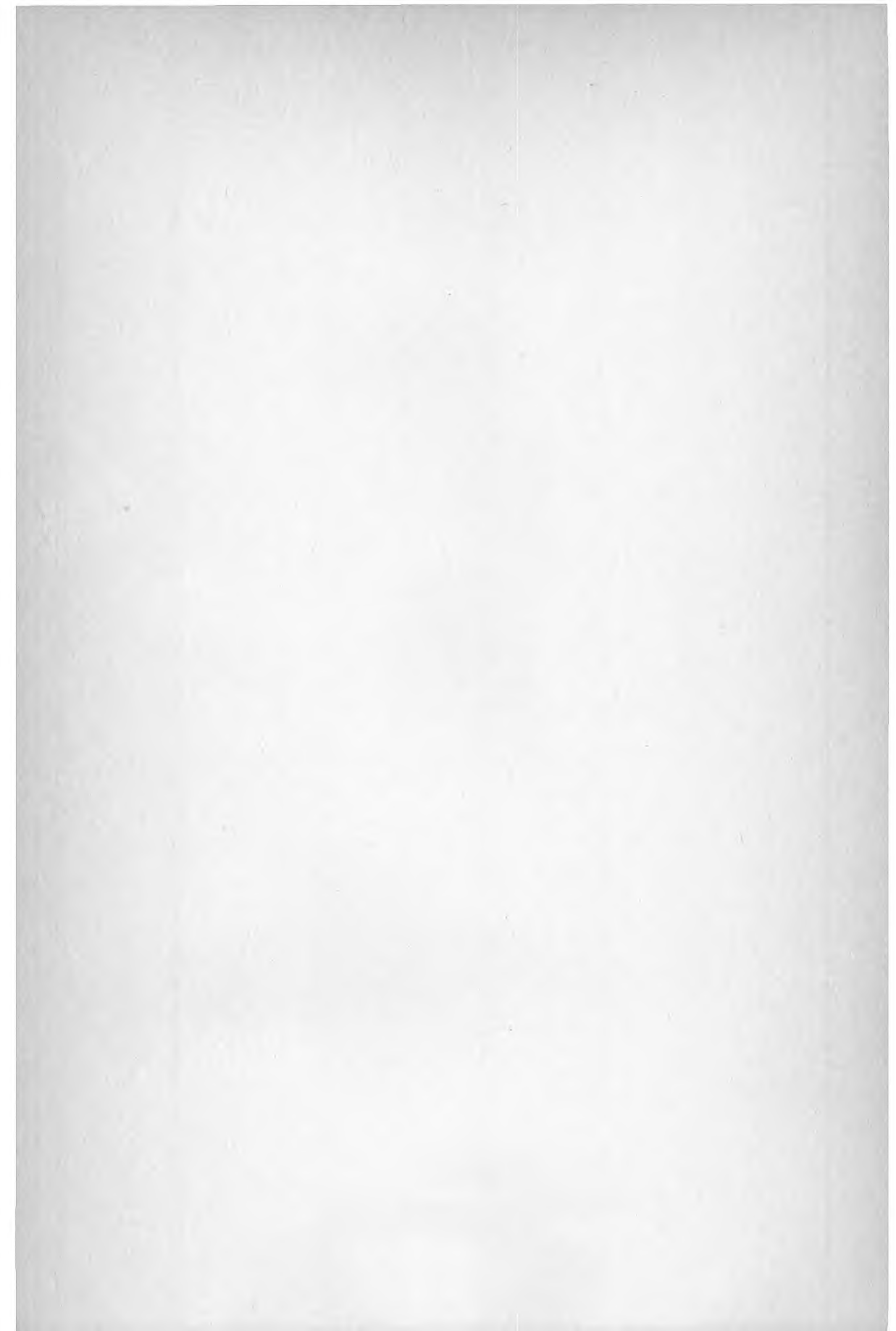
Undersökningarna inom det här området bör fortsätta. Detta kan leda till en bättre förståelse av människans uppfattning av tal eller upplevelse av musik och bli värdefulla vid projekteringen av lyssningslokaler.



LITTERATUR

- [1] FLETCHER, H., Speech and hearing in communication. D. V. Nostrand Comp. INC. New York, 1953.
- [2] FANT, G., Modern instruments and methods for acoustic studies of speech. Acta Polytechnica Scandinavica, 1958 nr 1.
- [3] KNUDSEN, V., Architectural Acoustics. London, 1932.
- [4] KNUDSEN, V. & HARRIS, C., Acoustical design in architecture. John Wiley & Sons, INC, 1950.
- [5] THIELE, N., Richtungsverteilung und Zeitfolge der Schallruckwürfe in Räumen. Acustica, vol 3, Bah. 1. 1953.
- [6] MEYER, E., Definition and diffusion in rooms. JASA, vol 26 nr 5, 1954.
- [7] NIESE, H., Die Messung der Nutzschall - und Echogradverteilung zur Beurteilung der Hörsamkeit in Räumen. Acustica, vol 11, 1961.
- [8] NORDLUND, B. & KIHLMAN, T., Use of articulation test in auditorium studies. JASA, vol 44, nr 1, 1968.
- [9] KIHLMAN, T. & NORDLUND, L., Taluppfattbarhet i hörsalar. BFR Rapport R 61, 1973.
- [10] HOUTGAST, T. & STEENEKEN, H., The modulation transfer funktion in room acoustics as a predictor of speech intelligibility. Acustica, vol 28, 1973.
- [11] KURER, R., Zur Gewinnung von Einzahlkriterier bei Impulsmessungen in der Raumakustik. Acustica, vol 21, 1967.
- [12] KURER, R., Untersuchungen zur Auswertung von Impulsmessungen in der Raumakustik. Avhandling T.U. Berlin, 1971.
- [13] CREMER, L. & MULLER, A., Die Wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik. Band 1. Hirzel Verl. 1978.

- [14] ZWICKER, E. & FELDKELLER, R., Das Ohr als Nachrichtenempfänger. Hirzel Verl. 1967.
- [15] FRENCH, N.R. & STEINBERG, J.C., Factors governing the intelligibility of speech sounds. JASA, vol 19, nr 1, 1947.
- [16] KIRSZENSTEIN, J. & KLEINER, M., Dynamisk bakgrunds nivå. Rapport NAS, 1976.
- [17] SCHRÖDER, M.R., New method of measuring of reverberation time. JASA, vol 37, 1965.
- [18] VIGRAN, T. & SØRSDAL, S. Comparison of methods for measurement of reverberation time. Journal of sound and vibration nr 48, 1967.
- [19] BODLUND, K., On the use of the integrated impulse response method for laboratory reverberation measurements. Journal of sound and vibration. vol 56, nr 3, s. 341-362, 1978.
- [20] KIHLMAN, T., KIRSZENSTEIN, J. & KLEINER, M., Rumsakustiska problem. Taluppfattbarhet och modulationsdämpning. BFR Rapport R 39, 1978.
- [21] NIELSEN, K., Method in numerical analysis. Mc Millan Comp. N.Y. 1956 and 1964.
- [22] SCHULZ, Th. & WATTERS, B.G., Propagation of sound across audience seating. JASA, vol 35, nr 5, 1964.





Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
760235-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till Avd. för byggnadsakustik, CTH, Göteborg.

R23: 1981

ISBN 91-540-3454-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700323

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 50 kr exkl moms