



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

R20:1978

Hastighetsbegränsning i tätort

**— skyddsåtgärder
mot trafikvibrationer**

Ulf Jonasson

Göran Lande

Bo Larsson

Sven-Erik Lundin

Gösta Rundqvist

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VRG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Byggforskningen

R20:1978

HASTIGHETSBEGRÄNSNING I TÄRTORT
- SKYDDSATGÄRD MOT TRAFIKVIBRATIONER

Ulf Jonasson, Göran Lande,
Bo Larsson, Sven-Erik Lundin &
Gösta Rundqvist

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740562-7 vid
Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking Ingenjörbyrå
AB, Uppsala.

Nyckelord:
vibrationer
lera
trafik
hastighet
fordonshastighet

UDK 625.098
656.053.2
69.059.2

R20:1978

ISBN 91-540-2825-6
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1978 850909

INNEHÅLL

	BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER	5
1	INLEDNING	7
2	MÅLSÄTTNING	8
3	PROBLEMSTÄLLNING	8
3.1	Allmänt	8
3.2	Dynamisk belastning från trafik	9
4	TRAFIKFÖRHÅLLANDEN I UNDERSÖKNINGSOMRADET	10
4.1	Allmänt	10
4.2	Trafikräkning	11
4.3	Övriga förhållanden	11
5	GEOTEKNISK ÖVERSIKT	11
5.1	Allmänt	11
5.2	Fältundersökningar	12
5.3	Geotekniska förhållanden	13
6	MÄTOBJEKT	15
6.1	Klassificering av byggnadstyp	15
6.2	Beskrivning av mätobjekten	15
7	SPRICKOR UR BYGGNADSTEKNISK SYNPUNKT	24
7.1	Vanligaste orsaken till uppkomst av sprickor	24
7.2	Sprickor och vibrationseffekter	24
8	MÄTUTRUSTNING OCH MÄTNOGGRANNHET	25
8.1	Enhet nr 1	25
8.2	Sprickrörelsemätaren	26
8.3	Enhet nr 2	27
8.4	Enhet nr 3	27
8.5	Enhet nr 4	28
8.6	Mätningarnas noggrannhet	28

9	MÄTNINGSUTFÖRANDE	29
9.1	Val av mätpunkter	29
9.2	Mätningsteknik	29
10	MÄTRESULTAT	33
10.1	Vibrationsnivåer	33
10.2	Sprickrörelser	33
10.3	Infraljud	34
11	SAMMANFATTNING	39

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

l	längd	m
t	tid	s
s	förflyttning	μ ($1\mu = 0,001$ mm)
v	svängningshastighet	mm/s
a	acceleration	m/s^2
f	frekvens	Hz
$\hat{s}, \hat{v}, \hat{a}$	toppvärde	
$\bar{s}, \bar{v}, \bar{a}, \bar{f}$	aritmetiskt medelvärde	
L	ljudtrycksnivå	dB
\bar{L}	aritmetiskt medelvärde	
σ	standardavvikelse	
V_{eq}	vibrationsekvivalenta nivån	VdB

$$V_{eq} = \frac{q}{\log 2} \cdot \log \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{v(t)}{v_0} \right] \frac{20 \log 2}{q}$$

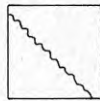
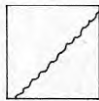
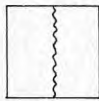
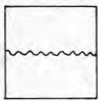
$q =$ konstant, här har använts $q = 3$

$T =$ mätperioden

$v(t) =$ svängningshastigheten vid tiden t

$v_0 =$ referensnivå, här har använts $v_0 = 10^{-5}$ mm/s

Kodbeteckning för spricktyp:



V = spricka
i vägg
T = spricka
i tak

Typ x

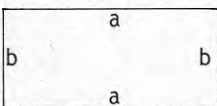
y

xy

yx

Kodbeteckning för sprickans orientering i förhållande till gata:

Gata




Hela beteckningen för en spricka kan ex vara 29 Vy1 Ca. Där betyder förutom här angivna termer:

29 - mätobjekt

1 - mätpunktens nummer

C - byggnadsklass

 1 - betecknar placering av sprickrörelsemätare samt mätpunktens nummer

$\Delta 1$ - betecknar mätpunktens läge i plan

INLEDNING

Det är ett välkänt förhållande att områden med lera medför större besvär av vibrationsstörningar från trafik än andra grundförhållanden. I Sverige finns flera storstäder och mindre orter som helt eller delvis är byggda på lera. Den intensiva tillväxten av tung trafik samt trafiksanering i städerna bidrar ofta till temporära eller permanenta omflyttningar av genomfartstrafiken till områden som ibland inte är tillräckligt resistent mot den stora trafikintensiteten och dess effekter. Man hinner inte förbättra inre stadsgator i så snabb takt som trafikens volym växer. Det är därför av stort intresse att klarlägga de faktorer som är avgörande för alstring av störningar på exempelvis bostadsområden för att man i samband med planering av nybyggnadsområden och trafikleder skall kunna undvika eller minska besvären.

Uppsala är en av de städer i landet som till stor del är byggd på lera med mäktighet upp till ca 100 meter. I samband med trafikomläggningar, i vissa fall provisoriska under utbyggnad av nya trafikleder, har klagomål på trafikalstrade vibrationsstörningar förekommit. På uppdrag av Uppsala kommun har därför utförts omfattande vibrationsmätningar. Målsättningen med mätningarna var att systematiskt undersöka vibrationsparametrarna och utröna orsaker till alstring av trafikvibrationer. Resultat av dessa tidigare utförda undersökningar var i korthet följande:

- Fordonshastigheten och vägbanans ytjämnhet är avgörande för alstring av vibrationsstörningar.
- Fordonsvikten och den totala lasten hade mindre betydelse jämfört med inverkan av fjädringsegenskaperna hos fordonet.
- Vibrationer med sådan storlek, frekvens och karaktär som registrerades i samband med mätningen, klassas som mycket störande för människan.

2 MÅLSÄTTNING

Denna undersökning har som målsättning att visa hur en hastighetsnedsättning av en stadsgata inverkar på vibrationsnivåerna i angränsande byggnader. Samtidigt undersökes i vad mån befintliga sprickor påverkas av trafikvibrationer och om någon skillnad framkommer i samband med hastighetsnedsättningen. Mätningarna skall också ge underlag till en diskussion om eventuella skadeeffekter av trafikvibrationer.

Vidare uppdelas de i undersökningen ingående byggnaderna i olika klasser med hänsyn till grundläggningssätt. Indelningen sammanfaller även med byggnadstyp och byggnadstekniskt utförande. Avsikten är att se om i detta lilla undersökningsmaterial ändock markanta skillnader föreligger mellan grupperna.

Beroende på att de vibrationer av betydelse som uppträder i samband med trafik är långperiodiska har vi funnit att mätning av infraljud kunde vara av intresse att samtidigt studera. Denna mätinsats är dock av liten omfattning.

Undersökningen förväntas få praktiskt värde för bedömningar av lämpliga skyddsåtgärder mot trafikvibrationer samt vid planläggning av trafikleder.

3 PROBLEMSTÄLLNING

3.1 Allmänt

Under de senaste åren märks i Sverige liksom i andra länder en ökad miljödebatt och ökat intresse för effekter av vibrationer på mark, byggnader och människor. Bidragande orsaker till detta kan möjligen stå att finna i exempelvis svårförklarliga skadefall och klagomål på bl.a. trafikvibrationer.

De bedömningar av vibrationseffekter som hittills gjorts i Sverige bygger dock enligt vår mening på bristfälligt underlag och motiverar därför ökad forskningsinsats för klarläggande av de faktorer som påverkar alstring och fortplantning av vibrationer i mark och byggnader.

Trafikvibrationer har egenskaper som ur många synpunkter är intressanta att studera. Dessa är bl a ett brett frekvensband som alstras av en rörlig vibrationskälla. Alla vågtyper är representerade och utbredningens karaktär påverkas av källans läge i förhållande till undersökningsobjektet samt - geologin. Detta förhållande gör trafikvibrationer representativa även för andra vibrationstyper och motiverar användning av seismologisk mätteknik och tolkningsmetodik i föreliggande rapport. Med hänsyn till ovannämnda aspekter kan rapporten intressera en bredare skara av vibrations-tekniker än enbart trafikintresserade.

3.2 Dynamisk belastning från trafik

I dynamiskt belastade konstruktioner kommer förr eller senare sprickor att bildas och tillväxa. Detta händelseförlopp har man under lång tid studerat för metaller och kan med god noggrannhet teknologiskt behandla effekten. Då byggnadskonstruktioner blir utsatta för dynamiska påkänningar så bör dessa så småningom ge upphov till sprickbildning som tillväxer med tiden. Tillväxthastigheten blir beroende av svängningens amplitud, frekvens samt belastningstillståndet i närheten av sprickan.

I denna undersökning har valts att studera rörelser av gamla sprickor och vibrationer i fastigheter belägna längs en genomfartsled och i samband med införandet av hastighetsnedsättningen på denna. Samtidigt behandlas frågan om huruvida vibrationsmätningar och således mätvärden på vibrationsnivån är en relevant parameter vid bedömning av byggnadsskador. Föreliggande utredningsmaterial är tillräckligt för att ge indikationer och uppslag för mer genomgripande utredningar.

Problemställningen framgår schematiskt av figuren nedan.

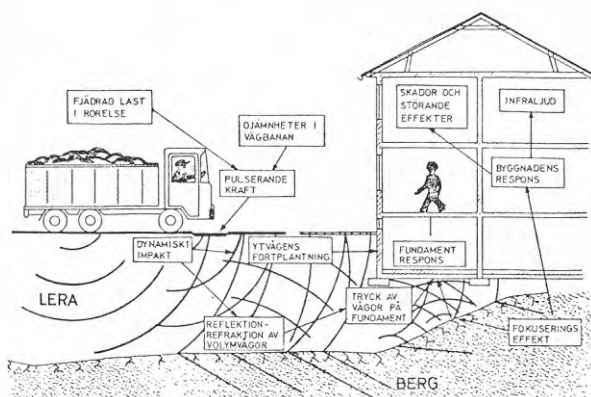
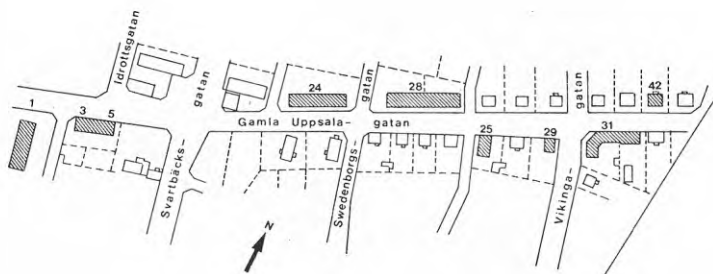


Fig 2:1 Vibrationsalstring, fortplantning och inverkan

4 TRAFIKFÖRHÅLLANDEN I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

4.1 Allmänt

Gamla Uppsalagatan utgör en viktig genomfartsled som förbinder väg E4 med vägen mot Enköping. Inom det undersökta avsnittet, som omfattar hela den bebyggda delen, finns vidare en korsande gata av betydelse - Svartbäcksgatan. Denna utgör den väsentligaste förbindelsen för innerstadstrafiken mot norra anslutningen till väg E4. Trafiksignaler finns i korsningen med Svartbäcksgatan. Övriga tvärgator är i detta sammanhang av underordnad betydelse (se fig nedan).



4.2 Trafikräkning

I samband med hastighetsnedsättningen har trafikräkning skett veckan före och efter ändringen. Före ändringen, det vill säga med tillåten hastighet 50 km/tim, erhöles per veckomedeldygn 11.040 fordon och efter ändringen, det vill säga med 30 km/tim, erhöles per veckomedeldygn 10.570. Mätningen gäller för sträckan öster om Svartbäcksgatan där sex av de i undersökningen ingående fastigheterna är belägna. Minskningen är liten och påverkar ej resultatet.

4.3 Övriga förhållanden

Före hastighetsnedsättningen körde ca 40 % av de registrerade fordonen med ca 50 km/tim. Efter hastighetsnedsättningen körde ca 55 % av alla fordon med ca 30 km/tim. Variationerna i fordonshastighet var större efter ändringen.

Ca 600 - 900 tyngre fordon registrerades på mätapparaturen per dygn.

Av betydelse är vidare förekomsten av ojämnheter i vägbanan vid Gamla Uppsalagatan 24, 28, 29, 31 och 42.

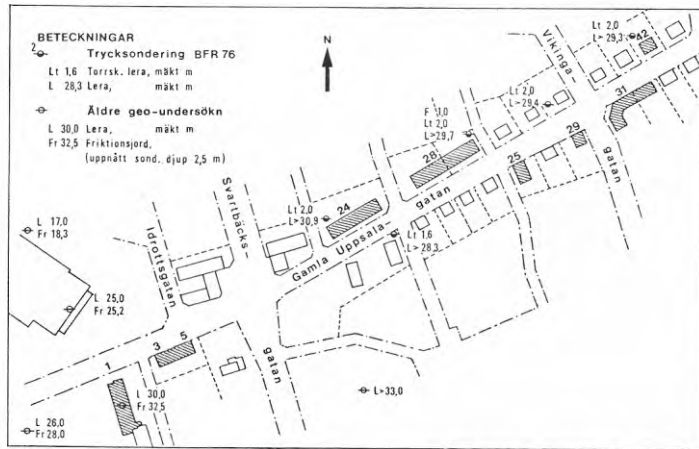
5 GEOTEKNISK ÖVERSIKT

5.1 Allmänt

Gamla Uppsalagatan är belägen i stadsdelen Svartbäcken i Uppsala. Området har innan det bebyggdes på 1920-talet utgjort en del av Uppsalaslättens vidsträckta lerområde. Topografin är därför flack och närmaste höjdsträckning är Uppsalaåsen. Denna framträder här ur lerslätten som åskullar och den s k Galgbacken, 0,5 km norr om Gamla Uppsalagatan är den närmaste fastmarken. Under Svartbäcksområdet är åsen täckt av mäktiga lerlager och enligt geologiska bedömningar anlagd i en förkastning i berggrunden.

5.2 Fältundersökningar

Genom tidigare sonderingar, provtagningar och pålningsarbeten är jordlagerföljden och undergrunden delvis känd i området. En inventering av äldre geo-data har därför gjorts och resultaten av denna finns redovisad på nedanstående geo-karta.



Kompletterande sonderingar har utförts längs Gamla Uppsalagatan i pkt 1 - 5 belägna vid vissa av de byggnader, som studerats i forskningsprojektet. Borrningarna har skett med hydraulisk trycksond modell Geotech. Sondspetsen har en area av 10 cm^2 och är försedd med en glappkoppling, som möjliggör en grov utvärdering av både stängmantelmotstånd och spetsmotstånd.

Sonderingarna har som regel avbrutits vid ett djup av 30 m om fastare jordlager dessförinnan ej påträffats.

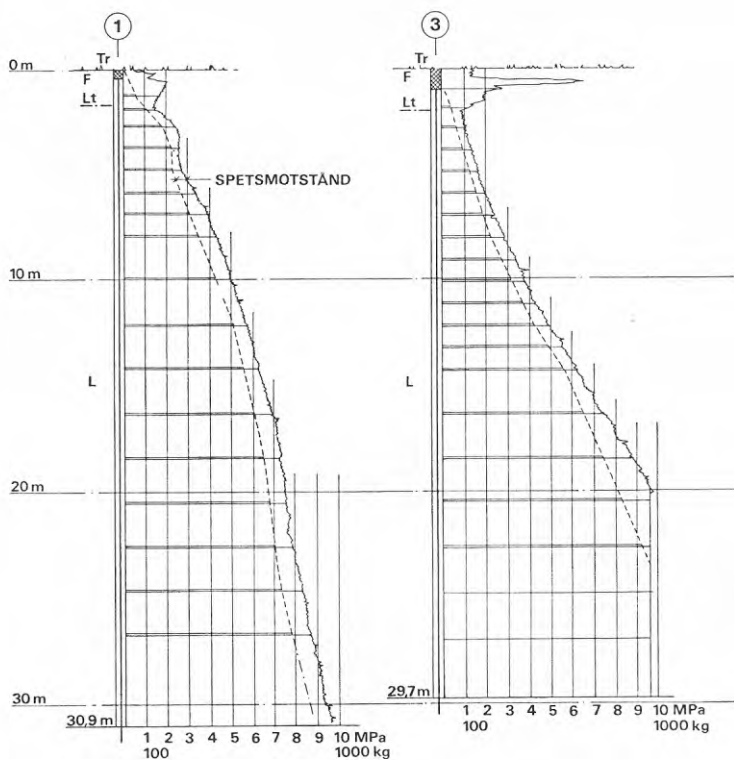
5.3 Geotekniska förhållanden

Undergrunden består som tidigare nämnts av djupa lerlager. Lermäktigheten uppgår således vid Fyrishallen och i närliggande kv Idun till 25 a 30 m. Underlagrande friktionsjord utgörs där av fast friktionsjord (troligen morän). I övrigt har fast botten ej påträffats på grundare jorddjup än 30 m längs Gamla Uppsalagatans sträckning österut mot Gamla Uppsalaplan och järnvägslinjen Uppsala - Gävle. En uppskattning av lerdjupen gjort utifrån andra sonderingsresultat i Svartbäcksområdet anvisar att leran troligen har en mäktighet av 35 - 50 m.

I kv Idun har 1963 utförts kolv- och vingborrningar och resultaten av dessa torde vara representativa för hela det aktuella området. Leran har överst torrskorpekaraktär i 1,5 - 2,0 m och med en vattenhalt av 25 - 50 %, räknat på torrvikten. Därunder vidtager en lerig gyttja med enstaka snäckskal övergående i gyttjig lera till ca 10 - 12 m djup under markytan. Det organiska innehållet gör att jordarten har en så hög vattenhalt som 80 - 100 % och finlekstal upp mot 120. Skjuvhållfastheten är ganska konstant under torrskorpeleleran och uppgår till 28 - 32 kPa (2,8 - 3,2 Mp/m²). Leran kan därmed karaktäriseras som halvfast. Densiteten hos de organiska lerlagren är i medeltal 1,45.

Ned till ca 20 m djup är leran av rent postglacial typ och med följande geotekniska parametrar: Vattenhalt och finlekstal 50 - 60 %, skjuvhållfasthet 25 kPa, densitet 1,70 och sensitivitet 10.

På 25 m djup är leran varvig och med inslag av 1 cm tjocka mjälaskikt. I det djupaste kolvborrprovet från 30 m har påträffats kraftiga sandskikt i leran. Den varviga lagerföljden anvisar att grusåsen sträcker sig under området. Åsens profil och mäktighet i undergrunden är dock ej känd och någon tendens mot fastare bottenlager kan ej spåras i trycksonddiagrammen på nästa sida.



Grundvattenförhållandena i området styrs av Uppsala kommuns vattentäkt i Galgbacken. Grundvattnets hydrauliska trycknivå i lerlagren är belägen ca 4 m under markytan. Observera att en fri grundvattenyta ej utbildas i lerlagren, utan nivån kan endast registreras genom nedslagning av ett öppet rör till vattenförande jordlager eller med porttrycksmätare.

6 MÅTOBJEKT

6.1 Klassificering av byggnadstyp

Klass A: Modern byggnad av betong på betongpålar.

Hus nr 1

Klass B: Äldre byggnad av murverk på träpålar.

Hus nr 3 - 5

Klass C: Äldre byggnad av murverk på utbredda sulor.

Hus 24 och 28

Klass D: Gammal byggnad med källare av murverk och stomme av trä.

Grundläggning på utbredda sulor.

Hus nr 25, 29, 31 och 42

Byggnadernas utseende framgår vidare av följande planer och sektioner redovisade i kapitel 6.2. I beskrivningen finns bifogade besiktningsprotokoll som förklarar sprickornas utseende och mätpunkternas läge.

6.2 Beskrivning av mätobjekten

I de följande använda numren på fastigheterna, som ingår i undersökningen, avses gatunummer.

Fastighet nr 1 klass A

Modernt 4-våningshus med källare, ålderdomshem.

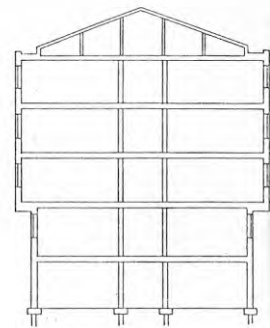
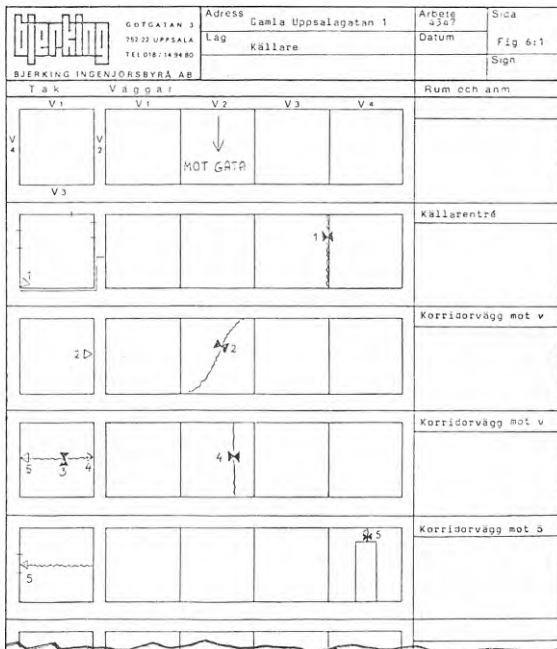
Byggnadsår 1967 - 68.

Grundläggning med stödpålar av betong.

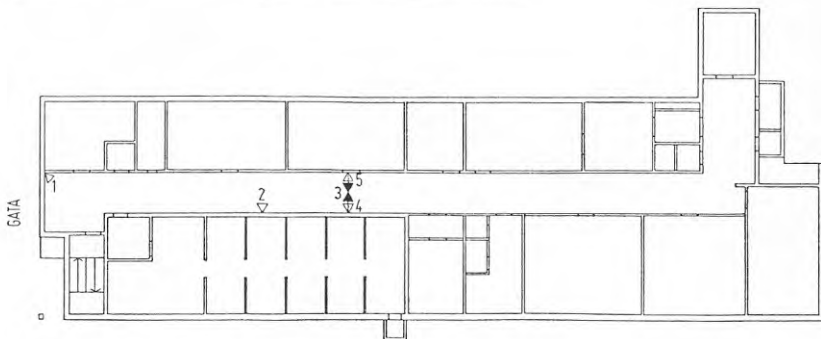
Stomme av platsgjuten betong.

Källare av betong.

Avstånd byggnad - körbanekant 6,0 m.



SEKTION



KÄLLARPLAN

Fastighet nr 3 - 5 klass B

Äldre 4-våningshus med källare, bostadshus.

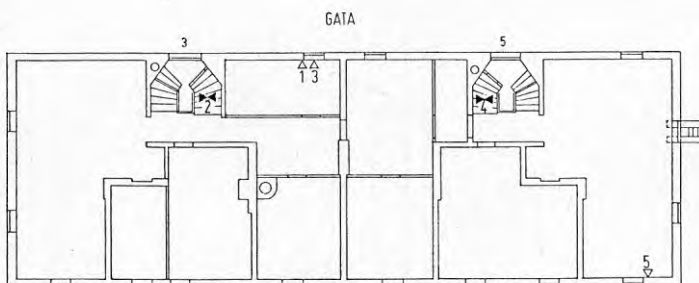
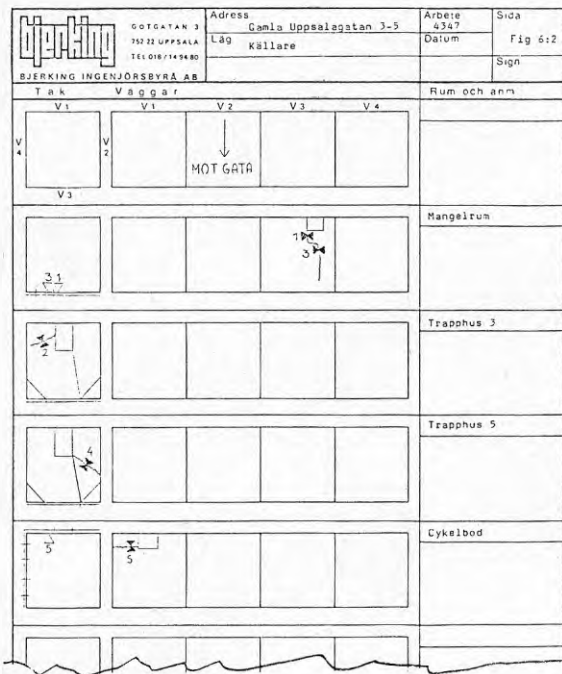
Byggnadsår 1942.

Grundläggning med kohesionspålar av trä.

Stomme av tegelmurverk, bjälklag av betong.

Källare av betong.

Avstånd byggnad - körbanekant 2,0 m.



KÄLLARPLAN

Fastighet nr 24 klass C

Äldre 3-våningshus med källare, bostadshus.

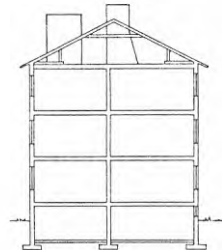
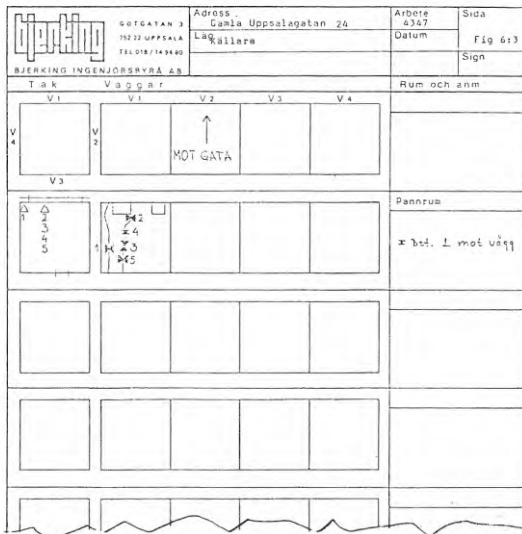
Byggnadsår 1944.

Grundläggning med utbredda sulor.

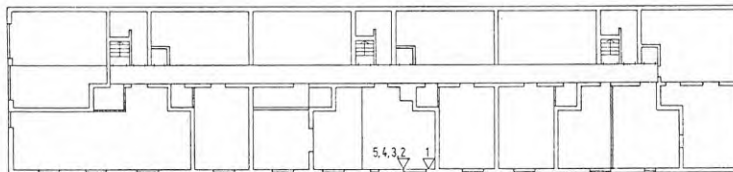
Stomme av tegelmurverk, bjälklag av betong.

Källare av betong.

Avstånd byggnad - körbanekant 6,0 m.



SEKTION



GATA

KÄLLARPLAN

Fastighet nr 25 klass C

Gammalt 2-våningshus med källare, bostadshus.

Byggnadsår 1924.


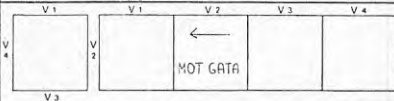
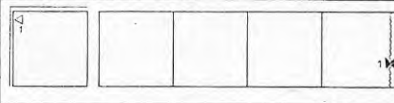
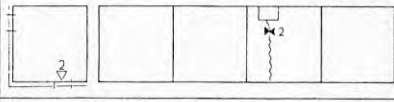

Grundläggning med sulor.

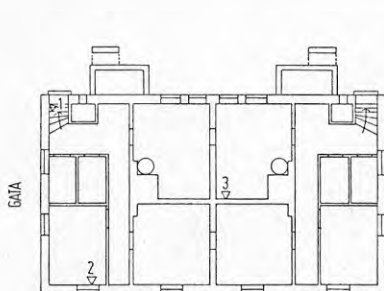
Stomme av trä, bjälklag av trä.

Bjälklag över källare av betong.

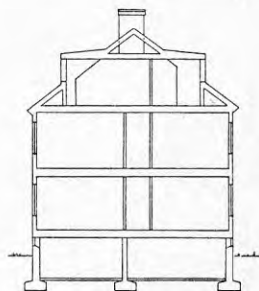
Källare av murverk.

Avstånd byggnad - körbanekant 3,0 m.

	GOLGATAN 3 161 32 UPPSALA TELE 018/143400	Adress : Gamla Uppsala Uppsala Uppsala 25 Lag Källare	Arbets 4347	Sida
			Datum	Fig 61c
				Sign
BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB				
Tak		Vägg ar		Rum och anm
V 1 V 2 V 3	V 1 V 2	V 2 V 3 MOT GATA	V 3 V 4	
				
				Svale
				Vedbod
				Mangelrum



KÄLLARPLAN



SEKTION

Fastighet nr 28 klass C

Äldre 2-våningshus med källare, bostadshus.

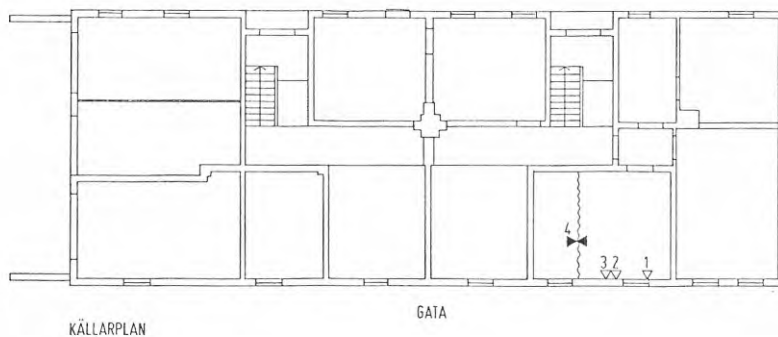
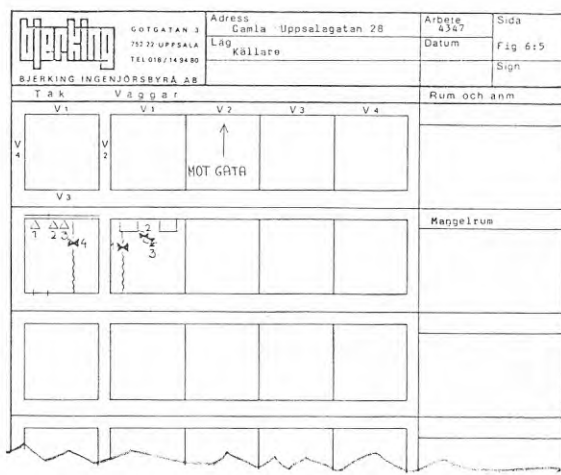
Byggnadsår 1943.

Grundläggning med utbredda sulor.

Stomme av tegelmurverk, bjälklag av betong.

Källare av betong.

Avstånd byggnad - körbanekant 6,0 m.



Fastighet nr 29 klass D

Gammalt 2-våningshus med källare, bostadshus.

Byggnadsår 1922.

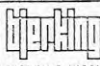
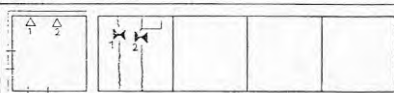

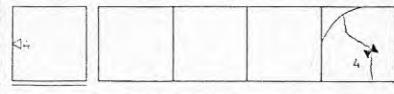
Grundläggning med sulor.

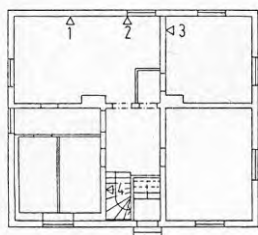
Stomme av trä, bjälklag av trä.

Bjälklag över källare av betong.

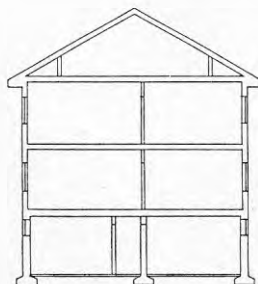
Källare av murverk.

Avstånd byggnad - körbanekant 6,0 m.

		Adress Gamla Uppsälögatan 29 Låg Källare	Arbeta 0357 Datum Sign	Sida Fig 6:6
BIERKING INGENJÖRSBYRÅ AB SÖTSGATAN 3 717 22 UPPSALA TEL 018/145480				
Tak	Väggår			Rum och anm
V1	V1	V2	V3	V4
V4	V2	MOT GATA		
V3				
				Vedboden
				Strykva
				Trapphus



KALLARPLAN



SEKTION

Fastighet nr 31 klass D

Gammalt 2-våningshus med källare, bostads- och affärshus.

Byggnadsår 1923.

Grundläggning med sulor.

Stomme av trä, bjälklag av trä.

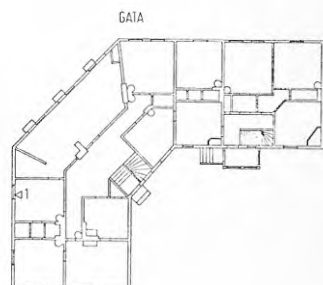
Bjälklag över källare av betong.

Källare av murverk.

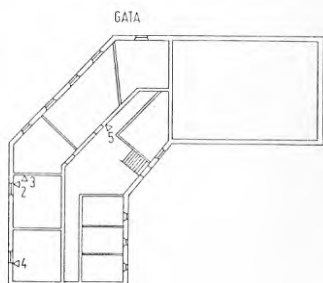
Avstånd byggnad - körbanekant 1,5 m.

	GOTGATAN 3 752 22 UPPSALA TEL 018/163420	Adress Göta Uppsalagatan 31	Ärte 1923	Sida 7	
	BÄNKING INGENJÖRSBYRÅ AB	Lag Källare	Datum	Fig 6:7 Sign	
Tak		Vägg ar		Rum och anm	
V1 V3	V1 V3	V2 MOT GÅTAN	V3	V4	
Kontor 2v					
Förråd 1					
Förråd 2					
Svale					

1372-11-17-4000



BOTTENPLAN



KALLARPLAN



SEKTION

Fastighet nr 42 klass D

Gammalt 2-våningshus med källare, bostadshus.

Byggnadsår 1929.


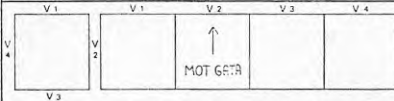
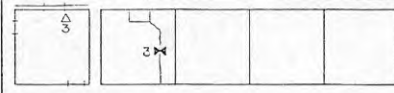
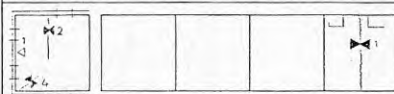

Grundläggning med sulor.

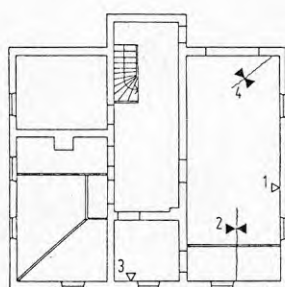
Stomme av trä, bjälklag av trä.

Bjälklag över källare av betong.

Källare av murverk.

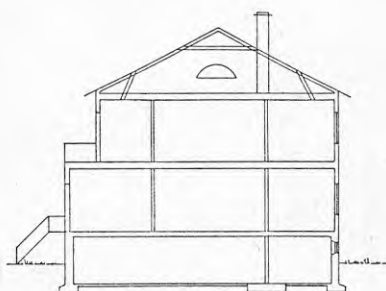
Avstånd byggnad - körbanekant 7,0 m.

		Adress Länna Uppsälögatan 42		Arceid 4327		Sida	
GOTGATAN 3 757 22 UPPSALA TEL 018/143483		Läg källare		Datum		Fig 6:8	
BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB				Sign			
Tak		V ä g g a r		Rum och anm			
V 1 V 2 V 3 V 4		V 1 V 2 V 3 V 4					
							
				Pannrum			
				Garage			
							



KÄLLARPLAN

GATA



SEKTION

7 SPRICKOR UR BYGGNADSTEKNISK SYNPUNKT

7.1 Vanligaste orsaken till uppkomst av sprickor

Sprickor i byggnader uppstår av flera orsaker varav nedan redovisade kan betraktas som de vanligaste huvudorsakerna:

- 1 Sättning i grundläggning, partiell eller total men ojämn, beroende på:
 - 1:1 Succesiv uttorkning och krympning av leran genom utdränering.
 - 1:2 Konsolideringssättningar i lerlagren på grund av grundvattensänkning.
 - 1:3 Ruttnande träpålar, på grund av uttorkning av leran.
 - 1:4 Olikformig belastning eller bärförmåga hos fundament eller pålar.
 - 1:5 Varierande lermäktighet.
 - 1:6 Varierande grundläggningssätt under samma byggnad.
 - 1:7 Varierande packningsgrad hos undergrunden.
 - 1:8 Omlagringar och andra effekter i undergrunden på grund av vibrationer.
 - 1:9 Grundläggning på både lösa jordarter och berg under samma byggnad.
- 2 Krympning av byggnadsmaterialet i samband med härdning och åldrande samt varierande krympning hos sammankopplade byggnadsdelar av olika material.
- 3 Temperatureffekter t ex beroende på varierande byggnadsmaterial.
- 4 Brott beroende på åldringsegenskaper, utmattning av lastväxlingar eller överlast, ex jordtryck.
- 5 Grundläggning fastlåst på berg utan erforderliga dilatationsfogar påverkas av effekter enl punkterna 2 och 3.

7.2 Sprickor och vibrationseffekter

Ovan noterade skadeorsaker, sättning genom omlagringar och andra effekter, utmattning av lastväxlingar samt brott på grund av exempelvis jordtryck kan tänkas uppstå i samband med vibrationer.

De sprickor som förekommer är mycket olika till karaktär, storlek och läge i byggnaden. Gemensamt för samtliga är att de på grund av någon av tidigare nämnda orsaker markerar en svaghetszon. Många sprickor i källare ligger t ex i anslutning till håltagningar i grundmuren. I samband med besiktning av mätobjekten kunde i många fall de största sprickorna upptäckas i byggnadernas mittparti. Dessa har också blivit valda till mätpunkter. Förekomst av grova sprickor i byggnadernas mittparti kan vara en slump i detta fall. Det kan dock inte uteslutas att just detta förhållande kan sättas i samband med vibrationseffekter som exempelvis förekomst av långperiodiska vibrationer med våglängder som är av samma storleksordning som huslängderna. Byggnaderna kan alltså tänkas uppträda på samma sätt som båtar i vattnet. I ena ögonblicket uppbäres för och akter av varsin vågtopp och i nästa ögonblick rider båten på en vågtopp under mitten. Detta ger upphov till växlande påfrestningar som blir störst i mittpartiet.

8 Mätutrustning och mätnoggrannhet

Mätutrustningen som används för detta projekt består av följande enheter:

- Enhet nr 1 för mätning av sprickrörelse
- Enhet nr 2 för vibrationsmätning
- Enhet nr 3 för vibrationsövervakning
- Enhet nr 4 för infraljudmätning

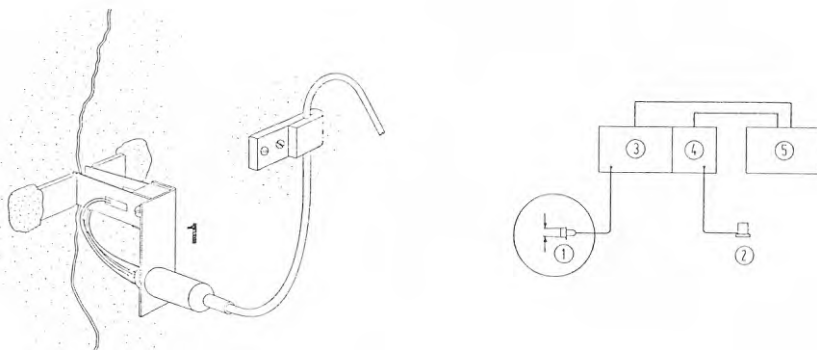
8.1 Enhet nr 1

Enhet nr 1 är sammansatt av följande givare och registreringsinstrument:

- 1: Sprickrörelsemätare typ Bjerk-5
- 2: Seismometer U.S. Mark L-22
- 3: ABEM amplifiersystem DBT 336 med bryggförstärkare 5336-820
- 4: Likspänningsförstärkare 5336-810
- 5: ABEM Ultralette 5671 registreringsenhet

8.2 Sprickrörelsemätaren

Sprickrörelsemätaren illustrerad i nedanstående figur, vilken är en av Bjerking Ingenjörbyrå AB patentsökt givare för mätningar av sprickrörelser, består av två stycken noggrannt tillverkade bladfjädrar av specialstål på vilka man limmat trådtöjningsgivare.



Anslutning av sprickrörelsemätare till enhet 1.

Bladfjädrarnas ena sida är stelt fixerade i en aluminiumplatta, på vilken även kabelanslutningen är fastsatt. Den andra änden av bladfjädrarna inspännes mellan två klackar på mätobjektet på var sin sida av sprickan. Beroende på vilken typ av klackar man använder så kan sprickrörelser mätas i valfri vinkel i förhållande till sprickans utsträckning. Normalt är det av största intresse att mäta sprickrörelser tvärs sprickans utsträckning därför att detta är det belastningstillstånd som är mest kritiskt med hänsyn taget till fortsatt sprickpropagering.

Sprickrörelsemätaren har fyra stycken trådtöjningsgivare kopplade i en fullbrygga, vilket innebär att den är temperaturkompenserad. Man får alltså inget inflytande av temperaturvariationer.

Egenfrekvensen för givare är 2,0 till 2,5 kHz beroende på hur hårt fastspänd den är mellan klackarna. Den övre gränshfrekvensen blir ca 70 - 80 % av detta värde, alltså ca 1,5 kHz. Den nedre gränshfrekvensen är helt beroende på hur väl man fixerat kabeln till givaren. Statiska mätningar kan göras under lång tid.

Mätområdet uppåt är begränsat av böjfydrarnas dimensioner samt materialets elasticitet. Maximalt mätområde uppåt för här använda givare är ca 8 - 10 mm innan plastiska effekter uppstår. Upplösningen nedåt är helt avhängigt störnivån i omgivningen samt den egna mätapparaturens störnivå. Kalibrering av sprickrörelsemätarna har visat att man kan registrera bråkdelar av en tusendels millimeter (μm) med givarna. Mätområdet för sprickrörelsemätarna vid dessa mätningar är från 0,1 - 0,2 μm till 7 - 8 mm.

8.3 Enhet nr 2

Enhet nr 2 för vibrationsmätning består av följande komponenter:

- 1: Seismometrar U.S. Mark L-22, trekomponentgivare. Frekvensområde 0,5 Hz - 100 Hz, plan respons.
- 2: Seismometrar Sensor SM-1, vertikala, horisontella, trekomponentgivare. Frekvensområde 4,5 Hz - 300 Hz, plan respons.
- 3: ABEM amplifiersystem DBG 336 med:
 - Likspänningsförstärkare 5336-810
 - Vibrationsförstärkare 5336-850
 - Likspänningsförstärkare 5336-845
- 4: ABEM Ultralette 5671 UV-skrivare

8.4 Enhet nr 3

Enhet nr 3 är sammansatt av relativt enkla detektorer som automatiskt kan registrera toppvärden eller nivåer under en längre tidsperiod.

- 1: Övervakningssystem Bjerk-4 med seismometrar typ Sensor SM-1
- 2: Bruel & Kjaer vibrationsmätningssystem typ 3501
- 3: Vibrationsdosimeter B & K typ 4423

8.5 Enhet nr 4

Enhet nr 4 för infrajudmätning är sammansatt av följande instrument:

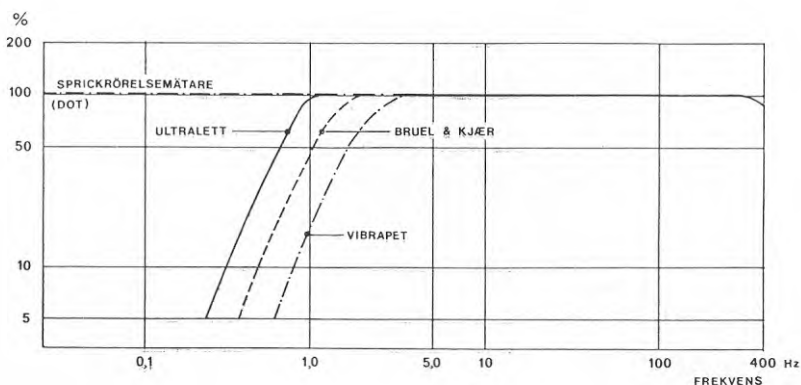
- 1: Bruel & Kjaer kondensatormikrofon 4146
- 2: B & K förstärkare/bärfrekvenssystem 2631
- 3: Oscilloskop 1205 AR Hewlett Packard
- 4: ABEM VIBRAPET VRS-337

8.6 Mätningarnas noggrannhet

Före och efter registreringarna kalibrerades hela mätsystem enligt tillverkarens anvisningar. Kalibreringsfel beräknas till $\pm 2\%$. Vid registreringsmätningar förekommer fel i storleksordning 10 %.

På grund av de kända och kontrollerbara parametrarna kan man räkna med att den totala summan av fel inte överskrider 15 %. Mätutrustningens frekvensområde omfattar frekvensområdet mellan DC och 300 Hz, och detta innebär att undersökningsplatsernas frekvensområden är väl intäckta.

Mätsystemets responskurvor redovisas i nedanstående figur.



Responskurvor för olika mätsystem

9 MÄTNINGSUTFÖRANDE

9.1 Val av mätpunkter

I samtliga mätobjekt har källarvåningarna valts för placering av sprickrörelse och vibrationsgivare. Man erhåller då klarare samband mellan vibration och sprickrörelse utan dämpande eller andra störande effekter. I något fall finns givare även i byggnadens bottenplan. Dessutom är källarvåningarna för de olika mätobjekten mer likartade och erbjuder därför ett bättre jämförelseunderlag.

På en lämplig mätpunkt för sprickrörelsemätning ställdes följande krav:

Belägen i bärande konstruktionsdel - vägg, tak eller annan med stomme sammankopplad väsentlig konstruktionsdel.

Kraftig spricka utgörande helt eller till större delen genombruten byggnadsdel.

Belägen i byggnadsdel av murverk eller betong.

Vibrationsmätningar har samtidigt skett på källarytterväggen till respektive byggnad samt i marken vid sidan av byggnaden. Vibrations-ekvivalent nivå har i samtliga fall uppmätts på golvyta i våning 1 trappa.

Mikrofon för infraljudmätning placerades i lägenhet mot gatan belägen på olika våningsplan beroende på var lämpligt ostört rum kunde erhållas. I de flesta fall våning 1 trappa.

9.2 Mätningsteknik

Utförda mätningar avser kontinuerlig registrering under ett dygn per byggnad och mätomgång. Under varje mätomgång registrerades samtidigt sprickrörelser från flera sprickor, vibrationer i marken och källarmuren samt vibrationer på golv och infraljud i samma rum. Detta mätförfarande ger möjlighet att se enstaka fordonspassager och dess effekt i de olika mätpunkterna. Därvid har också störningar inom byggnaderna kunnat elimineras vid sammanställningen av mätresultaten.

Ur registreringarna för sprickrörelser erhålles sprickviddsändringen för varje passage, totala deformationen under mätperioden samt sprickans vibration i mätriktningen. Sammanställningarna i tabell 9:4 och 9:5 baseras på statisk bearbetning av registrerade fordonspassager. (Se sid 26). Ur registreringarna för vibrationsmätning erhålles de vertikala svängningshastigheterna (toppvärden) i marken respektive källarmuren. Det kunde konstateras att de horisontella vibrationerna genomgående var mindre varför endast de vertikala fortsättningsvis registrerades. Dessa mätvärden är av intresse vid tolkning och jämförelse av sprickornas rörelser. Vibrationsmätningen på golvytor har utförts på både betong och träbjälklag. I avsikt att i undersökningen erhålla en totalbild av vibrationseffekter är denna mätinsats av intresse eftersom den ger ett begrepp om störningsgraden för människor som i olika lägen vistas på golven. Infraljudet kopplas direkt samman med "membran-effektern", dvs rörelser i väggar och golv.

Sammanställningarna i tabell 9:1 t o m 9:3 baseras på statistisk bearbetning av registrerade fordonspassager. Ur mätvärden från vibrationsregistreringen på golv har beräknats en "vibrationsdos" här kallat vibrationsekvivalent nivå (Veg). (Se sid 4 och sid 31).

Mätning av infraljud blev lätt störd av lufttrycksvariationer. De registreringar som härrörde från trafik kunde dock vid ostörda tillfällen lätt särskiljas och uppmätas.

Exempel på registrering framgår av figur 9:1.

Under den tid som mätningarna pågick gjordes också stickprovsmässigt kontrollmätningar av fordonshastigheten.

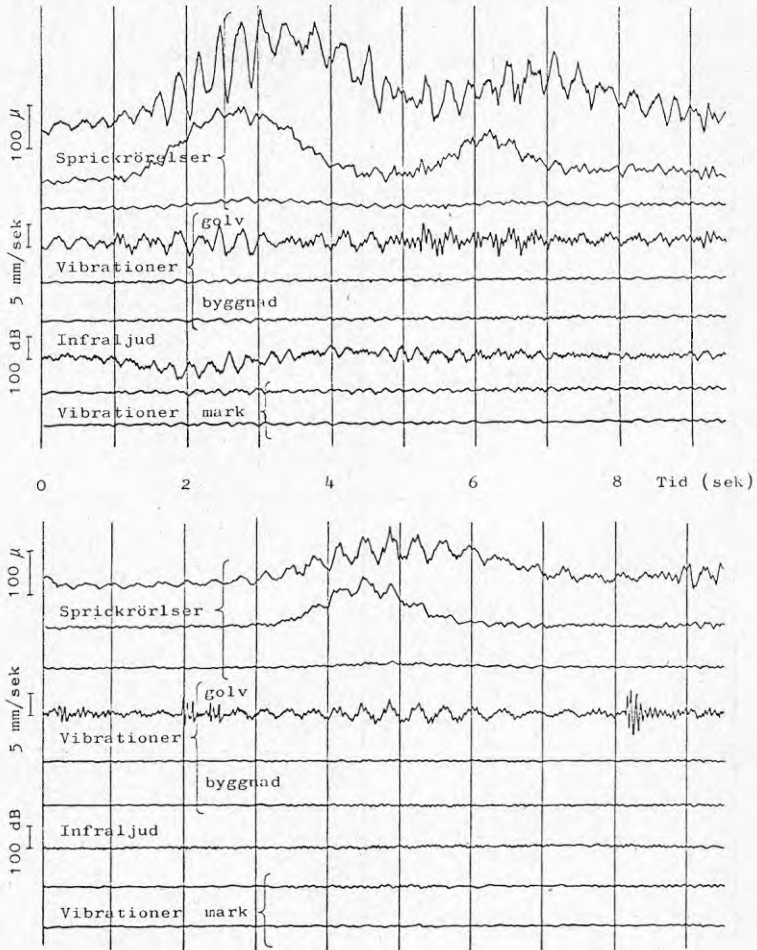


Fig 9:1 Exempel på registrering av timmerlastad bil respektive "vanlig långtradare".

Tabell 9:4 Mätvärden för sprickrörelser före hastighetsnedsättning (50 km/tim)

Mätpunkter	Längderetad vibr				Kortperiodisk vibr				Svängningshastighet	
	Förflyttning		Frekvens		Förflyttning		Frekvens		mm/s	mm/s
	μ	σ	f	σ	μ	σ	f	σ		
Kedjetekning	μ	σ	f	σ	μ	σ	f	σ	mm/s	mm/s
1 Vy1 Ab	13,6	3,2	0,10	0,05	5,8	1,0	3,20	0,17	0,12	0,02
1 Vy2 Ab	5,7	-	-	-	4,5	-	2,10	0,04	3,20	-
1 Tx3 Ab	7,5	0,3	0,11	0,13	-	-	-	-	-	-
1 Vy4 Ab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 Vy5 Ab	44,6	3,8	0,08	0,07	41,7	12,5	3,20	0,30	0,85	0,33
3 Vy1 Ba	11,5	3,1	0,20	0,04	4,7	-	2,83	-	0,08	-
3 Tx2 Bb	131,8	13,9	0,30	0,09	7,2	4,3	3,67	0,49	0,16	0,09
3 Vy3 Bc	221,1	57,1	0,18	0,18	13,6	8,6	4,92	1,15	0,36	0,22
3 Tx4 Bd	42,2	4,7	0,30	0,17	8,5	1,0	2,07	0,23	0,15	0,03
3 Vx5 Be	17,9	7,7	0,19	0,10	6,9	1,0	2,71	0,35	0,12	0,02
24 Vy1 Ca	-	-	-	-	29,9	8,6	3,18	0,54	0,59	0,19
24 Vy2 Ca	62,3	13,4	0,24	0,02	117,2	30,1	3,25	0,54	0,37	0,50
24 Vy3 Ca	15,1	9,5	0,23	0,04	17,7	15,1	3,20	0,37	0,34	0,32
24 Vy4 Ca	27,0	20,3	0,20	0,07	32,8	33,5	2,94	0,38	0,55	0,55
24 Vy5 Ca	53,3	10,9	0,23	0	52,3	21,4	3,16	0,35	1,59	0,47
25 Vy1 Da	164,4	53,0	0,16	0,03	147,4	45,5	3,70	0,44	3,39	0,85
25 Vy2 Da	134,2	32,3	0,24	0,09	62,7	16,3	4,21	0,97	1,46	0,61
25 Vy3 Da	13,1	6,9	0,30	0,08	12,7	5,4	4,23	1,83	0,33	0,12
28 Vy1 Ea	9,4	0,8	0,57	0,03	4,0	2,4	9,04	1,50	0,13	0,07
28 Vy2 Ea	1,4	0,61	0,13	0	3,1	1,2	5,45	0,57	0,10	0,06
28 Vx3 Ea	3,7	0,5	0,45	0,01	4,4	1,4	4,22	0,37	0,12	0,09
28 Ty4 Ea	-	-	-	-	1,3	0	3,07	0	0,03	0
29 Vy1 Db	0	0	0	0	37,0	4,0	9,27	1,04	2,40	0,48
29 Vy2 Db	0	0	0	0	24,1	4,3	20,22	0,43	1,53	0,17
29 Vy3 Da	0	0	0	0	78,4	17,3	9,44	1,26	15,70	0,82
31 Vy1 Da	25,1	7,9	0,27	0,03	70,2	11,9	3,37	0,00	0,64	0,25
31 Vy2 Da	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31 Vx3 Da	112,2	46,5	0,24	0,02	116,1	79,3	3,79	1,25	2,52	1,07
31 Vy4 Da	15,7	6,9	0,27	0,03	9,3	11,1	5,04	0,72	0,72	0,49
31 Vy5 Da	22,1	3,5	0,41	0,09	17,6	7,9	4,90	2,42	0,50	0,16
42 Vy1 Db	0	0	0	0	5,8	1,6	5,44	3,20	0,18	0,16
42 Ty2 Da	0	0	0	0	21,9	12,7	4,40	1,01	0,73	0,57
42 Vy3 Da	0	0	0	0	28,4	10,5	3,90	0,81	0,49	0,28
42 Ty4 Da	0	0	0	0	7,2	2,2	5,10	2,3	0,32	0,09
Medelvärde	51,9	0,65			31,7	4,52			1,01	

Tabell 9:5 Mätvärden för sprickrörelser efter hastighetsnedsättning (30 km/tim)

Mätpunkter	Längderetad vibr				Kortperiodisk vibr				Svängningshastighet	
	Förflyttning		Frekvens		Förflyttning		Frekvens		mm/s	mm/s
	μ	σ	f	σ	μ	σ	f	σ		
Kedjetekning	μ	σ	f <td>σ</td> <td>μ</td> <td>σ</td> <td>f <td>σ</td> <td>mm/s</td> <td>mm/s</td> </td>	σ	μ	σ	f <td>σ</td> <td>mm/s</td> <td>mm/s</td>	σ	mm/s	mm/s
1 Vy1 Ab	8,0	2,2	0,17	0,02	5,4	-	3,40	-	0,11	-
1 Vy2 Ab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 Tx3 Ab	7,5	0,3	0,12	0,05	-	-	-	-	-	-
1 Vy4 Ab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 Vy5 Ab	18,0	1,8	0,23	0,06	14,0	5,3	3,44	0,38	0,39	0,10
3 Vy1 Ba	12,7	1,3	0,40	0,05	4,0	0,9	3,12	0,66	0,08	0,03
3 Tx2 Bb	120,6	9,3	0,40	0,02	7,5	3,9	3,50	0,90	0,19	0,13
3 Vy3 Bc	145,1	10,1	0,30	0,03	9,3	3,3	3,36	1,02	0,23	0,13
3 Tx4 Bd	35,2	3,4	0,47	0,03	11,7	4,7	3,11	0,83	0,23	0,14
3 Vx5 Be	16,8	6,7	0,23	0,03	9,2	3,3	2,93	0,41	0,17	0,09
24 Vy1 Ca	20,1	0	0,24	0	24,9	3,5	3,54	0,34	0,58	0,12
24 Vy2 Ca	61,6	19,3	0,19	0,04	100,5	16,4	3,78	0,37	2,38	0,36
24 Vy3 Ca	16,1	6,0	0,19	0,02	32,3	10,4	3,70	0,33	0,77	0,32
24 Vy4 Ca	12,1	8,7	0,20	0,04	9,0	2,9	3,65	0,45	0,29	0,09
24 Vy5 Ca	44,9	16,1	0,29	0,04	71,4	11,9	3,88	0,24	1,75	0,33
25 Vy1 Da	115,1	17,8	0,15	0,03	101,8	20,1	4,01	1,90	2,49	1,05
25 Vy2 Da	113,2	27,7	0,23	0,03	66,1	18,9	4,15	1,36	1,08	0,20
25 Vy3 Da	9,0	5,1	0,29	0,04	8,2	2,9	5,06	2,10	0,24	0,09
28 Vy1 Ea	9,2	4,8	0,47	0,15	4,7	1,9	6,33	2,10	0,17	0,05
28 Vy2 Ea	9,4	0	0,35	0	4,7	1,8	7,15	1,43	0,20	0,06
28 Vx3 Ea	3,4	0	0,58	0	6,7	0	8,40	0	0,15	0
28 Ty4 Ea	-	-	-	-	1,3	0	3,10	0	0,03	0
29 Vy1 Db	0	0	0	0	19,0	1,9	9,07	1,93	1,07	0,12
29 Vy2 Db	0	0	0	0	10,1	3,4	6,95	1,43	0,45	0,23
29 Vy3 Da	0	0	0	0	81,4	10,6	7,01	0,67	2,73	0,35
31 Vy1 Da	27,2	5,7	0,23	0,02	11,4	2,8	2,91	0,44	0,20	0,09
31 Vy2 Da	10,1	0	0,14	0	5,4	2,0	2,41	0	0,08	0
31 Vx3 Da	104,5	21,5	0,21	0,03	91,1	24,2	3,12	0,70	1,72	0,61
31 Vy4 Da	12,6	3,2	0,21	0,03	9,0	2,5	3,10	0,63	0,20	0,06
31 Vy5 Da	22,6	2,5	0,37	0,04	9,5	2,7	3,50	0,75	0,20	0,04
42 Vy1 Db	0	0	0	0	3,0	0,6	4,80	1,70	0,08	0,05
42 Ty2 Da	0	0	0	0	5,5	1,2	3,03	0,35	0,09	0,06
42 Vy3 Da	0	0	0	0	8,9	3,8	4,35	3,70	0,27	0,33
42 Ty4 Da	0	0	0	0	9,1	2,2	3,85	0,78	0,16	0,03
Medelvärde	39,9	0,28			23,0	4,32			0,61	

10 MATRESULTAT

10.1 Vibrationsnivåer

Sammanställning av mätvärden från golvytor framgår av fig 10:1 där dygnsvariationen av medelvärdet på svängningshastigheterna (v) redovisas.

Vibrationsekvivalenta nivån V_{eg} används som mått på störningsgraden och de beräknade nivåerna redovisas i tabell 10:1.

För samtliga undersökningsobjekt kan en sänkning av V_{eg} efter hastighetsnedsättningen noteras och den genomsnittliga sänkningen är 5 VdB.

Vibrationsmätningarna på källarmur och i mark redovisas i tabell 10:2 och 10:3. Här framgår följande:

- Att svängningshastigheterna är större i marken än på källarmuren. (Undantag är mätobjekt 42 där förstärkningseffekter orsakar onormalt höga vibrationer).
- att medelvärdena på svängningshastigheterna i genomsnitt minskat med 33 % i byggnader och med 47 % i marken efter hastighetsnedsättningen.
- att svängningshastigheterna uppmätta vid mätobjekt 29 är höga men detta kan delvis bero på en bristfällig lagning av vägbanan vilket ger upphov till en så kallad rampeffekt.

10.2 Sprickrörelser

Det förekommer två typer av sprickrörelser, dels en långperiodisk med periodlängd 2 - 5 sek, dels en kortperiodisk med perioder 0,1 - 0,5 sek. Den långperiodiska sprickrörelsen uppstår på grund av den nedböjning i vägbanan med omgivning, som tunga fordon orsakar. Denna påverkan sker inom ett avstånd på i medeltal 45 m. Sprickvidden ökar och minskar i takt med fordonspassagen (se fig 10:2). Först trycks sprickan ihop, fas 1, och senare dras den isär, fas 2, för att slutligen återgå till ursprungsläget i fas 3.

Den kortperiodiska sprickrörelsen uppstår av den normala vågutbredningen från störningskällan.

Sammanställning av sprickrörelser före och efter hastighetsnedsättningen framgår av tabell 9:4 och 9:5. Den genomsnittliga minskningen är 23 % för den långperiodiska och 27 % för den kortperiodiska vibrationen. För enstaka sprickor har dock en obetydlig ökning skett. Variationen mellan olika sprickrörelser är stor. Storleken på sprickans rörelse är mycket beroende på avstånd från körbanan men också sprickans orientering och läge har betydelse. Figurerna 10:3 och 10:4 redovisar dessa samband. Observationerna kan sammanfattas enligt följande:

Långperiodiska rörelser av vertikala sprickor typ Vya i väggar parallella med körbanan dominerar och reducerades med ca 30 % i samband med hastighetsnedsättningen.

Långperiodiska rörelser av vertikala sprickor typ Vyb i väggar vinkelräta mot körbanan är ca hälften så stora som rörelser hos sprickor typ Vya. Rörelsen reducerades med ca 30 % i samband med hastighetsnedsättningen. Ingen nämnvärd förändring observerades hos sprickor av typ Vxa. Kortperiodiska rörelser av sprickor följer samma mönster som långperiodiska men har mindre förflyttningsamplitud. Gemensamt för alla spricktyper är att storleken på rörelsen snabbt avtar med avståndet och att största amplituden observeras i fas 2 av bilens passage.

I samband med den långperiodiska rörelsen kunde det i flera fall konstateras att sprickan inte återgick till sitt ursprungliga läge. Sprickvidden förändrades som mest med 30 μ men det kan inte ur denna korta mätperiod konstateras om några varaktiga förändringar uppstått. Tunga lastbilar, lastade med timmer eller grus, gav upphov till större sprickrörelser och vibrationer än övriga lastbilar.

10.3 Infra ljud

Sammanställning av mätvärden framgår av tabell 10:4.

För samtliga mätobjekt utom ett kan en sänkning av ljudnivån konstateras. Sänkningen är i genomsnitt för hela materialet 4,0 dB.

Uppmätta infraljudnivåer är i huvudsak av den storleksordningen att inga speciella verkningar på människan torde uppstå. Den högsta nivån 101,8 dB i objekt 25, kan dock vid viss exponering, enligt vad som rapporterats i litteraturen, medföra biverkningar. Hastighetsnedsättningen resulterade i detta fall i en mycket kraftig sänkning - 9,4 dB. Därmed har också risken för någon påverkan på människan troligen eliminerats. Det bör i sammanhanget framhållas att infraljudet i byggnaderna, härförande från trafik, inte är kontinuerligt utan uppkommer kortvarigt i samband med fordonspassager.

Intressant är att infraljudets dominerande frekvens nära överensstämmer med frekvenserna registrerade i mark och källarmur (tabell 10:2).

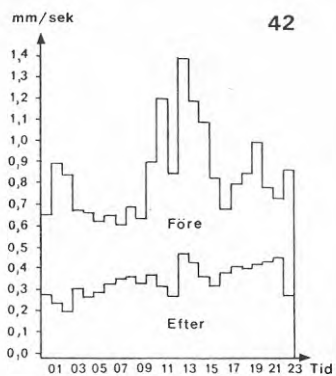
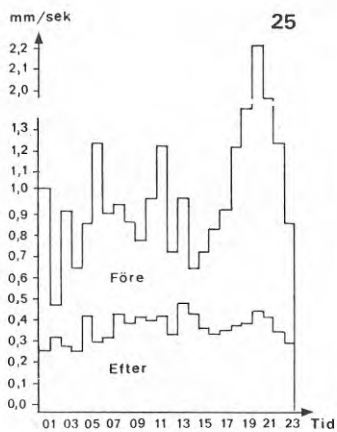
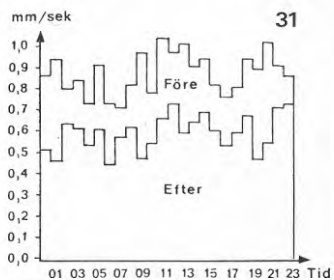
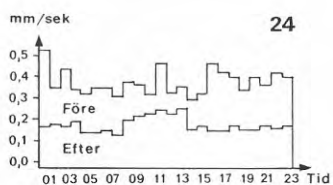
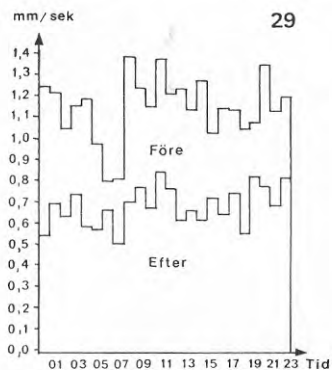
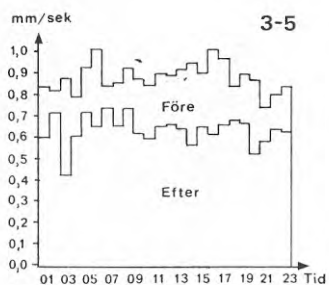
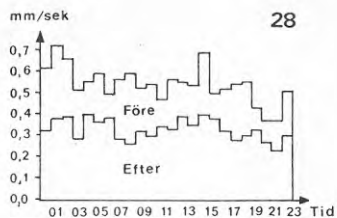
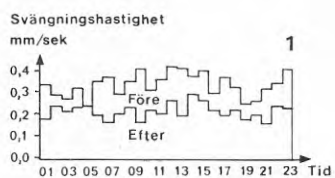


Fig 10:1

10:1

TABELL 10:1 Måtvärden för vibrationsnivån samt dygnmedelvärde för svängningshastighet före och efter hastighetsdåklätningen

Målobjekt och klass	Före hastighetsdåklätningen			Efter hastighetsdåklätningen			Ändring			
	V	Svängningshastighet		V	Svängningshastighet		V _{eq}	V _{eq}		
		F	G		V _{eq}	V _{eq}			V _{eq}	V _{eq}
1 A	0,4	0,41	2,8	0,3	0,5	0,34	80,9	0,22	-4,2	-0,12
3-5 B	0,4	0,20	3,6	0,3	0,5	0,10	82,6	0,64	-2,9	-0,25
24 C	0,40	0,25	3,5	1,0	1,8	0,37	70,4	0,20	-5,5	-0,20
28 C	2,8	0,3	9,1	3,3	4,8	1,18	85,4	0,33	-4,2	-0,20
25 D	0,4	0,23	5,0	2,6	1,2	0,30	84,2	0,39	-8,1	-0,58
29 D	4,9	1,23	19,2	0,4	13,4	2,18	87,5	1,15	0,69	-4,4
31 D	1,5	0,61	4,6	1,1	4,7	0,93	84,6	0,87	82,1	0,61
42 D	1,2	0,21	3,1	0,3	0,3	0,20	86,6	0,85	78,9	0,36
Medelvärde	1,5		5,2		3,4		84,9	0,75	79,9	0,43

10:2

TABELL 10:2 Måtvärden för vertikala vibrationer i källare och mark före hastighetsdåklätning (50 km/tim)

Målobjekt och klass	Källare			Mark		
	V	Svängningshastighet		V	Svängningshastighet	
		F	G		F	G
1 A	0,4	0,41	2,8	0,3	0,5	0,34
3-5 B	0,4	0,20	3,6	0,3	0,5	0,10
24 C	0,40	0,25	3,5	1,0	1,8	0,37
28 C	2,8	0,3	9,1	3,3	4,8	1,18
25 D	0,4	0,23	5,0	2,6	1,2	0,30
29 D	4,9	1,23	19,2	0,4	13,4	2,18
31 D	1,5	0,61	4,6	1,1	4,7	0,93
42 D	1,2	0,21	3,1	0,3	0,3	0,20
Medelvärde	1,5		5,2		3,4	5,2

10:3

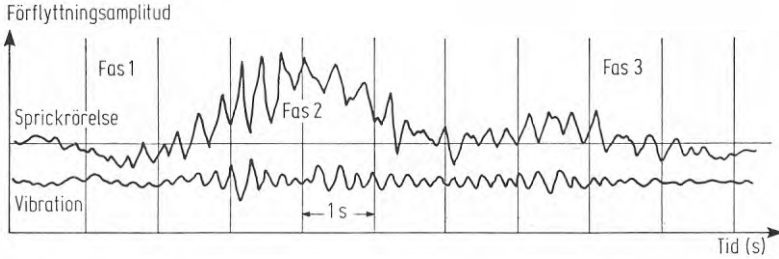
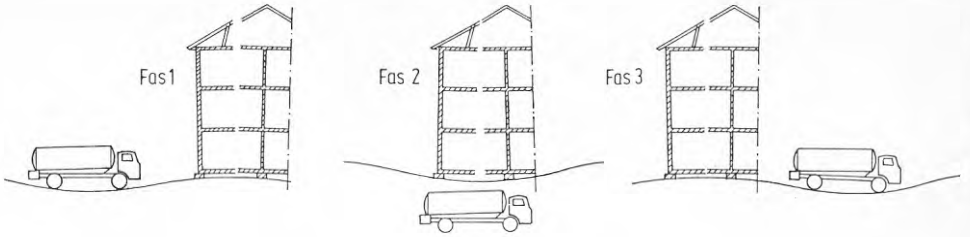
TABELL 10:3 Måtvärden för vertikala vibrationer i källare och mark efter hastighetsdåklätning (50 km/tim)

Målobjekt och klass	Källare			Mark		
	V	Svängningshastighet		V	Svängningshastighet	
		F	G		F	G
1 A	0,3	0,25	3,6	0,6	0,5	0,31
3-5 B	0,3	0,20	3,1	0,4	0,5	0,10
24 C	0,3	0,13	4,1	0,6	1,1	0,46
28 C	1,7	0,16	9,0	2,7	3,9	0,68
25 D	0,3	0,11	5,6	1,8	1,1	0,32
29 D	3,8	0,80	11,0	0,5	6,6	1,00
31 D	0,6	0,19	3,3	0,4	1,0	0,16
42 D	0,5	0,21	6,3	0,2	0,2	0,20
Medelvärde	1,0		5,7		1,8	5,3

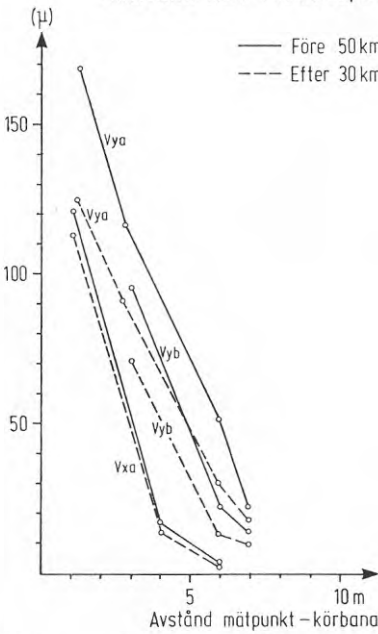
10:4

TABELL 10:4 Måtvärden för infra ljud före och efter hastighetsdåklätningen

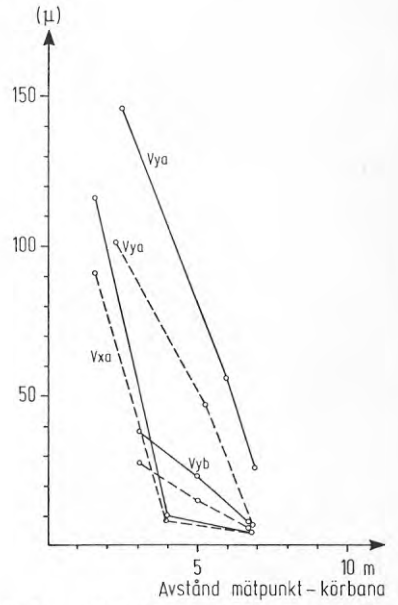
Målobjekt och klass	Hastighet 50 km/tim			Hastighet 30 km/tim			Ändring		
	Ljudnivå	Frekvens		Ljudnivå	Frekvens		Ljudnivå	Ljudnivå	
		dB	Hz		dB	Hz			dB
1 A	89,3	1,2	5,4	2,2	86,7	2,3	2,8	0,6	-2,6
3-5 B	86,0	1,7	3,9	0,9	83,2	0,6	2,9	0,4	-2,7
24 C	89,4	5,7	8,0	3,1	83,0	3,1	3,8	1,3	-7,4
28 C	94,0	3,2	8,7	1,6	94,8	1,5	8,6	1,7	+0,8
25 D	101,8	3,1	3,8	0,2	92,4	4,7	4,7	4,2	-9,4
29 D	89,8	1,0	10,4	0,5	87,3	1,5	8,2	0,4	-2,5
31 D	85,8	8,2	6,0	1,5	80,0	4,3	7,0	2,7	-5,8
42 D	88,7	3,7	6,2	4,6	86,2	4,7	10,0	4,0	-2,5
Medelvärde	90,7		5,9		86,7		6,0		-4,0



10:2 Olika faser av sprickrörelse och vibration i byggnaden i samband med fordonspassage



10:3 Relation mellan sprickrörelsens amplitud och avstånd Långperiodiska sprickrörelsen



10:4 Relation mellan sprickrörelsens amplitud och avstånd Kortperiodiska sprickrörelsen

11 SAMMANFATTNING

Hastighetsnedsättningen från 50 km/tim till 30 km/tim har medfört följande effekter:

- 1 Vibrationernas svängningshastighet i källarmurar har minskat med i genomsnitt 33 %.
- 2 Sprickrörelsernas amplitud har i genomsnitt minskat med 23 % för den långperiodiska och 27 % för den kortperiodiska vibrationen
- 3 Ekvivalenta vibrationsnivån uppmätt på golvytor, har minskat med i genomsnitt 5,0 VdB.
- 4 Infrajudnivån har i genomsnitt minskat med 4 dB.

Vidare kan följande förhållanden av intresse noteras:

- 5 Det kan konstateras att sprickans kortperiodiska vibration nära överensstämmer med den vertikala vibrationen i källarmuren beträffande frekvens.
- 6 Långperiodiska vibrationer medför större sprickrörelser medan den kortperiodiska vibrationen medför flera lastväxlingar per tidsenhet. Man kan av mätresultatet antaga att båda svängningsförloppen har betydelse ur skadesynpunkt.
- 7 Långperiodiska vibrationer, registrerade med sprickrörelsemätare, uppvisar inget samband med ojämnheter i vägbanan.
- 8 Vid studium av registreringarna konstaterades i några fall kvarstående ökad sprickvidd men även minskad sprickvidd. Detta har förekommit i samband med passage av tunga fordon, exempelvis timmerlastbilar.
- 9 Mätobjekt 3 och 25 som ligger närmast körbanan uppvisar de största sprickrörelserna. Det kan konstateras att sprickrörelsens storlek är avståndsberoende.
- 10 Klart samband mellan trafikallstrade vibrationer och skador på byggnader kan ur detta material ej påvisas men det har framkommit effekter som kan vara tänkbara upphovskällor och som därför närmare borde studeras.
- 11 Största sprickrörelserna och vibrationerna orsakas av tunga fordon. Detta tyder på att relationen mellan de totala fordonsvikten och fordonets anliggningsyta mot vägbanan har betydelse för sprickornas rörelse och bör närmare studeras.

Följande praktiska konsekvenser beträffande mätningsteknik kan noteras:

- Mätning av långperiodiska vibrationer ($f = < 1,0$ Hz) och sprickrörelser utgör en nödvändig komplettering till en vanlig mätning av högfrekventa vibrationer.
- En jämförelse mellan denna och tidigare undersökningar visar att körning med testbil kan ersätta mätningar under normala trafikförhållanden. Därmed kan tidsödande mätserier undvikas men ändå relevanta modellstudier göras.

Sammanfattningsvis kan konstateras att hastighetsnedsättning av den storleksordning som här har behandlats är ett verksamt medel att sänka effekten av trafikallstrade vibrationer på byggnader och människor.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740562-7 vid
Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking Ingenjörbyrå
AB, Uppsala**

R20: 1978

ISBN 91-540-2825-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600720

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirkapris: 21 kr exkl moms