

Rapport

R9:1971

Inst. för Byggnadsstatik

**Metod för tredimen-
sionell registrering
av rörelsemönster
vid fullskaleförsök**

Sven-Olof Brattgård

Jan Paulsson

Barbro Petersson

Byggforskningen

Metod för tredimensionell registrering av rörelsemönster vid fullskaleförsök

Sven-Olof Brattgård, Jan Paulsson & Barbro Petersson

Vid Handikappforskningen i Göteborg har utarbetats en metod för tredimensionell, kontinuerlig registrering av försök i fullskalelaboratorium. Metoden innebär att försök kan filmas från olika håll samtidigt med en kamera genom utnyttjande av vinkelställda speglar. Måttbestämning möjliggörs genom referensskalor i försöksutrymmet och korrigering av erhållna värden med korrektionsfaktorer.

Metoden har använts för dimensionering av bostäder och inredningsenheter, analyser av tekniska hjälpmedel och studier av hur de används samt för framställning av instruktionsmaterial.

Vid planering av privat och offentlig miljö är det av största betydelse att ha tillgång till analyser av individens beteenden och rörelsemönster. För lösning av uppgifter av mer generell art, såsom planering av bostäder och inredningsenheter, krävs det en med vetenskapliga metoder bearbetad analys av rörelsemönstren hos representativa grupper av individer.

Dessa analyser förutsätter noggranna studier av olika personers rörelsemönster. Studierna måste baseras på registreringar av personernas sätt att röra sig i olika situationer. En metod för registrering av försök i fullskalemodell är således nödvändig.

De önskemål som kan ställas på en sådan metod är i korthet:

- Metoden bör ge möjlighet till registrering av föremål och personer från flera olika håll (tre dimensioner).
- Metoden bör ge möjlighet till kontinuerlig registrering av en rörelse.
- Själva registreringen bör vara enkel och okomplicerad, och utvärderingen bör likaledes vara lätt och snabb att genomföra och ge möjlighet till direkt bestämning av mått och dimensioner.

I rapporten beskrivs sammanfattningsvis de system som finns utvecklade för fotografisk registrering av fullskaleförsök. Inget av dessa uppfyller emellertid i alla delar ovanstående krav, varför en metod, som bättre tillgodoser önskemålen, utvecklats inom avdelningen för handikappforskning vid Göteborgs universitet.

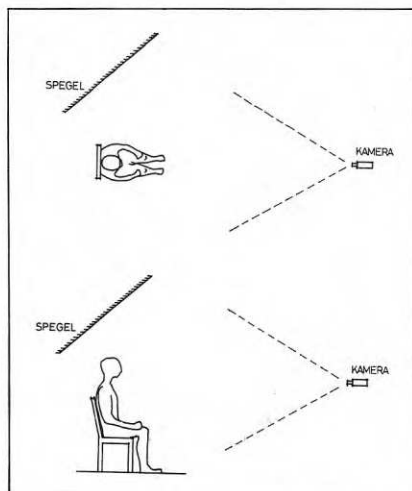


FIG. 1. Principer för spegelreflexmetoden.

Beskrivning av spegelreflexmetoden

Metoden, den s.k. spegelreflexmetoden, bygger på principen att man från en observationspunkt genom vinkelställda speglar samtidigt kan observera ett objekt från flera olika håll.

Försöken genomförs inom en avgränsad yta, ovanför vilken en spegel hänger i 45° vinkel mot horisontalplanet. Vid sidan av försöksplatsen är en annan spegel placerad, stående i 45° vinkel mot försöksytans kanter. Objektets (försökspersonens) rörelser registreras därför i tre plan samtidigt.

Registreringen sker med filmkamera, som är placerad så att såväl speglarna som försöksytan faller inom bildfältet. På filmremsan registreras händelseförloppet kontinuerligt.

De tre bilderna blir på grund av de olika avstånden via speglarna av olika förstoringegrad. För att möjliggöra mätningar placeras referensskalor på lämpliga ställen under försöken. Lämpligen kan försöksytans golv upprutas i kvadrater med 10 cm sida och en höjdskala placeras vid försöksytans kant. Härigenom kommer riktiga måttskalor att finnas med på filmremsan.

Filmremsan körs genom en projektor, som kan stannas då man vill granska intressanta bilder. Genom att böja av strålgången i ett prisma kan man även projicera bilden på en fotografisk plåt eller på papper, där konturerna kan ritas av.

Byggnadsforskningen Sammanfattningar

R9:1971

Nyckelord:

byggnadsplanering, dimensionering, fullskaleförsök

handikappforskning, fullskaleförsök, filmregistrering

måttbestämning, fullskaleförsök, rörelsemönster, ytkrav, registreringsmetod

Rapport R9:1971 avser anslag Bb 373 från Statens råd för byggnadsforskning till Handikappforskningen, Göteborgs universitet.

UDK 721.011
535.8
727.57:72

Sammanfattning av:

Brattgård, S-O, Paulsson, J & Petersson, B, 1971, *Metod för tredimensionell registrering av rörelsemönster vid fullskaleförsök*. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R9:1971, 31 s., ill. 10 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

I anslutning till rapporten inspelas en 16 mm färgfilm med titeln "Registrering av rörelsemönster" vid Handikappforskningen i Göteborg. Filmen ger dels en metodbeskrivning, dels några tillämpningsexempel. Den beräknas finnas tillgänglig hos Svensk Byggtjänst från 1.8.1971.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Abonnemangsgrupp:

(b) byggnadsprojektering

Måttbestämning

Mätning av aktuella mått möjliggörs genom att koordinatsystem placerats in i försöksutrymmet, med x - och y -axlarna i rutsystemets plan och z -axeln vertikalt mot detta. Kameran fixeras med objektivaxeln parallellt med y -axeln och så att z -axeln efter

reflexion i den hängande spegeln faller in i objektivets som en punkt. Den vertikala spegeln ställs in så att en linje i x - z -planet i höjd med objektivets reflekteras som en punkt.

Punkter på den vertikala z -axeln syns då i den hängande spegeln liggande i origo, medan punkter utanför z -

axeln tycks ligga längre från axeln än de i själva verket gör. Korrekta x - och y -koordinater kan därför inte erhållas direkt vid avläsningen. Punkters z -koordinater, vilka avläses i den vertikala spegeln, är inte heller direkt avläsbara, om de inte ligger i kameraobjektivets höjdläge. För att erhålla riktiga koordinater erfordras korrektionsfaktorer. Dessa har uträknats och finns angivna i tabellform i rapporten. Metoden tillåter bestämning av en punkts läge med en noggrannhet av ± 2 cm.

Tillämpning

Spegelreflexmetoden har visat sig vara en praktiskt enkel metod. Utrustningen är relativt billig och lätt att använda. Den är i många avseenden klart överlägsen andra registreringsmetoder, främst genom den tredimensionella bilden, den kontinuerliga registreringen och lättheten att använda registreringsmaterialet.

Metoden har tillämpats för

- dimensionering av bostäder och inredningsenheter
- studier av handikappades sätt att bruka sina tekniska hjälpmedel
- analyser av tekniska hjälpmedel, särskilt i samband med nykonstruktioner
- framställning av instruktionsmaterial för att visa handikappades beteendemönster.

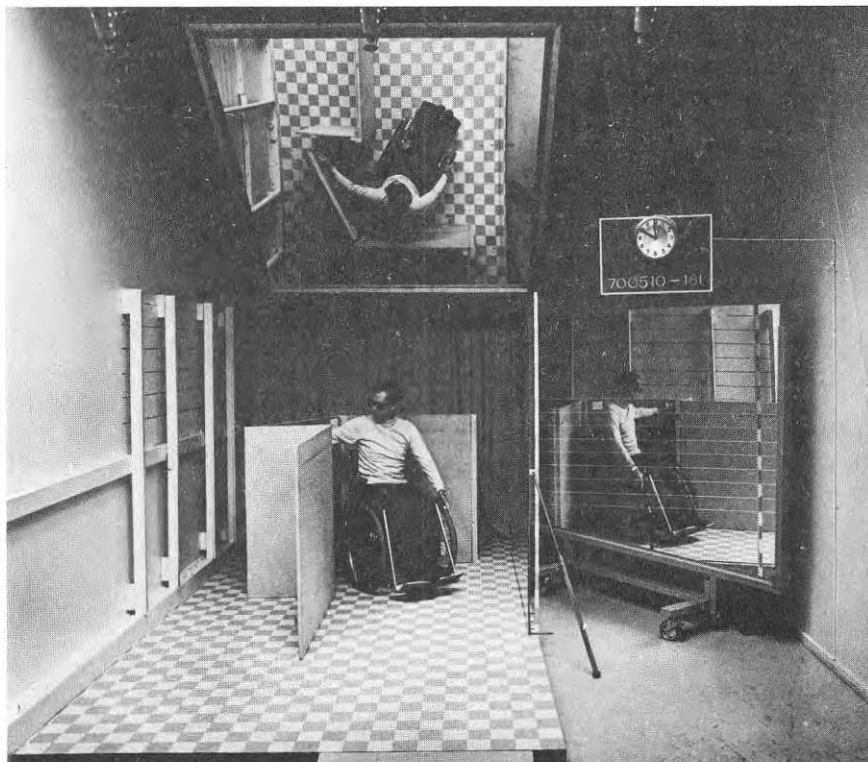


FIG. 2. Ytbehovsstudium i Handikappforskningens fullskalelaboratorium.

Method for three-dimensional registration of movement patterns in full-scale tests

Sven-Olof Brattgård, Jan Paulsson & Barbro Petersson

A method for continuous, three-dimensional registration of tests in a full-scale laboratory has been developed by the Department of Handicap Research at the University of Gothenburg. By this method tests can be filmed from different angles simultaneously through the use of angled mirrors. Measurements are determined with the aid of scales of reference in the experiment area and by correction of the values obtained using correction factors.

The method has been used for dimensioning dwellings and interior fittings, for analyses of technical aids, studies of how these aids are used and for production of teaching material.

It is of vital importance when planning both private and public environments to have access to analyses of the individual's patterns of behaviour and movement. In the case of projects of a more general nature, such as planning of housing and interior fittings, a scientifically conducted analysis of the patterns of movement to be found in representative groups of persons is needed.

These analyses require penetrating studies of the movement patterns of different persons. The studies must be based on records of the ways in which these persons move in different situations. A method of recording experiments using full-scale models is thus needed.

The qualities that can be required of this method are in short the following:

- Scope for registration of objects and persons from more than one direction (three dimensions).
- Scope for continuous registration of a movement.
- A simple and uncomplicated method of registration coupled with a method of evaluation which can be easily and rapidly applied and which permits immediate determination of dimensions.

The report contains brief descriptions of systems which have been developed for photographic registration of full-scale experiments. However, none of these fulfils the above requirements in all respects and it is this which has led the Department of Handicap Research at the University of Gothenburg to develop a method which comes nearer to fulfilling them.

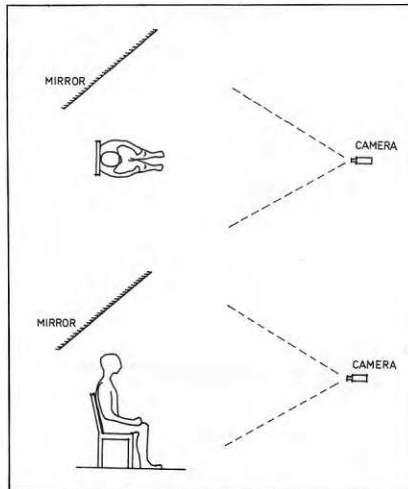


FIG. 1. Basic principles of the mirror reflection method.

Description of the "mirror reflection method"

The method, known as the mirror reflection method, is based on the principle that it is possible to observe an object from different directions from a single observation point by means of angled mirrors.

Experiments are conducted within a limited area over which hangs a mirror at an angle of about 45° in relation to the horizontal plane. Alongside the experiment area is another mirror which is fixed at an angle of about 45° to the limit of the area. The movements of the object (test subject) can thus be registered in three planes simultaneously.

The actual recording is done using a film camera positioned so that both the experiment area and the mirror fall within its range. A continuous sequence of events can thus be recorded on film.

Due to difference in distance the degree of enlargement of the three images will vary. Scales of reference are set out at suitable points during experiments in order to facilitate measurement. An effective method is to divide the floor of the experiment area into squares of 10 cm×10 cm and to place a vertical scale at the edge of the experiment area. This means that accurate scales will appear on the film.

The film obtained is run through a projector which can be stopped for scrutiny of interesting images. By directing the beam through a prism it is also possible to project the picture on to a

National Swedish Building Research Summaries

R9:1971

Key words:

building planning, dimensioning, full-scale test

determination of dimensions, full-scale test, movement pattern, spatial requirement, method of registration

handicap research, full-scale test, photographic registration

Report R9:1971 was financed by Grant Bb 373 from the Swedish Council for Building Research to the Department of Handicap Research at the University of Gothenburg.

UDC 721.011
535.8
727.57:72

Summary of:

Brattgård, S-O, Paulsson, J & Petersson, B, 1971, *Metod för tredimensionell registrering av rörelsemönster vid fullskaleförsök*. Method for three-dimensional registration of movement patterns in full-scale tests. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R9: 1971, 31 p., ill. 10 Sw. Kr.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Parallel to the publication of the report a 16 mm film is at present under production at the Department of Handicap Research in Gothenburg. The film, entitled "Registration of Movement Patterns", illustrates the method employed and contains a number of applied examples. It is estimated that it will be available from Svensk Byggtjänst from 1st August, 1971.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

photographic plate or on to a sheet of paper, on to which the shape may be copied.

Determination of dimensions

Dimensions can be determined by placing systems of co-ordinates in the experiment area with the x and y axes in the same plane as the grid and the z axis vertical to this. The camera is

fixed so that its lens-axis is parallel to the y axis and so that the z axis after reflection in the suspended mirror is projected on to the film as a point. The vertical mirror is adjusted so that a line in the x - z plane on a level with the camera aperture will be reflected as a point.

Points on the vertical z axis then appear in the suspended mirror to be in

their true position, while points outside the z axis seem to be further away from the axis than they actually are. The correct x and y co-ordinates cannot therefore be read off directly. Likewise, it is not possible to read off the z co-ordinates of points in the vertical mirror, if they do not fall within the height range of the camera lens. Correction factors are needed in order to obtain the correct co-ordinates. These factors have been calculated and are given in table form in the report. The method permits determination of the position of a point with an accuracy of ± 2 cm.

Application

The mirror reflection method has proved to be both practical and simple. The equipment required is relatively inexpensive and easy to use. This method is in many respects clearly superior to other methods of registration, notably because of the three-dimensional image obtained, the continuity of the recording and the ease with which the recording material can be used.

The method has been used for:

- dimensioning of dwellings and interior fittings
- studies of the ways in which handicapped persons use their technical aids
- analyses of technical aids, in particular in connection with new designs
- production of teaching material showing the behaviour patterns of handicapped persons.

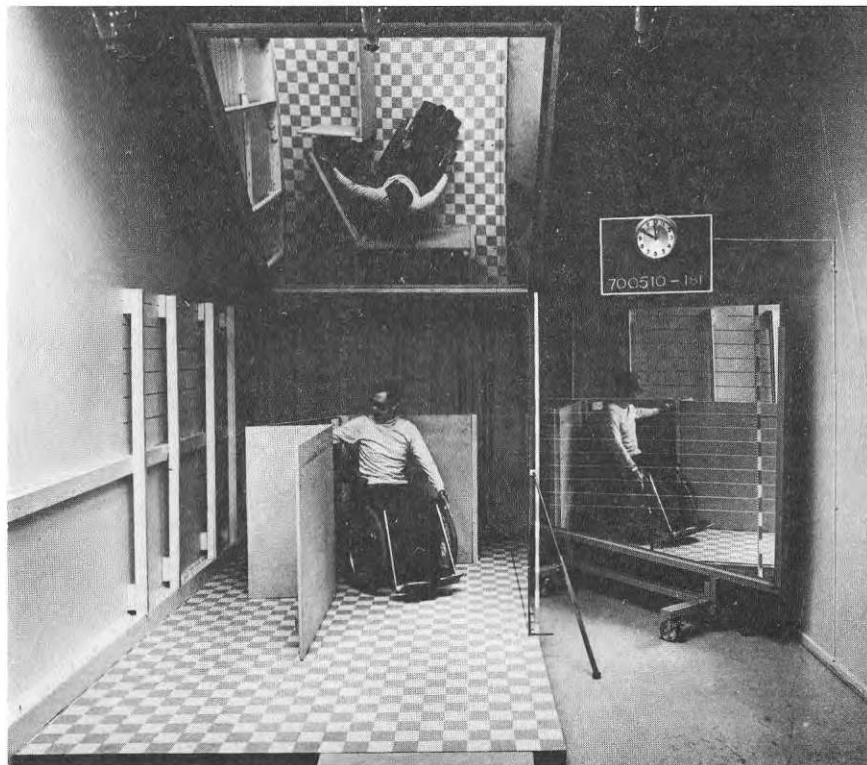


FIG. 2. Studies of spatial requirements. Full-scale laboratory, Department of Handicap Research at the University of Gothenburg.

Rapport R9:1971

METOD FÖR TREDIMENSIONELL REGISTRERING AV
RÖRELSEMÖNSTER VID FULLSKALEFÖRSÖK

METHOD FOR THREE-DIMENSIONAL REGISTRATION OF
MOVEMENT PATTERN IN FULL-SCALE TESTS

av Sven-Olof Brattgård, Jan Paulsson & Barbro Petersson

Denna rapport avser anslag nr Bb 373 från Statens råd för byggnadsforskning till Handikappforskningen, Göteborgs Universitet. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm
Rotobekman AB, Stockholm 1971, 10 9009 1

INNEHÅLL

1	METOD FÖR REGISTRERING AV BETEENDEN OCH RÖRELSEMÖNSTER	5
1.1	Krav på metoden	5
1.2	Kronocyklografi	5
1.3	Spårfotografering	5
1.4	Intervallfotografering	7
1.5	Stereofotografering	7
1.6	Spegelreflexmetoden	7
2	SPEGELREFLEXMETODEN PRAKTISKT GENOMFÖRD	12
2.1	Försöksanläggning	12
2.2	Mätning med spegelreflexmetoden	12
2.3	Metodens måttnoggrannhet	17
2.4	Analys av felkällor	17
3	SPEGELREFLEXMETODENS ANVÄNDNINGSSOMRÅDE	21
3.1	Allmänt	21
3.2	Bostadsplanering	21
3.3	Handikappades beteendemönster	21
3.4	Analys av olika hjälpmedels förutsättningar och möjligheter	21
3.5	Pedagogiska möjligheter	24
BILAGA	Korrektionsfaktorer	25

FILMEN "REGISTRERING AV RÖRELSEMÖNSTER" avser att ge en illustration av den metod som beskrivs i denna rapport samt några tillämpningsexempel visande rörelsehindrades förflyttningssätt, erforderliga passagebredder m.m.

Filmen (16 mm färg med svenskt tal, speltid ca 12 min.) inspelas vid Handikappforskningen i Göteborg. Den beräknas finnas tillgänglig hos Svensk Byggtjänst från augusti 1971 och kan hyras därifrån.

1 METOD FÖR REGISTRERING AV BETEENDEN OCH RÖRELSEMÖNSTER

1.1 Krav på metoden

Analyser av individuella beteenden och rörelsemönster är nödvändiga för att kunna planera offentlig eller privat miljö, t.ex. dimensionering och inredning av bostäder. De är också nödvändiga om man vill få fram lämpliga informationer om hur olika människor beter sig, exempelvis vid förflyttningar. Vid introduktion av nya redskap eller detaljer är en registrering av testpersonen av största värde, såsom vid provandet av en rullstol. I många fall krävs det att man kan göra dessa registreringar på ett sådant sätt, att de vetenskapligt kan bearbetas. En metod för registrering och bearbetning av försök i fullskalemodell för detta ändamål bör tillgodose följande krav:

- o Metoden bör ge möjlighet till registrering av föremål och försökspersoner från flera olika håll (tre dimensioner).
- o Metoden bör ge möjlighet till kontinuerlig registrering av en rörelse från dess början till dess slut (kontinuitet).
- o Själva registreringen bör vara enkel och okomplicerad, och utvärderingen bör likaledes vara lätt och snabb att genomföra och ge möjlighet till direkt bestämning av mått och dimensioner.

Några metoder, som hittills kommit till användning för liknande uppgifter, skall här nämnas sammanfattningsvis.

1.2 Kronocyklografi

Kronocyklografi är en metod som används bl.a. vid studier av arbetsrörelser. Man fäster indikatorer på föremålet eller försökspersonen och genomför sedan fotografiska exponeringar med korta och till storleken kända tidsintervall och får på så sätt en fotografisk bildserie av rörelseförloppet, FIG. 1. Exponering sker på en fotografisk plåt genom att kameraobjektivet står öppet och en skiva med hål roterar framför. Rotationshastigheten bestämmer tidsintervallen mellan exponeringarna. Ett annat sätt att åstadkomma exponeringar med jämna intervall är att använda ett stroboskop eller ett blixtaggregat. Metodens användbarhet är starkt begränsad genom att registreringen är endimensionell och inte helt kontinuerlig. Man kan endast studera rörelsen från ett håll och kan ej samtidigt se flera sidor av föremål och försökspersoner. Denna metod har bl.a. beskrivits av Mårn-Eriksson i "Studier av snabba redskapsrörelser" (Kungl. Skogshögskolan, Uppsala, 1957).

1.3 Spårfotografering

Spårfotografering innebär att de mest intressanta punkterna på föremålet eller försökspersonen förses med små lysande lampor. Exponering sker sedan på film i en kamera med öppet objektiv i ett dunkelt rum. Metoden har bl.a. beskrivits i "Konsumentinstitutet Meddelar 24".

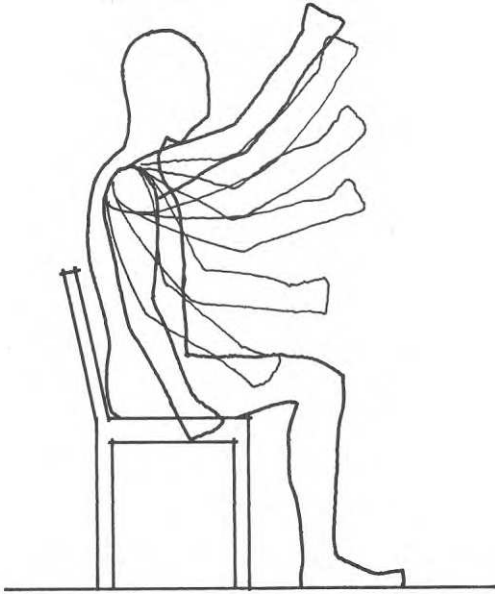


FIG. 1. Kronocyklografi.
Chronocyclography.

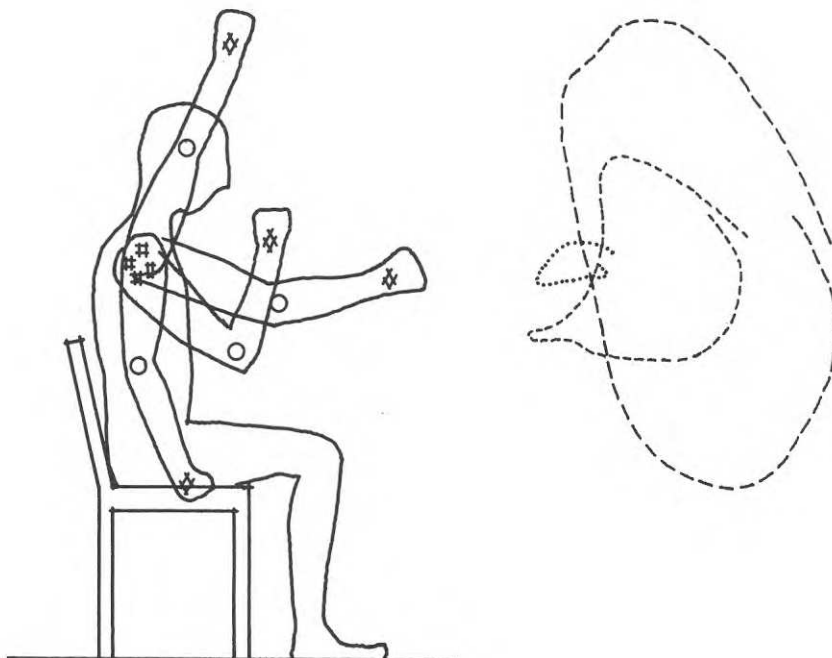


FIG. 2. Registrering med spårfotografering.
Recording by means of tracer photography.

Metoden har sina klara begränsningar i de svårigheter som uppstår, när försökspersonen skall agera i dunkla rum, och vid utvärderingen av de kurvor och streck, som blir resultatet på filmen. Endast rörelserna hos de lampförsedda punkterna kan studeras var för sig. Någon samlad uppfattning av rörelsemönstret erhålles ej, och rörelserna kan endast studeras från ett håll. Se FIG. 2.

1.4 Intervallfotografering

Intervallfotografering är en metod där tredimensionell registrering är möjlig. Man har då tre synkroniserade kameror, en vertikalt och två horisontellt placerade. Se FIG. 3. Exponeringar sker med regelbundna tidsintervall.

Man erhåller mycket goda bilder av försöken i tre dimensioner. Svårigheterna i metoden ligger framförallt i den mängd fotomaterial, som erhålles osammanhängande och som måste bearbetas. Registreringen är inte kontinuerlig.

1.5 Stereofotografering

Stereofotografering är en annan metod, som fått ökad användning på senare tid. Man har därvid två parallellt inställda filmkameror, placerade på ett visst avstånd från varandra, som körs synkront, se FIG. 4. Filmerna projiceras sedan med två synkroniserade projektorer på en skärm och betraktas med polaroidglasögon. Bilden framträder då som tredimensionell. Mätningar på denna bild är möjliga. På skärmen finns ett märke, som används som mätpunkt. Genom att förskjuta skärmen kan man få mätpunkten på skärmen att sammanfalla med en och samma detalj på båda stereobilderna. Längden på denna förskjutning ger då detaljens lägesändring från ett bildpar till närmast följande bildpar. För noggrannare utvärdering vid användning av stereofotografisk teknik finns stereoautografer som uppfyller högt ställda krav. Kostnaderna för en stereofotografisk anläggning med god precision och mätnoggrannhet är emellertid mycket höga, och därtill kommer att utvärderingen är komplicerad och tidskrävande. Registreringen är visserligen tredimensionellt mätbar, men studiet av rörelsemönstren sker endast från ett håll.

Stereofotografering har beskrivits i "Byggnadsfunktionella studier i fullskalelaboratorium" (Byggnadsfunktionslära LTH, arbetsrapport 2, 1968).

1.6 Spegelreflexmetoden

Det står alltså klart att nämnda metoder som finns utvecklade inte i alla delar uppfyller de önskemål man kan ha på en metod för registrering av försök i fullskalelaboratorium. För att bättre tillgodose önskemålen om tredimensionell registrering, kontinuerlig registrering och effektiv utvärdering har den så kallade spegelreflexmetoden utvecklats inom avdelningen för handikappforskning vid Göteborgs Universitet. Metodens principer framgår av FIG. 5.

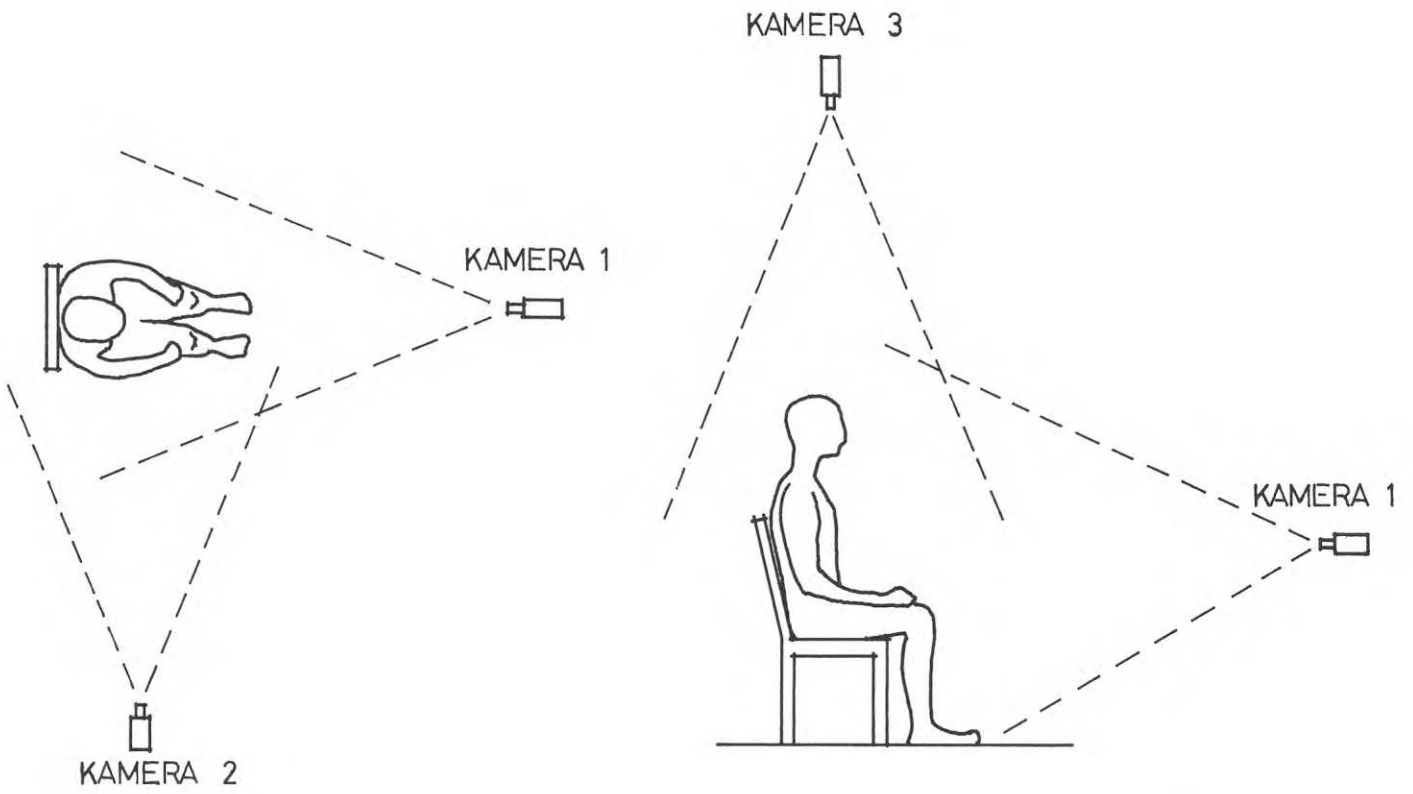


FIG. 3. Intervallfotografering.
Interval photography.

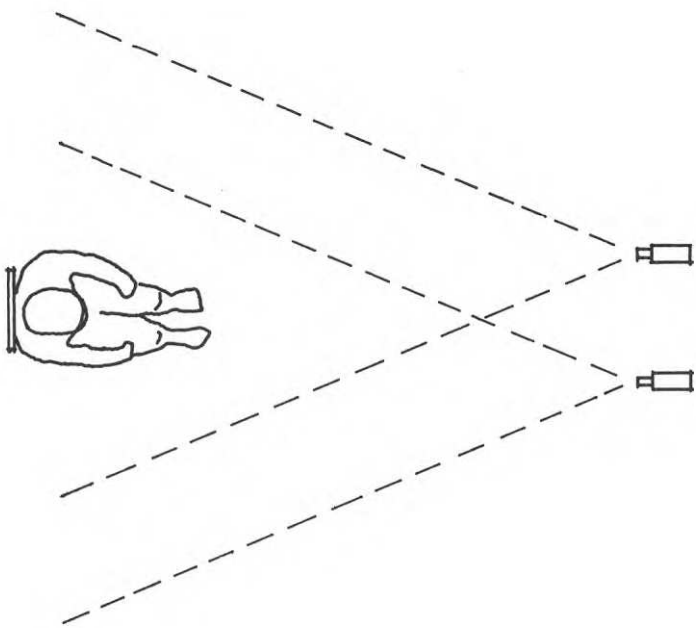


FIG. 4. Stereofotografering.
Stereophotography.

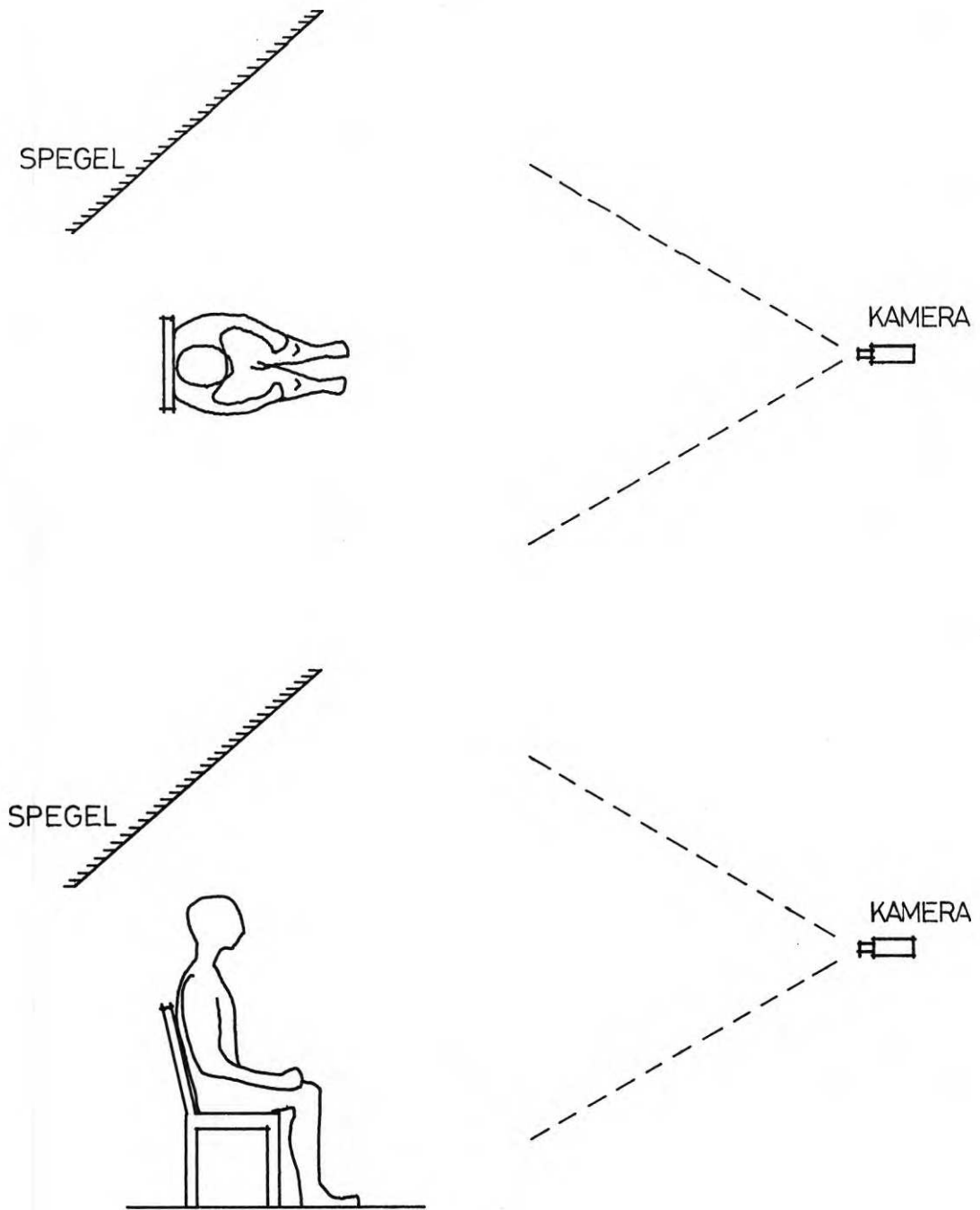


FIG. 5. Principer för spegelreflexmetoden.

Basic principles of the mirror reflection method.

Försöken genomförs inom en markerad yta i fullskalelaboratorium. Ovanför ytan och i 45° vinkel mot denna hänger en spegel. Vid sidan av försöksplatsen står en annan spegel, i 45° vinkel mot ytans begränsningslinje. Framför försöksytan ser man alltså försöken direkt rakt framifrån, genom den hängande spegeln rakt uppifrån och genom den stående spegeln från sidan. En filmkamera för 16 mm film är fixerad så att såväl speglar som försöksyta faller inom bildfältet. På filmremsan registreras sålunda händelseförloppet från tre håll. Registreringen kan ske under hela försöket.

Filmen projiceras på en skärm i den storlek man önskar. Projektorn skall gå att stanna när som helst under uppspelningen, så att man kan studera intressanta detaljer på varje filmruta för sig.

De tre bilderna på varje filmruta blir på grund av de olika avstånden via speglarna av olika förstöringsgrad. För att möjliggöra mätningar på projektionsskärmen bör referensskalor placeras på lämpliga platser under försöken. Lämpligen kan försöksytans golv upprutas i kvadrater med 10 cm sida och en höjdskala placeras vid försöksytans kant. Härigenom kommer riktiga måttskalor att finnas med på filmremsan.

Om man önskar separat upptagning av vissa bilder av intresse (motsvarande intervallfotografering) finns möjlighet att genom prisma avböja strålgången till en särskild kamera. Se FIG. 6. Om man underexponerar filmen får man möjligheten att på samma film göra flera upptagningar och kan då nå ett resultat motsvarande det man får vid användning av kronocyklografi. En enklare metod än att använda registrering på fotografiskt papper och mäta på detta är att projicera bilden på ett papper och på detta rita konturerna av intressanta partier vid olika tidsintervall. Man kan då få en bild på papperet motsvarande den vid spår-fotografering.

Förutom fördelarna med att få en fotografisk dokumentation, en samlad tredimensionell bildsvit, inbyggda skalor och möjligheter att få med såväl hela bildsekvensen som intervallbilderna har spegelreflexmetoden fördelen att man från en observationspunkt - kameran - samtidigt kan överblicka försöket i alla tre dimensionerna.

Vid användning av 16 mm film motsvarar den fotografiska bildens storlek för var och en av de tre dimensionerna på bilderna den som fås vid fotografering med 8 mm film. Genom att använda färgfilm, typ Kodachrome II med en upplösning av 20μ , i kombination med kamera och projektor av hög kvalitet, får man en fullgod upplösning och kontrast. Detta innebär i försöksanordningen en reell bildåtergivning av föremål som är 5 mm eller större.

Vid mindre exakta mätningar, översiktsupptagningar och registreringar för pedagogiskt bruk (inlärning av beteendemönster m.m.), kan TV-kamera komma till användning i stället för filmkamera. TV-bilden tillåter dock inte mätningar av den noggrannhet, som fordras för måttberäkningar.

Då försökspersoner ställs inför uppgiften att genomföra försök i fullskalelaboratorium reagerar de i allmänhet positivt. De inser ganska lätt speglarnas och kamerans funktion och agerar till synes obesvärat och motiverat. Före filmupptagningen kontrolleras att givna instruktioner uppfattats, vilket innebär att försökspersonen också får känna sig för i försökssituationen. Fotolamporna står därvid på halvljus. Under själva filmningen lyser fotolamporna på helljus. Detta ger mycket god allmänbelysning, och dessutom blir försökspersonerna medvetna om när det filmas. Filmningen kan eventuellt skapa en viss nervositet, vilket kan medföra att försökspersonerna agerar på ett onaturligt sätt. Denna felkälla måste man dock räkna med även med andra registreringsmetoder. Olägenheter med indikatorer eller andra anordningar fästa på försökspersonerna finns ej med spegelreflexmetoden.

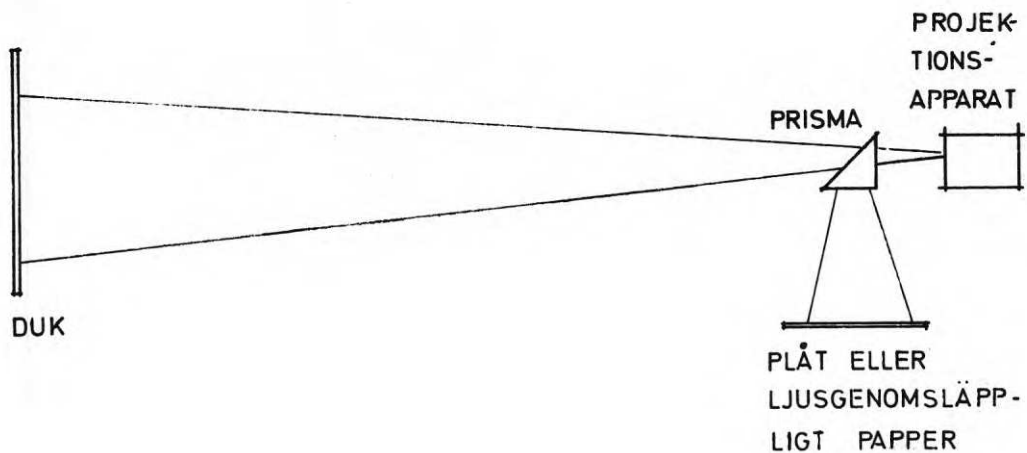


FIG. 6. Projektion på fotografisk plåt eller på papper genom avböjning av strålgången.

Projection on to photographic plate or paper by deflection of the beam.

2 SPEGELREFLEXMETODEN PRAKTISKT GENOMFÖRD

2.1 Försöksanläggning

Den laboratorielokal, som finns i handikappforskningens lokaler i Göteborg mäter 8 m x 3,85 m x 3,90 m (längd x bredd x höjd). Det ursprungliga golvet i byggnaden var ej helt plant. En väl avvägd plattform med måtten 2,20 m x 4,10 m är därför uppbyggd som försöksyta. Ytan är målad i ett mönster bestående av kvadrater med sidan 10 cm i omväxlande grå och vit färg och därefter preparerad för att bli halkfri och ge goda betingelser för bl.a. rullstolsmanövrer.

I taket över plattformen är en optiskt riktig spegel med måtten 2,00 m x 2,20 m upphängd i ca 45° vinkel mot horisontalplanet och med justeringsmöjligheter. En annan spegel med måtten 1,60 m x 2,20 m är monterad på hjul och kan ställas in på lämpligt sätt bredvid plattformen. Se FIG. 7.

Väggarna, golvet, taket och mörkläggningsgardinerna utmed fönstersidan har färgsatts för att tillsammans med det artificiella ljuset ge de bästa betingelserna för registrering genom färgfilmning. Ljuskällor har arrangerats i taket för att ge indirekt jämnt ljus över plattformen.

För registrering används en filmkamera av typ Bolex Paillard H16M med objektiv Sixitar 1.8/10, vilken är monterad och simultant kopplad till ljuskällorna, så att en lättmanövrerad registreringsapparat erhålles. I vissa sammanhang används TV- och stillbildskameror. För markering av försöksdata (datum, tid, försöksnummer etc.) finns en tavla upphängd på sådant sätt att även den faller inom kamerans bildfält.

Som projektor används Bell & Howell 655 med 25 mm objektiv. Projektorn är försedd med utrustning för enbilsprojektion.

2.2 Mätning med spegelreflexmetoden

Alla måttproblem kan återföras till problemet att bestämma en punkts koordinater. Exempelvis är avståndet (d) mellan två punkter (x_1, y_1, z_1) och (x_2, y_2, z_2)

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

Problemet är således att med hjälp av bilder från filmkameran eller genom direkt avläsning bestämma en punkts koordinater.

För att möjliggöra exakta mätningar av intressanta punkters lägen, sträckor, ytor eller volymer i den rymd, som kan studeras med hjälp av speglarna inplaceras föremålet i ett koordinatsystem enligt FIG. 8.

x- och y-axeln är placerade i försöksytans plan och z-axeln vertikalt mot detta. Den registrerande kameran fixeras i ett läge lodrätt ovanför y-axeln och så att z-axeln efter reflexion i den hängande spegeln faller in i filmkamerans objektiv. Se FIG. 9a.

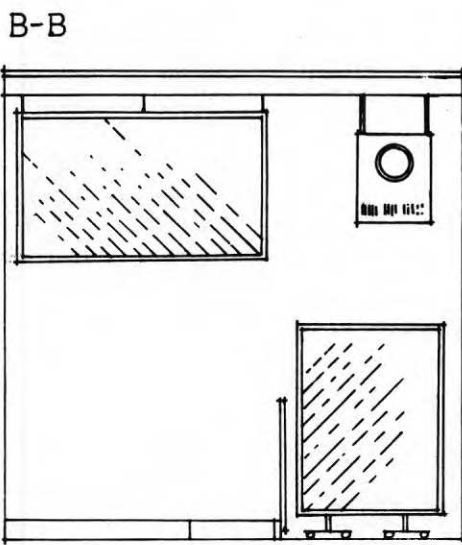
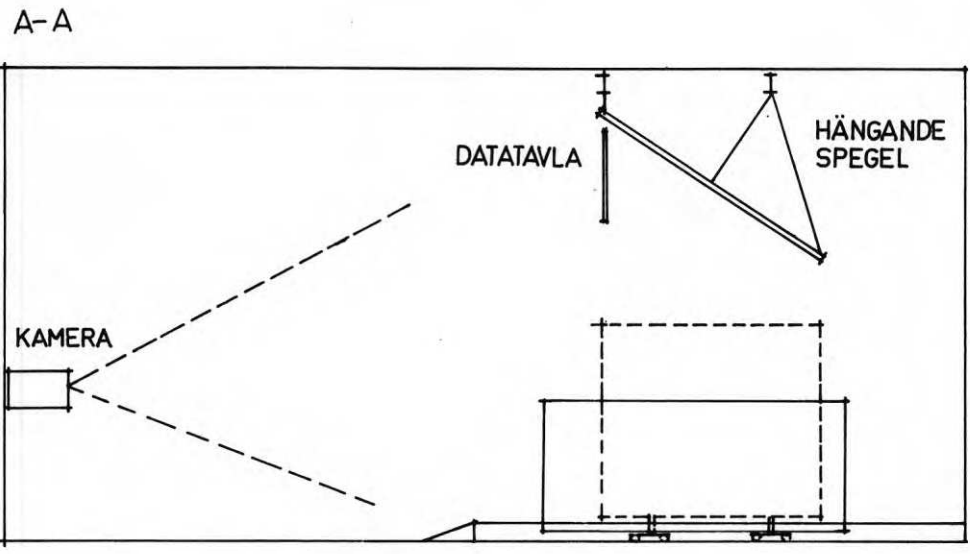
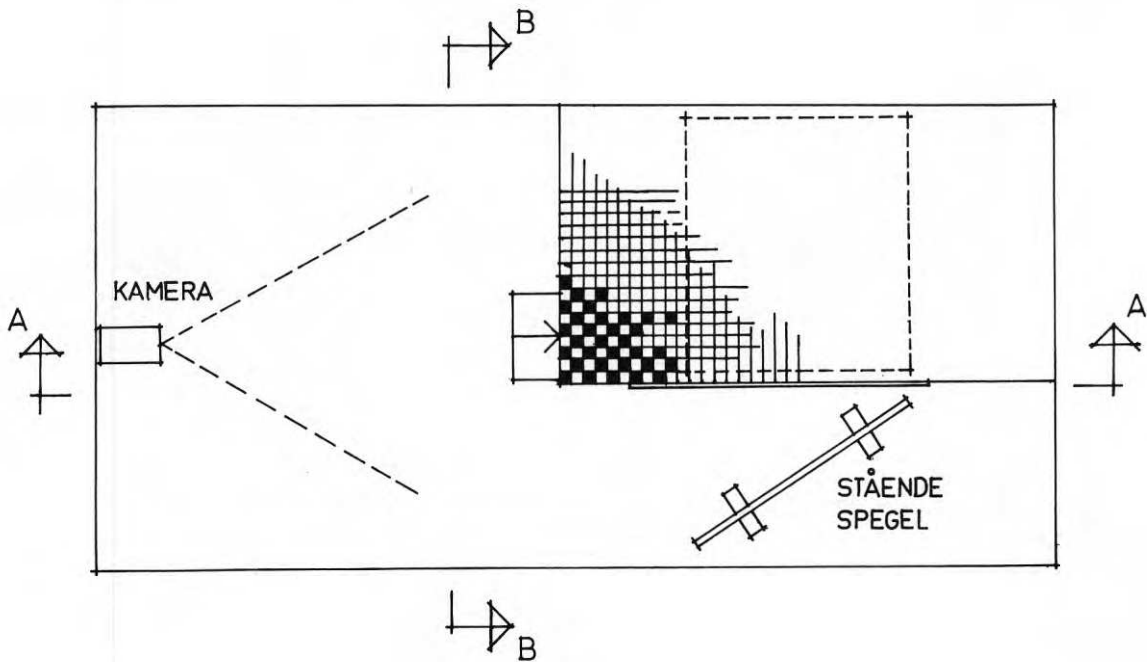


FIG. 7. Plan och sektioner av Handikappforskningens laboratorium.

Plan of and section through the Department of Handicap Research laboratory.

Den vertikala spegeln justeras därefter så att x-axeln efter reflexion i denna spegel faller lodrätt under filmkamerans bländaröppning. Se FIG. 9b.

Kameran är då placerad i yz-planet och i det i den hängande spegeln och i den vertikala spegeln reflekterade xz-planet. Kameran är fixerad vågrätt med objektivaxeln parallell med y-axeln. x- och y-axlarnas längdskalor ingår nu i rutsystemet på golvytan. Detta betyder att punkter på z-axeln (linjen $x = 0$; $y = 0$) i den hängande spegeln synes ligga i origo då man betraktar film från filmkameran. Det betyder också att punkter i rummet som ligger utanför z-axeln ($z = 0$) synes ligga längre från origo än de i själva verket gör. För att erhålla korrekta x- och y-koordinater för punkter genom direkt avläsning på filmen erfordras således korrektionsfaktorer. För att även kunna avläsa punkters z-koordinater direkt på filmen placeras en höjdskala i xz-planet, som kan avläsas i den vertikala spegeln. Detta betyder att punkter i kameraobjektivets höjdläge erhåller riktig z-koordinat vid avläsning i den vertikala spegeln på filmen, medan punkter ovanför eller under kameranivån synes ligga närmare kameranivån än de i själva verket gör. För att erhålla riktiga z-koordinater för punkter genom direkt avläsning i den vertikala spegeln på filmen erfordras därför korrektionsfaktorer.

Korrektionsfaktorerna har beräknats och sammanställts i tabeller. Se BILAGA. Dessa gäller vid avläsning av bilder från filmkameran eller vid direkt avläsning då ögat är placerat i kamerans läge.

Vid korrektionstabellernas uträkning har antingen x- eller z-koordinaten förutsatts känd. I en praktisk situation är emellertid ingen av en punkts koordinater känd. Vid koordinatbestämning med korrektionsfaktorer erfordras därför ett passningsförfarande. I beräkningarna korrigeras först den avlästa x-koordinaten med den avlästa z-koordinaten som tabellunderlag, och därefter används den härvid erhållna x-koordinaten för att korrigera den avlästa z-koordinaten. Den sist erhållna z-koordinaten användes sedan för korrigerig av de avlästa x- och y-koordinaterna.

Förfarandet är alltså sammanfattningsvis följande:

1. Avläs punktens koordinater: x_0 och y_0 i den hängande spegeln och z_0 i den stående sidospegeln. FIG. 10.

2. Korrigera x_0 med TAB. 1 ($z = z_0$)

$$x_1 = x_0 + k_x \quad (k_x = \text{korrektionsterm enligt TAB. 1}).$$

3. Korrigera z_0 med TAB. 2 ($x = x_1$)

$$z = z_0 + k_z \quad (k_z = \text{korrektionsterm enligt TAB. 2}).$$

4. Korrigera x_0 och y_0 med TAB. 1 respektive 3 ($z = z_0 + k_z$)

$$x = x_0 + k_x \quad (k_x = \text{korrektionsterm enligt TAB. 1}).$$

$$y = y_0 + k_y \quad (k_y = \text{korrektionsterm enligt TAB. 3}).$$

De sökta koordinaterna är x, y, z erhållna enligt 3 och 4.

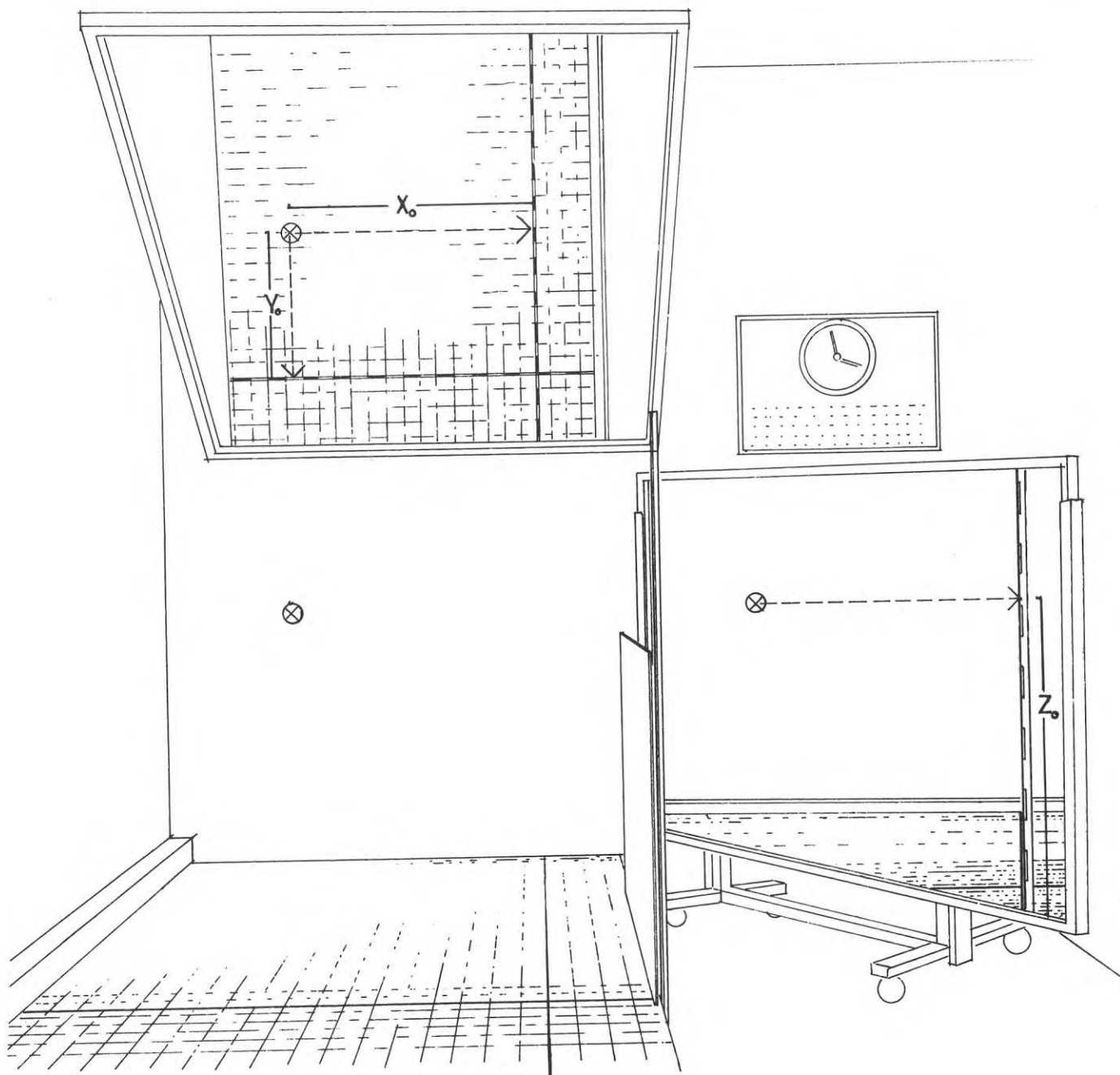


FIG. 10. Avläsning av en punkts koordinater.

Reading off of the co-ordinates of a point.

2.3 Metodens måttnoggrannhet

För att utröna med vilken noggrannhet koordinatbestämning med korrektionstabeller kan ske gjordes en undersökning på följande sätt:

En "testpunkt" tillverkades av tunna trästickor enligt FIG. 11. För att den skulle bli synlig med ifrågavarande avstånd och filmmaterial krävdes en tjocklek på trästickorna av ca 3 mm. Försöksutrymmet uppdelades i åtta kuber med en meters sida, se FIG. 12. Den nämnda testpunkten av trästickor placerades därefter på sex slumpmässigt valda platser i varje kub, filmades och lägesbestämmedes med korrektionstabeller. Som jämförelse togs även bilder med en Hasselblad SWC kamera, placerad i exakt samma läge som filmkameran, dels i diapositiv, dels i svartvitt (EHB respektive Tri-X).

Testpunkten placerades i vissa lägen i rummet som var bestämda genom direkt mätning. Därefter avlästes punktens läge i filmprojektion och korrigerades enligt tabellerna i bilagan. Som tidigare framhållits är upplösningsskalan på filmen sådan, att i det aktuella försöket gränsen för upplösningen ligger vid 0,5 cm. Koordinaterna har därför angetts i hela cm.

Sammanlagt placerades testpunkten i 48 lägen, dvs. 144 koordinater bestämdes. Avvikelserna mellan testpunktens "verkliga" läge, bestämd genom direkt mätning, och "beräknat" läge efter genomförd korrektion framgår av följande tabell.

Resultatet kan sammanfattas i att

- 38,9 % av koordinaterna blev bestämda utan avvikelser
- 47,2 % av koordinaterna blev bestämda med 1 cm avvikelse
- 11,1 % av koordinaterna blev bestämda med 2 cm avvikelse
- 2,8 % av koordinaterna blev bestämda med 3 cm avvikelse.

Man kan konstatera att de större avvikelserna uppträder när testpunkten befinner sig långt från origo. Vissa avvikelser torde hänga samman med ett visst nedhäng mot mitten hos den hängande spegeln. Det framgår också att testpunkter på större avstånd från avläsningsskala har större avvikelser. Vid jämförelse mellan bestämning via diapositiv eller papperskopia fann vi inte någon märkbar skillnad i avvikelser.

2.4 Analys av felkällor

Metodens noggrannhet påverkas av flera faktorer:

- o Filmens upplösningsskala ger i försöken en mättnoggrannhet på 5 mm.
- o Skalar och rutmönster med cm-markeringar utmed x- och y-axlarna och höjdskalen vid kanten, mot vilka punktens läge avläses, avläses med cm-precision.
- o Spegelarna ger distortion på grund av avståndsförhållandena. Detta korrigeras i mätresultaten, då måttskalorna observeras

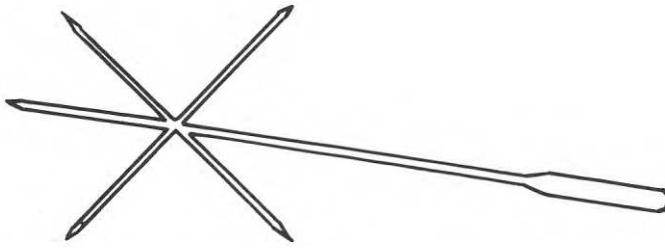


FIG. 11. "Testpunkt" av tunna trästickor.
Test point made up of thin wood splinters.

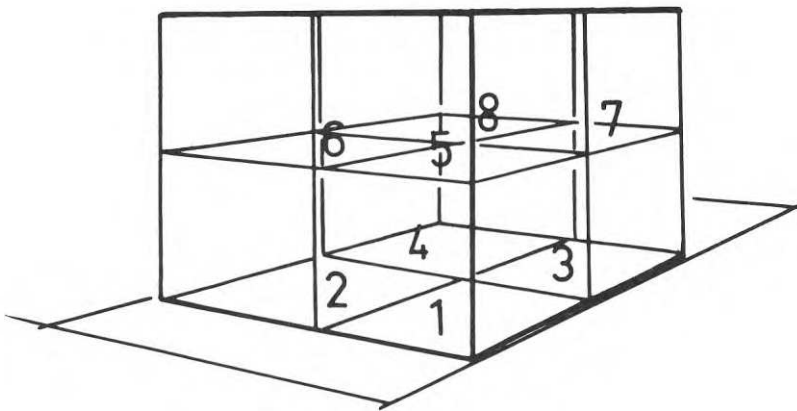


FIG. 12. Indelning av försöksutrymmet i kubikmetrar.
Division of the experiment area into cubic metres.

Måttoggrannhetsundersökning

Punkt nr	"Verkliga" koordinater			Avlästa koordinater			Efter korrigerig			Fel		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1 : 1	37	11	76	40	12	85	36	12	77	-1	1	1
2	-19	-6	99	-20	-7	101	-18	-6	99	1	0	0
3	4	45	16	4	46	25	4	45	17	0	0	1
4	-8	11	26	-7	11	33	-7	11	27	1	0	1
5	-4	54	80	-4	61	85	-4	55	81	0	1	1
6	-30	13	36	-32	14	38	-31	14	36	-1	1	0
2 : 1	137	11	76	151	13	94	137	12	76	0	1	0
2	81	-6	99	93	-7	108	83	-6	99	2	0	0
3	104	45	16	106	46	43	103	45	18	-1	0	2
4	92	11	26	95	12	49	92	12	28	0	1	2
5	96	54	80	107	59	94	97	53	80	1	-1	0
6	70	13	36	74	14	54	71	14	36	1	1	0
3 : 1	37	111	76	41	122	85	37	111	77	0	0	1
2	-19	94	99	-21	107	101	-19	94	99	0	0	0
3	4	145	16	4	148	25	4	145	17	0	0	1
4	-8	111	26	-8	114	32	-8	111	26	0	0	0
5	-4	154	80	-4	169	85	-4	153	81	0	-1	1
6	-30	113	36	-31	118	38	-30	113	36	0	0	0
4 : 1	137	111	76	152	122	94	138	111	76	1	0	0
2	81	94	99	93	107	110	83	97	101	2	3	2
3	104	145	16	106	148	42	103	145	17	-1	0	1
4	92	111	26	95	115	49	92	111	28	0	0	2
5	96	154	80	107	172	94	97	156	83	1	2	3
6	70	113	36	73	118	54	70	113	38	0	0	2
5 : 1	37	11	176	47	14	174	37	12	175	0	1	-1
2	-19	-6	179	-23	-7	178	-19	-5	179	0	1	0
3	4	45	116	5	53	119	4	46	117	0	1	1
4	-8	11	126	-9	13	128	-8	12	127	0	1	1
5	-4	54	180	-6	69	179	-4	55	178	0	1	-2
6	-30	13	136	-35	16	137	-29	13	137	1	0	1
6 : 1	137	11	176	174	16	173	139	12	176	2	1	0
2	81	-6	179	105	-7	176	82	-5	179	1	1	0
3	104	45	116	122	53	124	104	46	118	0	1	2
4	92	11	126	109	13	133	93	12	127	1	1	1
5	96	54	180	124	70	177	99	56	181	3	2	1
6	70	13	136	85	16	140	71	13	137	1	0	1
7 : 1	37	111	176	48	141	174	38	112	176	1	1	0
2	-19	94	179	-24	118	178	-20	93	179	-1	-1	0
3	4	145	116	5	168	119	4	145	117	0	0	1
4	-8	111	126	-9	131	128	-8	112	127	0	1	1
5	-4	154	180	-3	196	178	-3	155	179	1	1	-1
6	-30	113	136	-35	134	136	-29	113	136	1	0	0
8 : 1	137	111	176	175	141	172	138	112	175	1	1	-1
2	81	94	179	105	120	176	82	95	182	1	1	3
3	104	145	116	121	167	124	104	144	118	0	-1	2
4	92	111	126	110	131	133	94	112	127	2	1	1
5	96	154	180	123	197	177	98	156	181	2	2	1
6	70	113	136	85	135	140	71	113	137	1	0	1

ras genom speglarna. Av mycket stor betydelse för mätnoggrannheten är den stående spegelns lodräta placering.

- o Vid studiet av filmen spelar projektorns kvalitet stor roll. Då man önskar göra noggranna mätningar måste filmen stannas. Den värme projektorn alstrar gör därvid att skärpan "vandrar", och noggrann inställning fordras med jämna mellanrum. Av betydelse är också att projektionsskärm och projektor är riktigt inställda i förhållande till varandra, liksom att projektionsskärmen är helt slät. Av avgörande betydelse för utvärderingens precision är den noggrannhet med vilken avläsaren går tillväga.
- o Vid beräkning av avvikelsernas storlek har använts en testpunkt av 3 mm tjockt material, vilket ligger under filmens upplösningsförmåga. "Testpunktens" utformning gör det dock möjligt att bestämma punktens läge. Korrektionstabellerna, som används vid måttbestämningar, är matematiskt uträknade och tar ej hänsyn till eventuell nedböjning mot mitten hos den hängande spegeln. De är uträknade med millimeternoggrannhet, men för att erhålla lätthanterliga tabeller har avrundning skett till hela centimeter.

Sammanfattningsvis kan sägas att metoden tillåter en bestämning av en punkts koordinater med en noggrannhet större än ± 2 cm.

3 SPEGELREFLEXMETODENS ANVÄNDNINGSSOMRÅDE

3.1 Allmänt

Metoden har i första hand utarbetats med sikte på att studera handikappades beteendemönster och analysera de ytor, som dessa kräver ur bostadsplaneringssynpunkt. Det har visat sig att metoden inom handikappsektorn har stort värde när det gäller

- o dimensionering av bostäder och inredningsenheter
- o studier av handikappades sätt att bruka sina tekniska hjälpmedel
- o analyser av tekniska hjälpmedel, särskilt i samband med nykonstruktioner
- o framställning av instruktionsmaterial för att visa handikappades beteendemönster.

3.2 Bostadsplanering

Metoden har använts vid bestämning främst av ytbehov i bostäder för handikappade (redovisat i "Normalbostaden och de rörelsehindrade", Avdelningen för handikappforskning, Göteborgs Universitet). Den första försöksserien avsåg ytbehoven i passager och kring dörrar. För detta ändamål tillverkades flyttbara dörr- och väggelement, som placerades enligt hypotetiska planer. Se FIG. 13. I vissa situationer gjordes elementen av genomskinligt material. De handikappade fick utföra olika rörelsemoment som registrerades. Därefter ändrades avstånd och dörrbredder. På så sätt sökte man sig fram till optimala förhållanden för senare matematisk beräkning.

En andra försöksserie avsåg att bestämma olika handikappades möjligheter att utnyttja inredningar, dvs. deras åtkomlighet i höjled. Som exempel på detta kan nämnas studiet av åtkomlighet vid tvättställ, diskbänk m.m. Härvid hade inredningens enheterna placerats på konsoler och skenor, så att höjden lätt kunde varieras.

3.3 Handikappades beteendemönster

Metoden utnyttjades bl.a. för att studera hur handikappade vänder i sin rullstol, går med kryckkäppar m.m. Även vid dessa studier kom bestämningen av den utnyttjade ytan att vara betydelsefull.

Genom metoden kunde vi också analysera den handikappades rörelsemönster vid t.ex. förflyttning till och från rullstol, säng, badkar osv. Se FIG. 14.

3.4 Analyser av olika hjälpmedels förutsättningar och möjligheter

I samband med nykonstruktioner av t.ex. toalettstolssitsar och -stöd är det möjligt att mer exakt registrera hjälpmedlens förutsättningar att tillgodose olika handikappades behov.

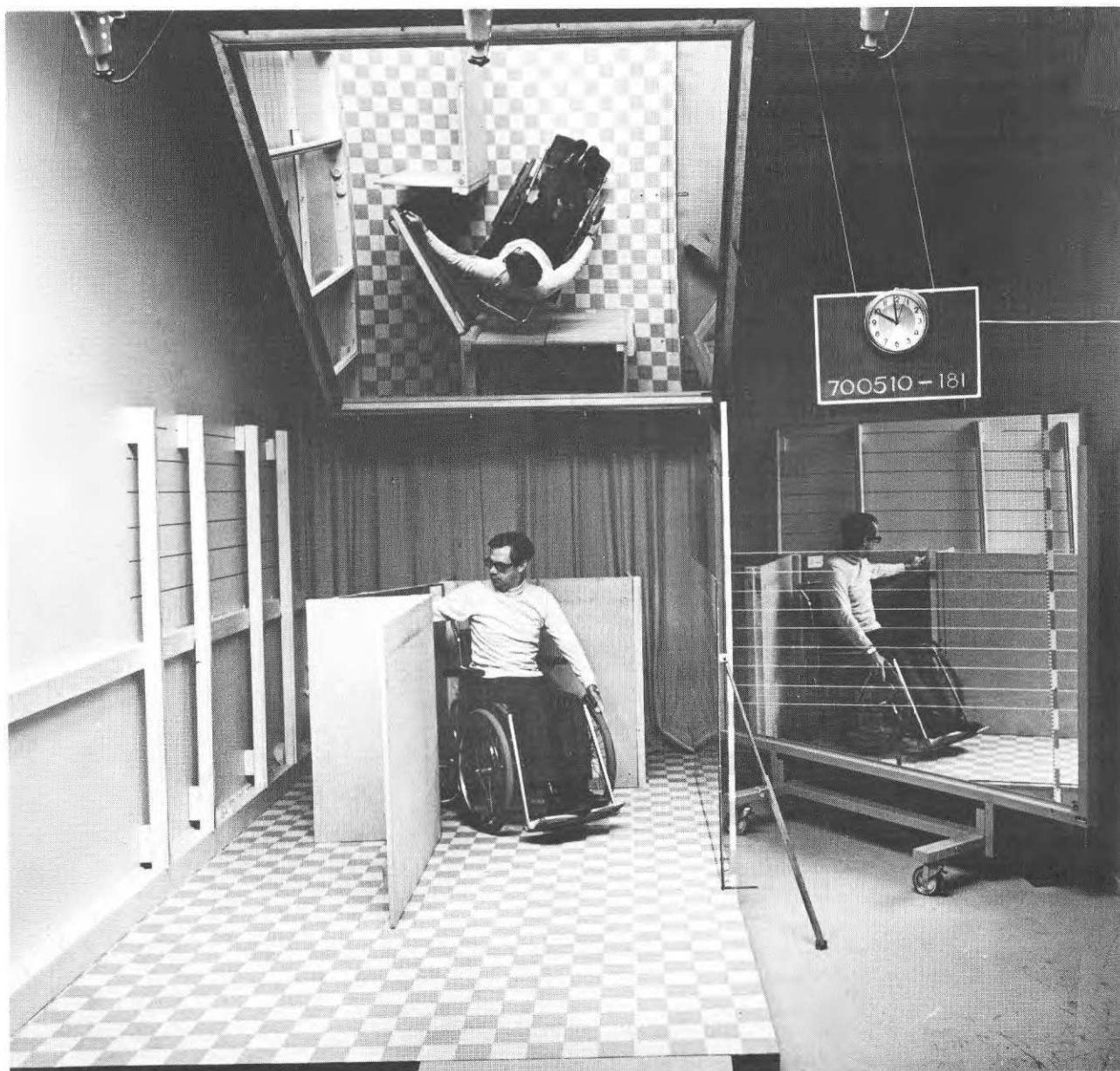


FIG. 13. Ytbehovsstudier.

Studies of spatial requirements.



FIG. 14. Rörelsestudier.
Studies of movement.

3.5 Pedagogiska möjligheter

Det har visat sig att de tredimensionella upptagningarna av den handikappades rörelsemönster i givna situationer är av stort pedagogiskt värde i undervisningen av arbetsterapeuter, sjukgymnaster och andra. Genom filmupptagningen kan rörelsemönstret detaljstuderas (slow motion) och upprepas. Genom att göra registrering- en över TV-monitor (videoband) kan metoden även direkt användas för att instruera den handikappade om de fel han gör.

BILAGA

Korrektionsfaktorer

Uträkning av korrektionsfaktorer för x-koordinater

Härvid förutsättes att z-koordinaten är känd. Med figurens be-
teckningar erhålles följande samband.

$$\frac{d}{x_0} = \frac{d - z}{x} \quad (\text{likformiga trianglar})$$

d = avståndet kamera — hängande spegel — origo = 875 cm

x_0 = på film avläst x-koordinat

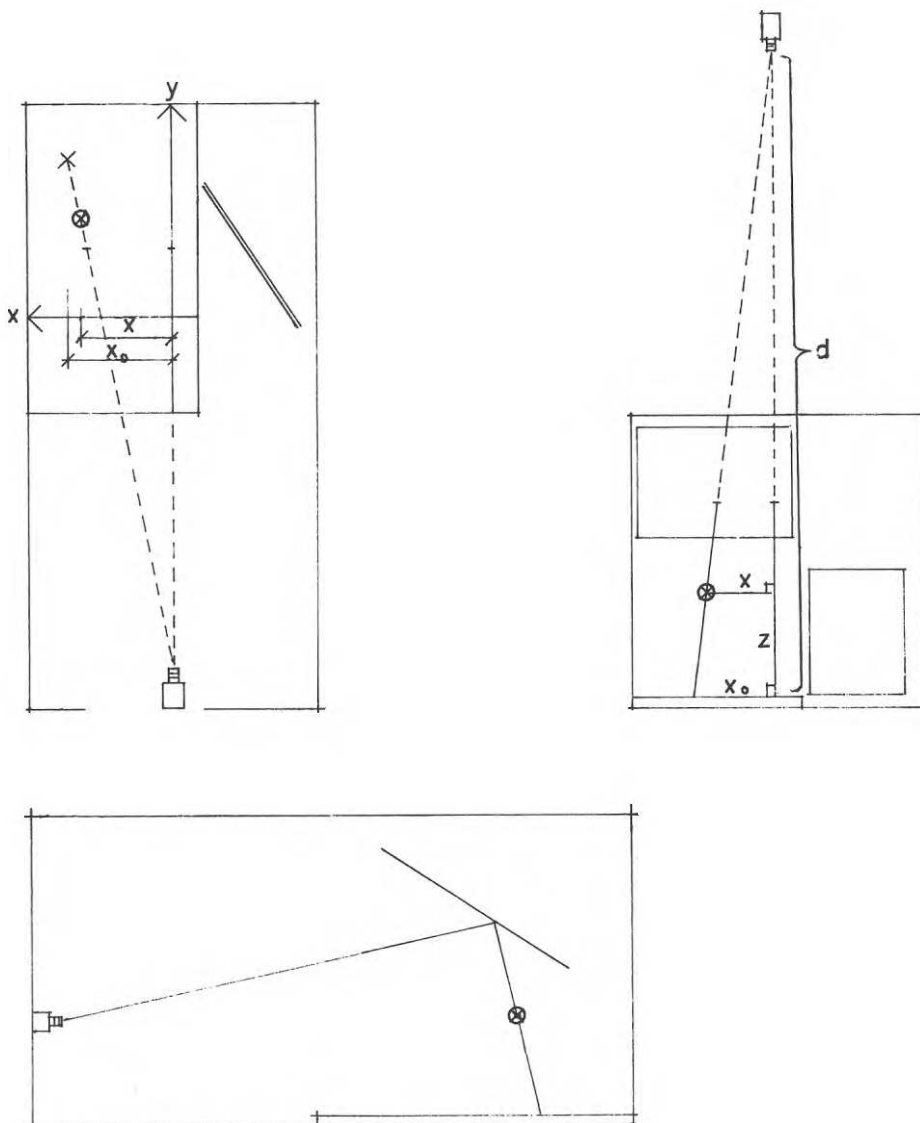
x = den sökta (korrekta) x-koordinaten.

z = den kända z-koordinaten

$$\text{Korrektionsfaktorn : } k_x = x_0 - x = \frac{z x_0}{875}$$

$$\text{Den sökta x-koordinaten : } x = x_0 + k_x = x_0 + \frac{z x_0}{875}$$

De uträknade korrektionsfaktorerna finns i TAB. 1.



Uträkning av korrektionsfaktorer för z-koordinater

Härvid förutsättes att x-koordinaten är känd. Med figurens beteckningar erhålles följande samband.

$$\frac{z}{d+x} = \frac{z_0}{d} \quad (\text{likformiga trianglar})$$

d = avståndet kamera — vertikal spegel — höjdmåttstock = 687 cm

z_0 = på höjdmåttstock på film avläst z-koordinat

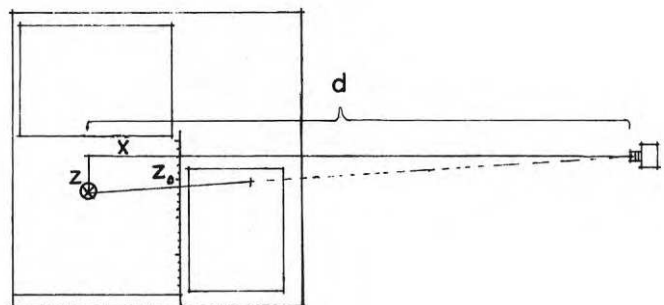
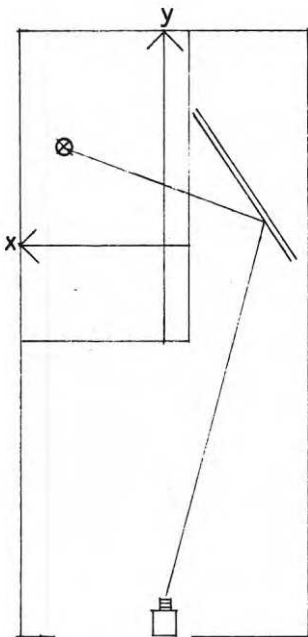
z = den sökta (korrekta) z-koordinaten

x = den kända x-koordinaten

$$\text{Korrektionsfaktorn : } k_z = z_0 - z = - \frac{x z_0}{687}$$

$$\text{Den sökta z-koordinaten : } z = z_0 + k_z = z_0 - \frac{x z_0}{687}$$

De uträknade korrektionsfaktorerna finns i TAB. 2.



Uträkning av korrektionsfaktorer för y-koordinater

Härvid förutsätts att z-koordinaten är känd. Med figurens beteckningar erhålles följande samband.

$$\frac{d}{y_0} = \frac{d - z}{y} \quad (\text{likformiga trianglar})$$

d = avståndet kamera — hängande spegel — origo = 875 cm

y_0 = på film avläst y-koordinat

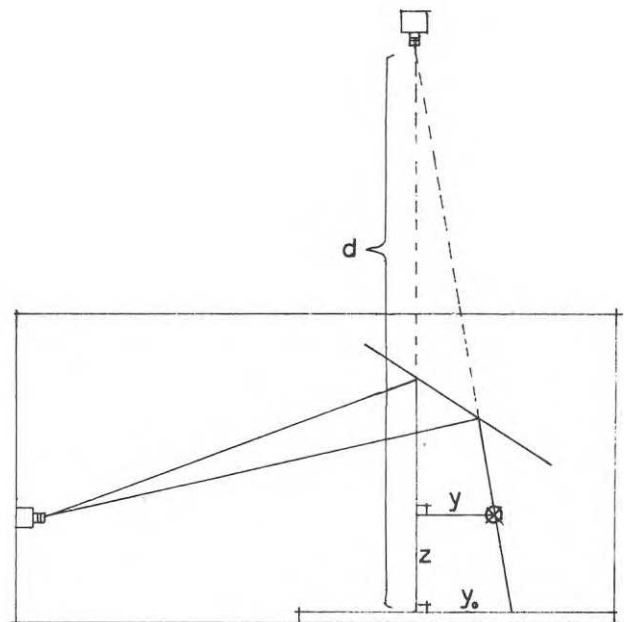
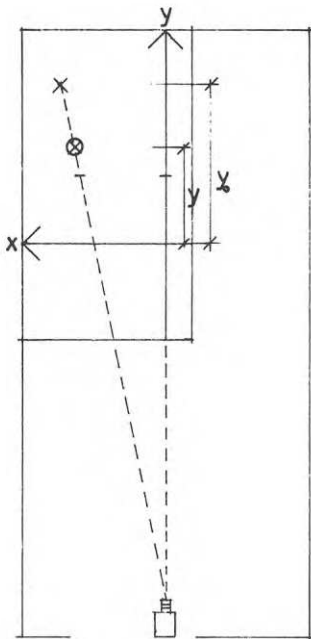
y = den sökta (korrekta) y-koordinaten

z = den kända z-koordinaten

$$\text{Korrektionsfaktorn : } k_y = y_0 - y = \frac{z y_0}{875}$$

$$\text{Den sökta y-koordinaten : } y = y_0 + k_y = y_0 + \frac{z y_0}{875}$$

De uträknade korrektionsfaktorerna finns i TAB. 3.



TAB.1. k_x , korrektionsfaktor för x . $x = x + k_x$. (Mått i cm).

KORREKT z =	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
AVLÄST x_0																					
-40	0	0	+1	+1	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+5	+5	+5	+6	+6	+7	+7	+8	+8	+9	+9
-30	0	0	+1	+1	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+5	+5	+4	+4	+5	+5	+6	+6	+6	+7	+7
-20	0	0	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+4	+4	+4	+4	+5
-10	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
20	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-5
30	0	0	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-7	-7
40	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-7	-7	-8	-8	-9	-9
50	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-8	-8	-9	-9	-10	-10	-11	-11
60	0	-1	-1	-2	-3	-3	-4	-5	-6	-6	-7	-8	-8	-9	-10	-10	-11	-12	-12	-13	-14
70	0	-1	-2	-2	-3	-4	-5	-6	-6	-7	-8	-9	-10	-10	-11	-12	-13	-14	-14	-15	-16
80	0	-1	-2	-3	-4	-5	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-17	-18
90	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-18	-19	-20	-21
100	0	-1	-2	-3	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-21	-22	-23
110	0	-1	-3	-4	-5	-6	-8	-9	-10	-11	-13	-14	-15	-16	-18	-19	-20	-21	-23	-24	-25
120	0	-1	-3	-4	-5	-7	-8	-10	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-19	-21	-22	-23	-25	-26	-28
130	0	-1	-3	-4	-6	-7	-9	-10	-12	-13	-15	-16	-18	-19	-21	-22	-24	-25	-27	-28	-30
140	0	-2	-3	-5	-6	-8	-10	-11	-13	-14	-16	-18	-19	-21	-22	-24	-26	-27	-29	-30	-32
150	0	-2	-3	-5	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-19	-20	-22	-24	-26	-28	-29	-31	-33	-34
160	0	-2	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-16	-18	-20	-22	-24	-26	-28	-29	-31	-33	-35	-37
170	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-17	-19	-21	-23	-25	-27	-29	-31	-33	-35	-37	-39
180	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-17	-18	-21	-23	-25	-27	-29	-31	-33	-35	-37	-39	-41

TAB.2. k_z , korrektionsfaktor för z . $z = z_O + k_z$. (Mått i cm).

KORREKT x =	- 40	- 30	- 20	- 10	0	+ 10	+ 20	+ 30	+ 40	+ 50	+ 60	+ 70	+ 80	+ 90	+ 100	+ 110	+ 120	+ 130	+ 140	+ 150	+ 160	+ 170	+ 180	
AVLÅST z_O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	- 2	- 4	- 7	- 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	0	- 2	- 4	- 6	- 8	- 10	- 12	- 14	- 16	- 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0	- 2	- 4	- 6	- 8	- 9	- 11	- 13	- 15	- 17	- 19	- 21	- 24	- 25	- 27	- 28	-	-	-	-	-	-	-	-
40	0	- 2	- 4	- 5	- 7	- 9	- 11	- 12	- 14	- 16	- 17	- 19	- 23	- 23	- 25	- 26	- 28	- 30	- 32	- 33	- 35	- 37	- 38	- 38
50	0	- 2	- 3	- 5	- 6	- 8	- 10	- 11	- 13	- 14	- 16	- 18	- 21	- 21	- 23	- 24	- 26	- 27	- 29	- 31	- 32	- 34	- 34	- 35
60	0	- 2	- 3	- 4	- 6	- 7	- 9	- 10	- 12	- 13	- 15	- 16	- 19	- 19	- 21	- 22	- 23	- 25	- 26	- 28	- 29	- 31	- 32	- 32
70	0	- 1	- 3	- 4	- 5	- 7	- 8	- 9	- 11	- 12	- 13	- 14	- 17	- 17	- 18	- 20	- 21	- 22	- 24	- 25	- 26	- 28	- 28	- 29
80	0	- 1	- 2	- 4	- 5	- 6	- 7	- 8	- 9	- 11	- 12	- 13	- 14	- 15	- 16	- 18	- 19	- 20	- 21	- 22	- 23	- 25	- 25	- 26
90	0	- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	- 7	- 8	- 9	- 10	- 11	- 12	- 13	- 14	- 15	- 16	- 17	- 18	- 19	- 20	- 22	- 22	- 23
100	0	- 1	- 2	- 3	- 4	- 4	- 5	- 6	- 7	- 8	- 9	- 10	- 10	- 11	- 12	- 13	- 14	- 15	- 16	- 17	- 18	- 19	- 20	- 21
110	0	- 1	- 1	- 2	- 3	- 4	- 4	- 5	- 6	- 7	- 7	- 8	- 9	- 10	- 10	- 11	- 12	- 12	- 13	- 14	- 15	- 16	- 17	- 18
120	0	- 1	- 1	- 2	- 2	- 3	- 4	- 4	- 5	- 5	- 6	- 6	- 7	- 8	- 8	- 9	- 9	- 10	- 10	- 11	- 11	- 12	- 12	- 13
130	0	0	- 1	- 1	- 2	- 2	- 3	- 3	- 4	- 4	- 4	- 5	- 5	- 6	- 6	- 7	- 7	- 7	- 8	- 8	- 8	- 9	- 9	- 10
140	0	0	- 1	- 1	- 1	- 1	- 2	- 2	- 2	- 3	- 3	- 3	- 4	- 4	- 4	- 4	- 5	- 5	- 5	- 6	- 6	- 6	- 6	- 6
150	0	0	0	0	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3
160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3
180	0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 4	+ 4	+ 4	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	+ 6	+ 6	+ 6	+ 6
190	0	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 3	+ 3	+ 4	+ 4	+ 5	+ 5	+ 6	+ 6	+ 7	+ 7	+ 7	+ 7	+ 8	+ 8	+ 9	+ 9	+ 10
200	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 4	+ 4	+ 5	+ 5	+ 6	+ 6	+ 7	+ 8	+ 8	+ 9	+ 9	+ 10	+ 11	+ 11	+ 12	+ 12	+ 12	+ 13

TAB.3. k_y , korrektionsfaktor för $y. y = y_0 + k_y$. (Mått i cm).

KORREKT $z =$ AVLÄST y_0																					
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
-40	0	0	+1	+1	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+5	+5	+5	+6	+6	+7	+7	+8	+8	+9	+9
-30	0	0	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+4	+4	+4	+5	+5	+6	+6	+6	+7	+7
-20	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+3	+4	+4	+4	+4	+4	+5
-10	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
20	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-5
30	0	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-7	-7
40	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-7	-8	-8	-8	-9	-9
50	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-5	-5	-6	-6	-7	-7	-8	-9	-9	-10	-10	-11	-11
60	0	-1	-1	-2	-3	-3	-4	-5	-6	-6	-7	-8	-8	-9	-10	-10	-11	-12	-12	-13	-14
70	0	-1	-2	-2	-3	-4	-5	-6	-6	-7	-8	-9	-10	-10	-11	-12	-13	-14	-14	-15	-16
80	0	-1	-2	-3	-4	-5	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-17	-18
90	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-18	-19	-20	-21
100	0	-1	-2	-3	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-21	-22	-23
110	0	-1	-3	-4	-5	-6	-8	-9	-10	-11	-13	-14	-15	-16	-18	-19	-20	-21	-23	-24	-25
120	0	-1	-3	-4	-5	-7	-8	-10	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-19	-21	-22	-23	-25	-26	-28
130	0	-1	-3	-4	-6	-7	-9	-10	-12	-13	-15	-16	-18	-19	-21	-22	-24	-25	-27	-28	-30
140	0	-2	-3	-5	-6	-8	-10	-11	-13	-14	-16	-18	-19	-21	-22	-24	-26	-27	-29	-30	-32
150	0	-2	-3	-5	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-19	-20	-22	-24	-26	-28	-29	-31	-33	-34
160	0	-2	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-16	-18	-20	-22	-24	-26	-28	-29	-31	-33	-35	-37
170	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-17	-19	-21	-23	-25	-27	-29	-31	-33	-35	-37	-39
180	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-17	-18	-21	-23	-25	-27	-29	-31	-33	-35	-37	-39	-41
190	0	-2	-4	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-20	-22	-24	-26	-28	-30	-33	-35	-37	-39	-41	-44
200	0	-2	-5	-7	-9	-11	-14	-16	-18	-21	-23	-25	-28	-30	-32	-34	-37	-39	-41	-43	-46
210	0	-2	-5	-7	-10	-12	-14	-17	-19	-22	-24	-27	-29	-31	-34	-36	-38	-41	-43	-46	-48
220	0	-3	-5	-8	-10	-13	-15	-18	-20	-23	-25	-28	-30	-33	-35	-38	-40	-43	-45	-48	-50

R9:1971

**Denna rapport avser anslag nr Bb 373 från Statens råd för
byggnadsforskning till Handikappforskningen, Göteborgs Universitet**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Abonnemangsgrupp: b (byggnadsprojektering)**

Pris: 10 kronor