



LUND UNIVERSITY

Byggnadsaerodynamiska problemställningar

Pettersson, Ove

1968

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Pettersson, O. (1968). *Byggnadsaerodynamiska problemställningar*. (Bulletin of Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Bulletin 9; Vol. Bulletin 9). Lund Institute of Technology.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY · LUND · SWEDEN · 1968
DIVISION OF STRUCTURAL MECHANICS AND CONCRETE CONSTRUCTION · BULLETIN 9

OVE PETTERSSON

BYGGNADSAERODYNAMISKA PROBLEMSTÄLLNINGAR

BYGGNADSAERODYNAMISKA PROBLEMSTÄLLNINGAR

Av professor Ove Pettersson

Lund 1968

BYGGNADSAERODYNAMISKA PROBLEMSTÄLLNINGAR - EN ÖVERSIKT x)

Av professor Ove Pettersson, LTH

Inledningsföredrag vid kurskonferens i byggnadsaerodynamik i Stockholm den 30 november och 1 december 1967.

Vinden och dess varianter av verkningar har ofta väsentlig och i många fall avgörande betydelse vid utformning av byggnadsdetaljer, byggnadsdelar, byggnader och samhällen. Betydelsen kan därvid vara av teknisk, hygienisk och ekonomisk art.

Den grundläggande utgångspunkten för val av byggnadsaerodynamiska forsknings- och utvecklingsarbeten och också för en meningsfull tillämpning av byggnadsaerodynamisk kunskap utgör den meteorologiska miljön. En kvalificerad systematisering av förefintlig inländsk och utländsk kunskap inom vindmiljöns område med hänsyn till byggnadstekniska och stadsplanetekniska tillämpningar är starkt angelägen liksom en omfattande ytterligare kunskapskomplettering. Önskvärt är därvid en utveckling i riktning mot en framtida klassificering av ett lämpligt antal typer av lokala byggnadsmiljöer med avseende på maximalvindstyrka och vindstruktur, innefattande såväl höjdvariation som turbulensspektrum. Till problematiken hör också val av tillåten sannolikhet för vindhaveri, kopplad till viss livslängd för en byggnad.

En fragmentarisk, exemplifierande belysning av vindmiljöfrågeställningarna ger figurerna 1-3.

x) Översikten bygger i väsentligheter på en rapport "Arten och omfattningen av framtida byggnadsteknisk vindtunnelforskning och provning", utarbetad av byggnadsaerodynamikgruppen och daterad den 22 augusti 1966. I gruppen, vilken arbetat inom FFA-utredningen, har ingått professor Ove Pettersson (ordförande), professor Gunnar Kärrholm, laborator Sven Sahlin, civilingenjör Per-Olof Nylund och avdelningsdirektör Martin Ingelman-Sundberg (sekreterare).

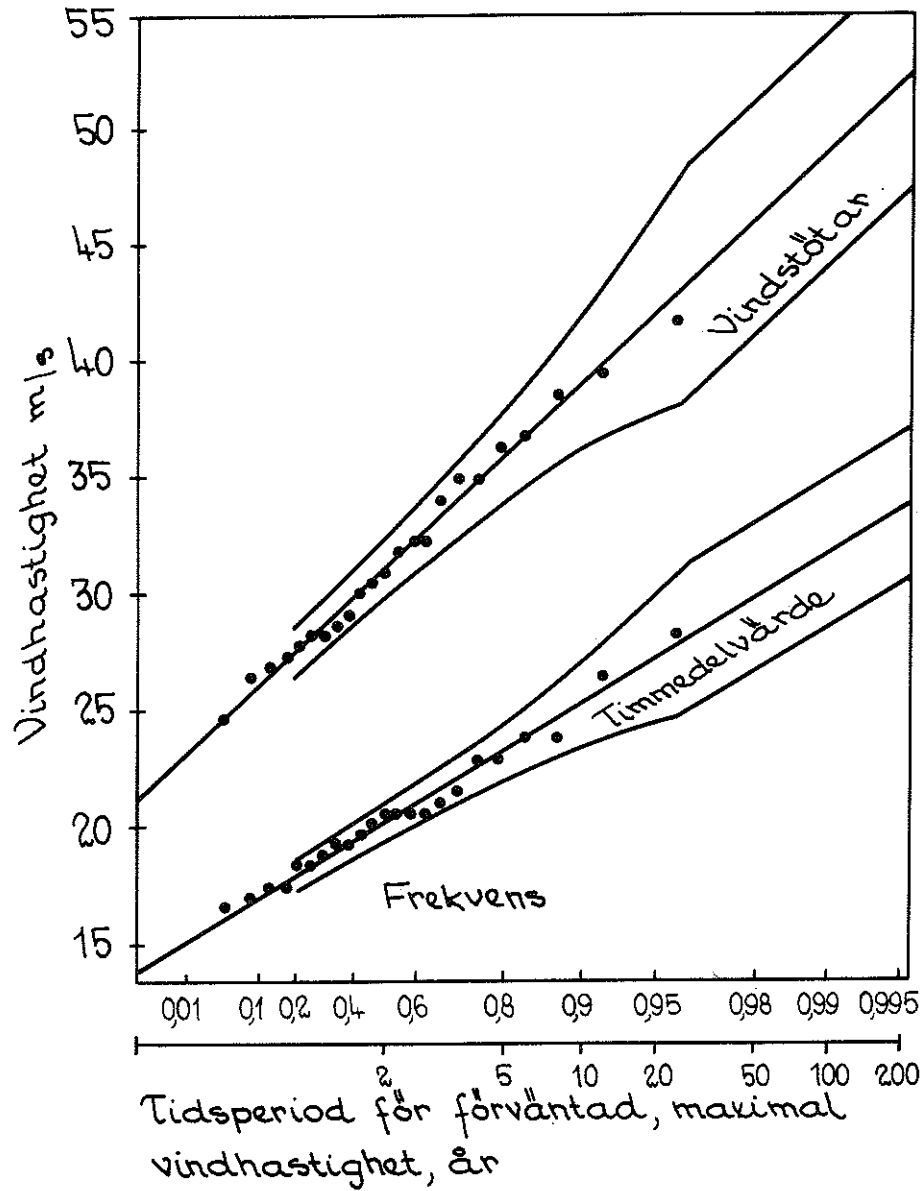


Fig. 1.

Fördelningskurvor för årsmaxima av vindhastigheten för dels vindstötar och dels timmedelvärde, Cardington 1932-54 [1]

Figur 1 visar därvid på grundval av fältobservationer i Cardington för perioden 1932-54 bestämda fördelningskurvor för årsmaxima av vindhastigheten för dels vindstötar och dels timmedelvärde. Ur figuren kan direkt avläsas till en given tidsperiod (t.ex. 50 år) hörande, förväntad, maximal vindhastighet.

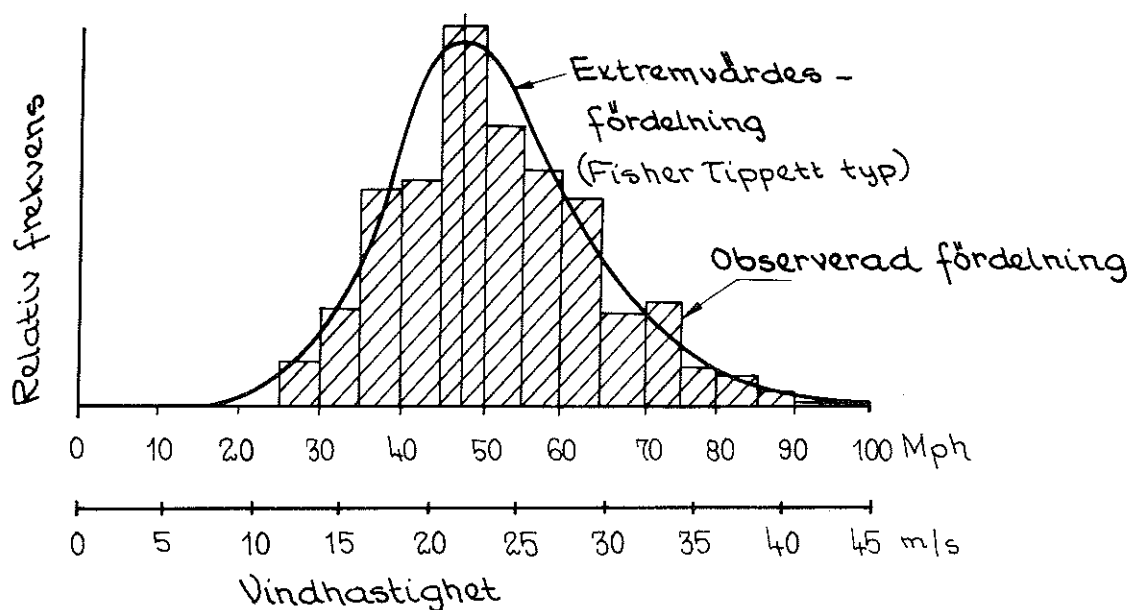


Fig. 2.

Jämförelse mellan frekvensdiagram för observerade månadsmaxima av vindhastighetens 5 minuters medelvärde och frekvensdiagram enligt av Fisher och Tippett angiven extremvärdesfördelning, nivån 135 m i New York City [2].

Illustrativ för vindhastighetens statistiska spridning är figur 2, som redovisar ett frekvensdiagram för på nivån 135 m i New York City under perioden 1884-1950 observerade månadsmaxima av vindhastighetens 5 minuters medelvärde. Erhållet frekvensdiagram jämförs i figuren med en teoretiskt beräknad frekvenskurva enligt av Fisher och Tippett angiven extremvärdesfördelning. Vindhastighetens struktur och vindhastighetens höjdberoende exemplifieras av figur 3, vilken för en tidsperiod av cirka 8 minuter ger vindhastighetens tidsvariation för tre höjdnivåer - 12, 63 och 151 meter - vid en meteorologisk mast.

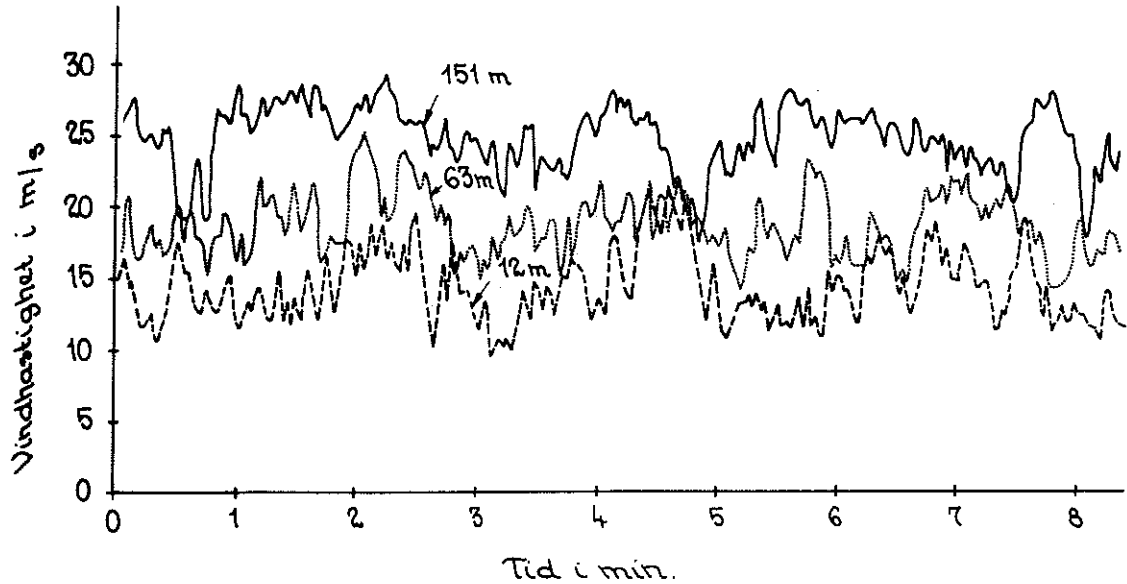


Fig. 3.

Från meteorologisk mast uppmätt tidsvariation av vindhastigheten på nivåer 12, 63 och 121 m [2].

Med den meteorologiska miljön som bakgrund framstår som väsentliga byggnadsaerodynamiska problemställningar stationära och icke stationära vindlaster på byggnader och byggnadsdelar, byggnadsfysikaliska frågor av typen vindinverkan på värme- och fuktutbyte intill byggnadsytor, slagregnsfördelning och slagregnsinträngning, vindinverkan på inre strömning i väggar, golv och tak, samspel mellan vind och ventilation samt mellan vind och drag för byggnaders uppvärmning, rökspridning, brandspridning och brandventilation samt stadsplanetekniska vindfrågor.

Problemställningarna kommenteras nedan starkt översiktligt.

1. Stationära vindlaster på byggnader och byggnadsdelar

När en luftström passerar ett hinder i form av t.ex. en byggnad orsakar strömningen lokala avvikelser från atmosfärtrycket vid byggnadens ytor - vindlaster uppkommer, figur 4. Avvikelseernas storlek är därvid en funktion av vindens styrka, lufttätheten samt byggnadens yttre geometri.

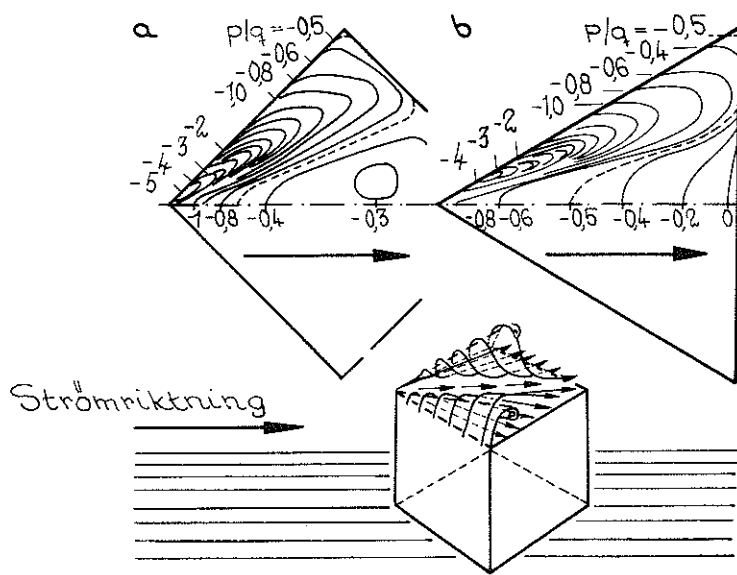
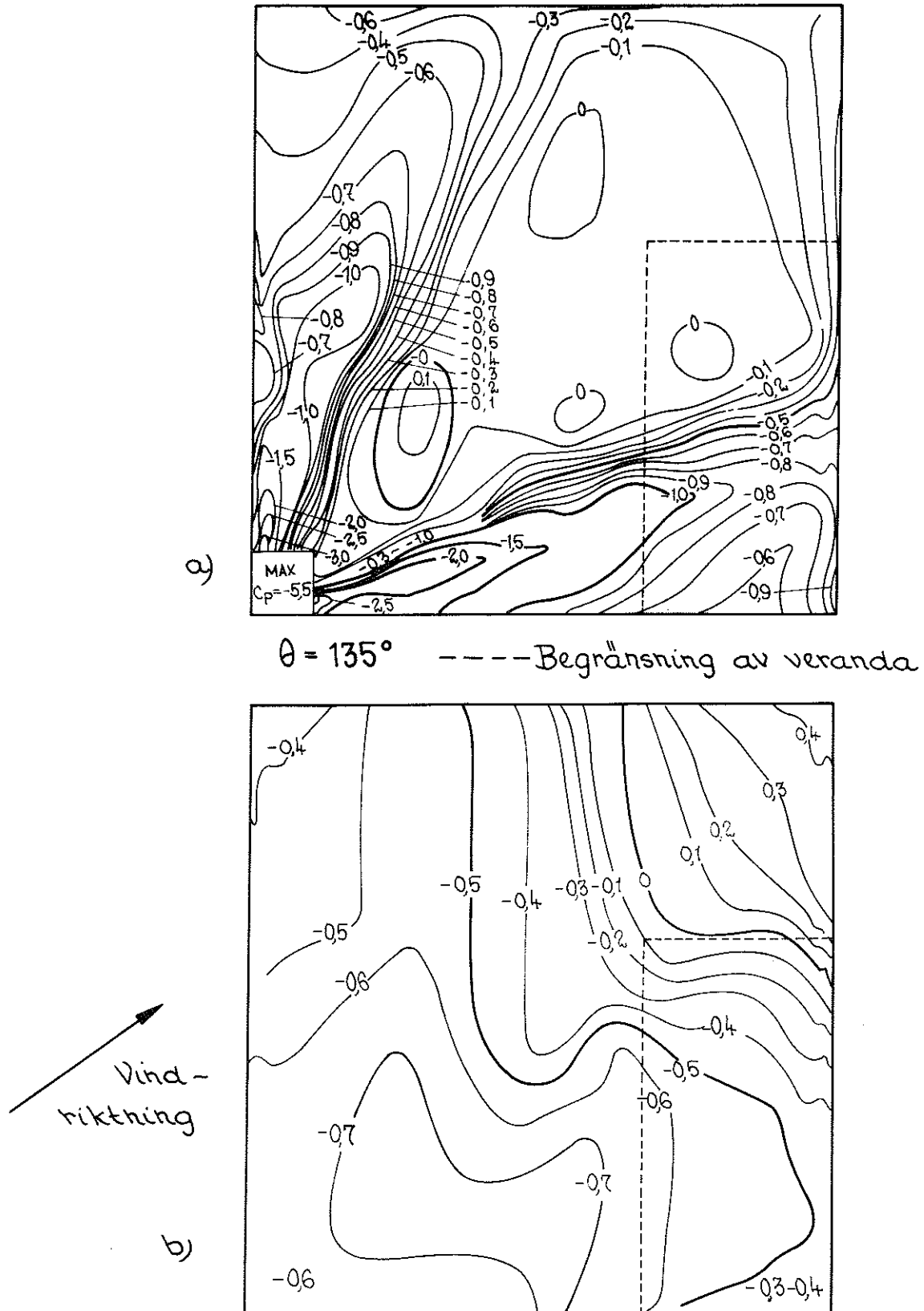


Fig. 4.

För diagonalt anblåst, kvadratisk, horisontellt, plant tak bestämd vindlastfördelning (formfaktorvariation), jämförd med motsvarande fördelning för en deltavinge [3].

Vindkrafterna är för en byggnads eller en byggnadsdels dimensionering väsentliga och ej sällan utslagsgivande. En ingående kunskap om vindtryckens storlek och fördelning för byggnadsytor med varierande karakteristika är därför starkt angelägen.

För vanligen förekommande fall ges i flertalet länders normer och anvisningar regler för dimensionerande vindlaster. Dessa regler bygger ordinärt på experimentella modellundersökningar och har i stort en förhållandevis översiktlig och något schematisk karaktär.



En komplikation vid utarbetande av vindlastnormer utgör det mycket stora antal variabler, som karakteriserar byggnadernas egen och omgivningens geometri. Att kombinera enkelhet i normer med i varje särskilt fall ekonomiskt optimal dimensionering är därför en praktisk omöjlighet. Även i en eventuell framtida situation med väsentligt mer nyanserade vindlastnormer än de nu gällande torde det vara ofrånkomligt att i sådana normer exkludera ett väsentligt antal betydelsefulla delproblem.

Till sådana delproblem hör t.ex. vindlastens beroende av byggnadsteknisk detaljutformning, illustrerat av figur 5, som för ett hyperboliskt paraboloidtak visar variationen över taket av vindlastens formfaktor c vid dels en renodlad skalyta (övre figuren) och dels denna skalyta, kompletterad längs sin periferi med en uppstickande kantlist (nedre figuren). Ett annat sådant delproblem utgör vindlastens variation med en byggnads täthet, exemplifierande belyst av figur 6, vilken återger av Nøkkentved för sadeltaksbyggnad i tre skepp bestämd vindlastfördelning, redovisad genom formfaktorn c , för dels helt tät byggnad och dels en otät byggnad, i studerad vindtunnelmodell åstadkommen genom att byggnadsytorna försetts med ett jämnt fördelat system av fina hål.

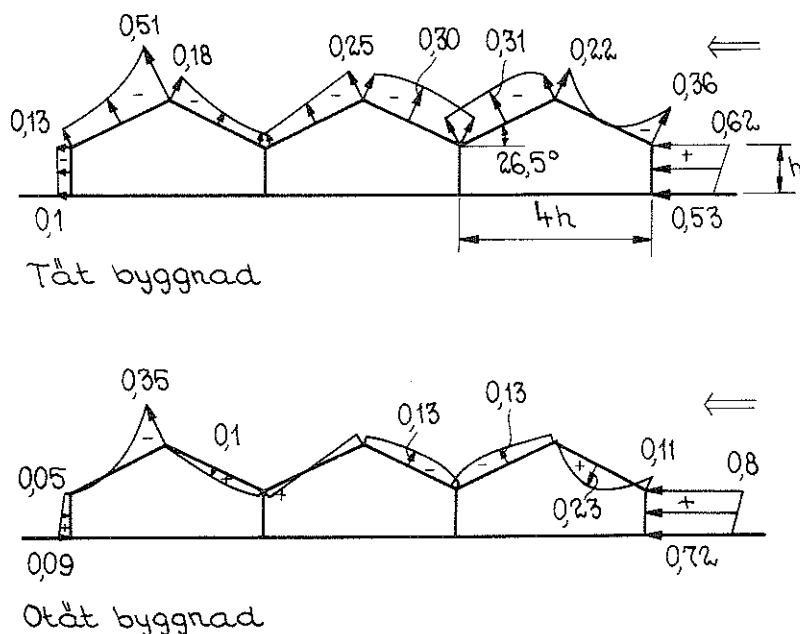


Fig. 6.

För sadeltaksbyggnad i tre fack bestämd formfaktorfördelning vid dels tät och dels otät byggnad [5].

Ett tredje delproblem av den nämnda typen utgör vindlastens variation med byggnadsytornas r hetsgrad. Variationen belyses av figur 7, som ger experimentellt bestämd formfaktorfördelning f r en cylinder vid dels polerad yta och dels en yta med en r hetsgrad, som svarar mot en partikeldiameter = $\frac{1}{300}$ av cylinderdiametern.

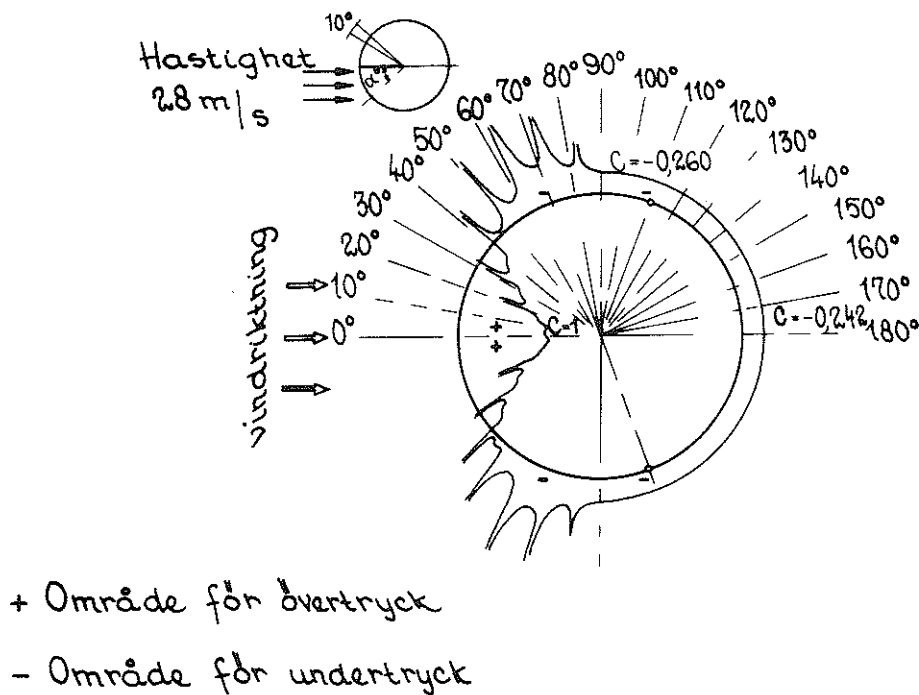
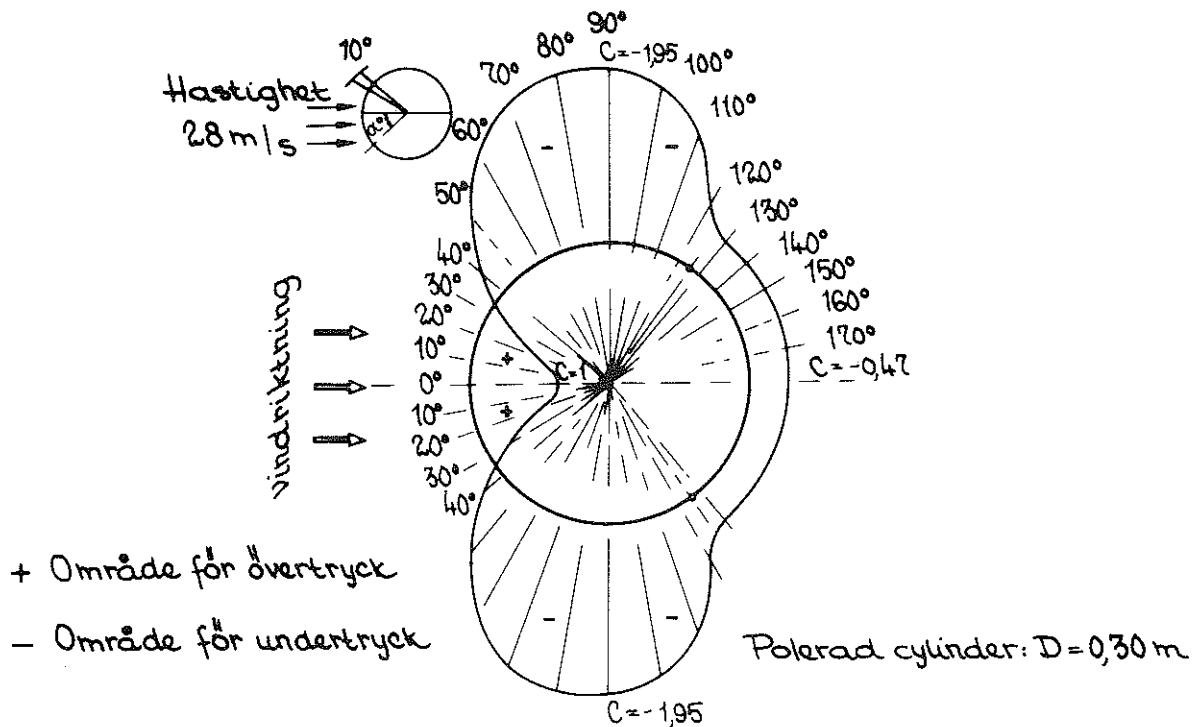


Fig. 7.

För sluten, cirkulär cylinder bestämd formfaktorfördelning vid dels polerad yta ( vre figuren) och dels yta med r hetsgrad, svarande mot partikeldiameter = $\frac{1}{300}$ av cylinderdiametern [6].

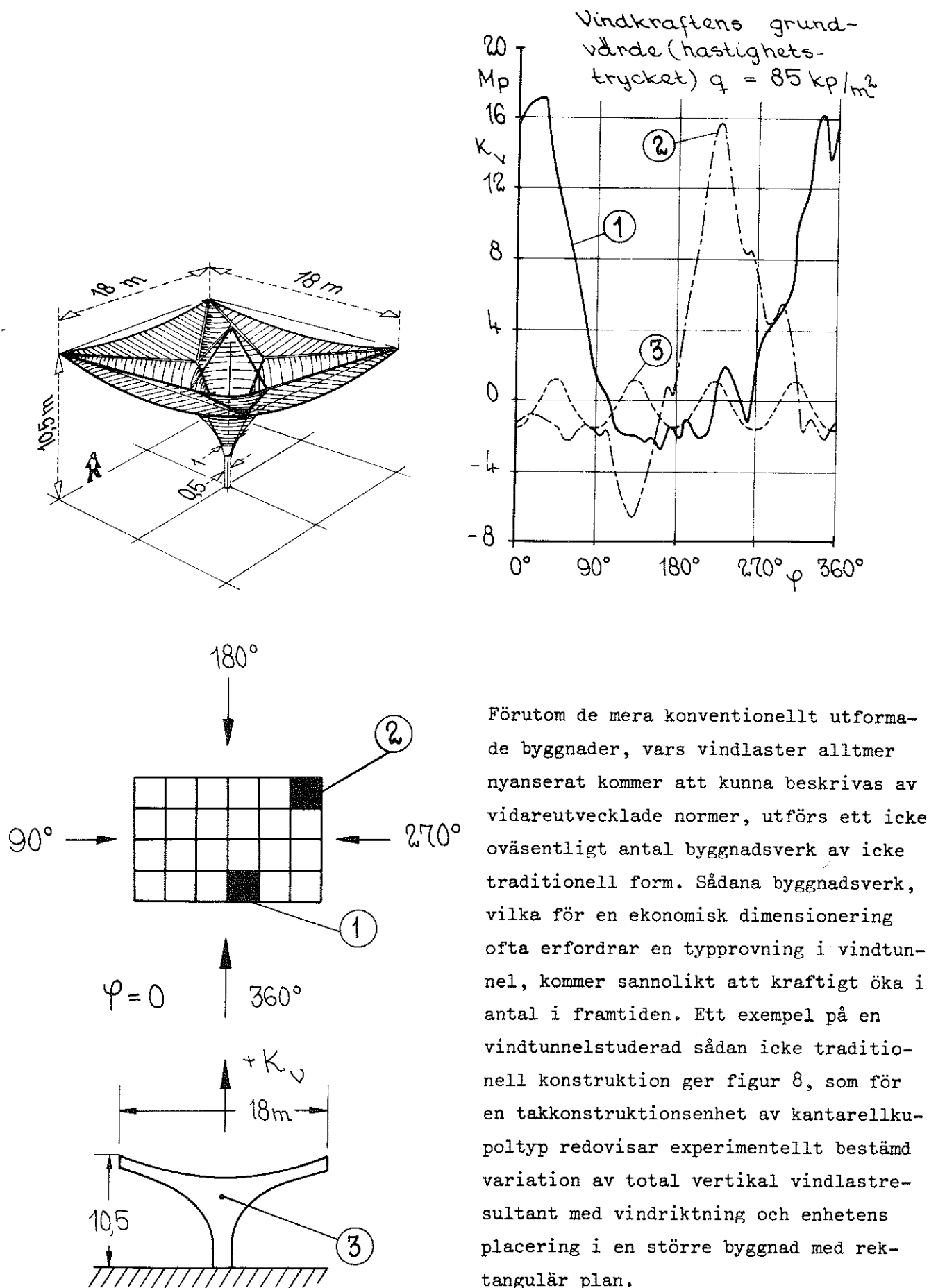


Fig. 8.

Förutom de mera konventionellt utformade byggnader, vars vindlaster alltmer nyanserat kommer att kunna beskrivas av vidareutvecklade normer, utförs ett icke oväsentligt antal byggnadsverk av icke traditionell form. Sådana byggnadsverk, vilka för en ekonomisk dimensionering ofta erfordrar en typprovning i vindtunnel, kommer sannolikt att kraftigt öka i antal i framtiden. Ett exempel på en vindtunnelstuderad sådan icke traditionell konstruktion ger figur 8, som för en takkonstruktionsenhet av kantarellkupoltyp redovisar experimentellt bestämd variation av total vertikal vindlastresultant med vindriktning och enhetens placering i en större byggnad med rektangulär plan.

För takkonstruktionsenhet av kantarellkupoltyp experimentellt bestämd variation av total vertikal vindlastresultant K_v med vindriktning ϕ och enhetens placering i större byggnad med rektangulär plan. Kurvan 3 beskriver vindlastresultanten K_v för fristående enhet [3].

Kombinationen vindlast-snölast är ej sällan av dimensionerande betydelse, t.ex. genom snöackumulation, som kan medföra avsevärt ökad belastning inom vissa partier av en byggnad eller byggnadsdel. Det nuvarande kunskapsunderlaget rörande dessa frågeställningar är i dag närmast obefintligt. Ett forsknings- och utvecklingsarbete inom detta område har därför hög prioritet.

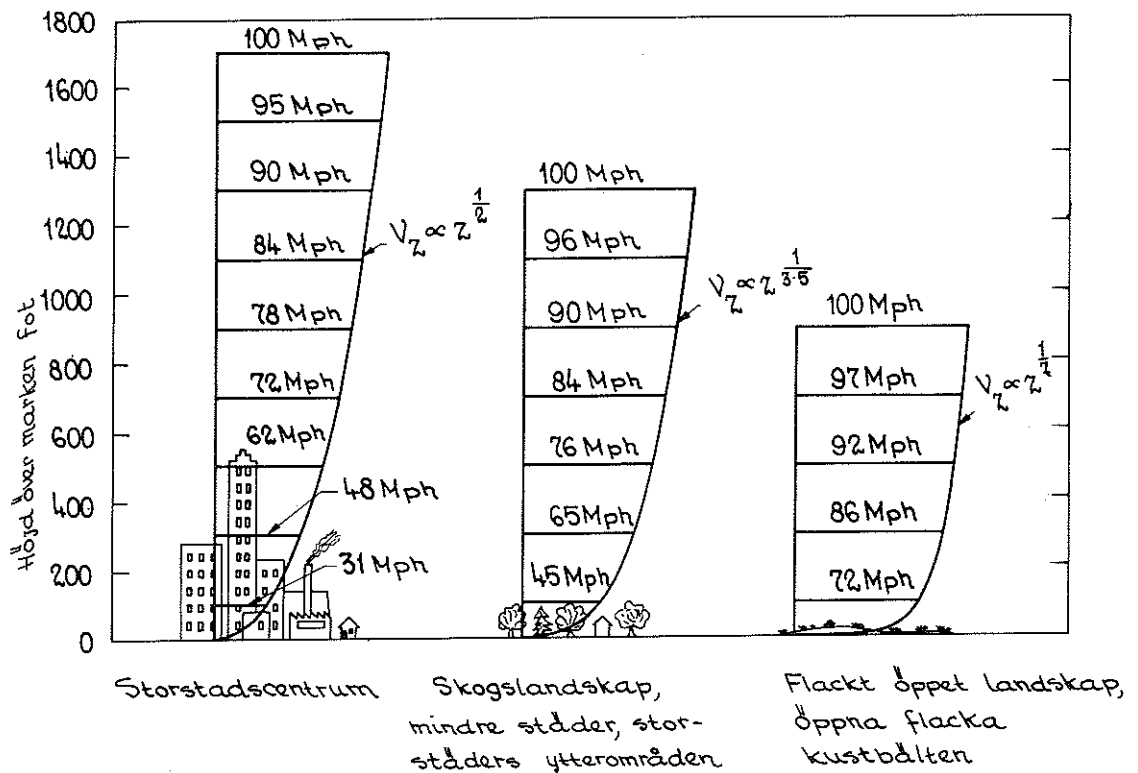


Fig. 9.

Karakteristiska vindhastighetsprofiler för olika terrängtyper [7].

På de vindtunnlar och provriggar, som bör ingå i ett byggnadsaerodynamiskt laboratorium, måste ställas fordringar, som i vissa avseenden skiljer sig från dem, som gäller för vindtunnlar för flygtekniska ändamål. Exempelvis måste i en byggnadsteknisk vindtunnel kunna simuleras atmosfärens markgränsskikt, såväl vad gäller höjdvariation (figur 9) som turbulenskaraktäristika (figur 10).

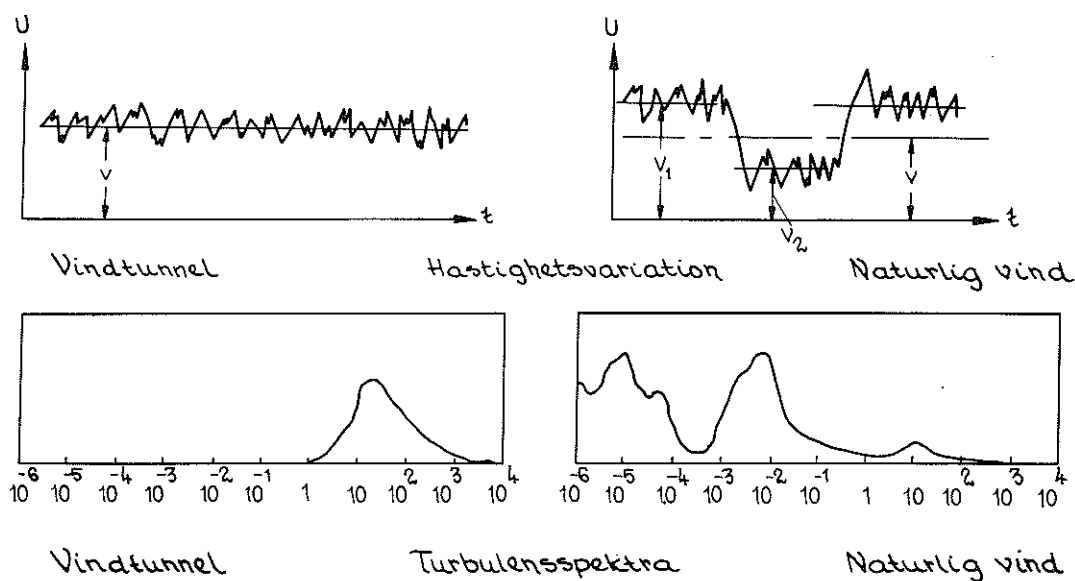


Fig. 10.

Strömningshastighetsvariation och turbulensspektra för vindtunnelströmning och naturlig vind [8].

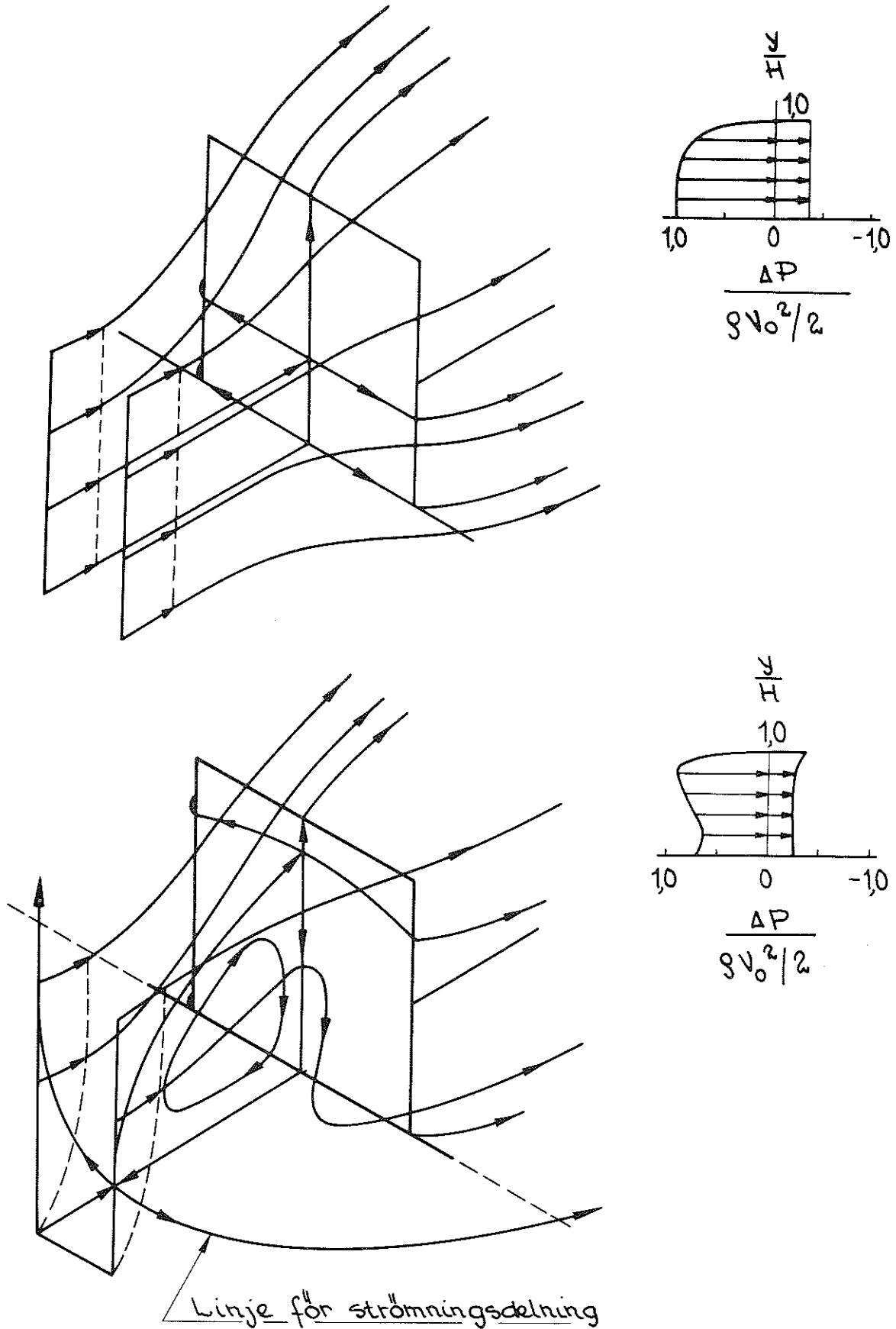


Fig. 11.

Strömningsbilder och experimentellt bestämd formfaktorfördelning i symmetrisnitt för kvadratisk skiva vid dels likformig strömning (övre figuren) och dels markgränsskiktströmning (nedre figuren) [9].

Betydelsen av en sådan simulering för den stationära vindlasten mot en byggnad framgår av figur 11, vilken redovisar experimentellt upptagna formfaktorfördelningar för en rektangulär skiva vid dels likformig strömning och dels markgränsskiktströmning. Teknik för markgränsskiktssimulering i vindtunnel utvecklas för närvarande vid ett flertal laboratorier efter skilda principer. Ett angreppssätt karakteriseras av mycket lång tunnel med möjligast modellriktig återgivning av aktuell terrängs råhetsgrad (figur 12) - University of Western Ontario. Ett annat angreppssätt innebär uppbyggnad av galler eller nät i vindtunnelsektionen (figur 13) - Building Research Station i London.

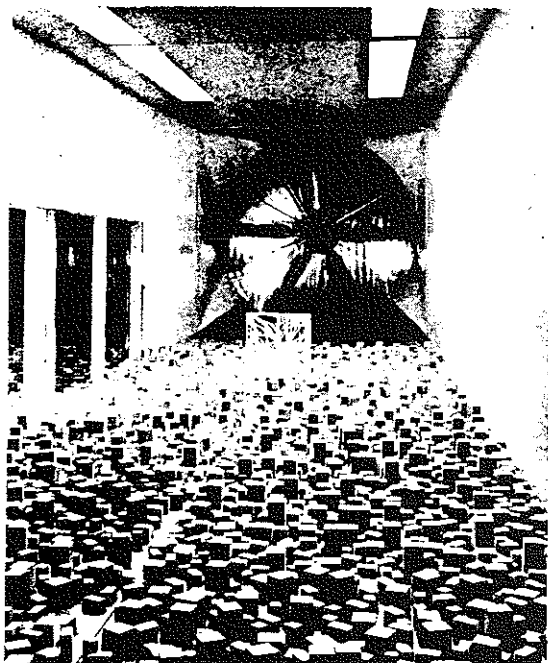


Fig. 12

University of Western Ontario gränsskiktvindtunnel - försöksarrangemang för aerodynamisk provning av modell av hög byggnad [2].

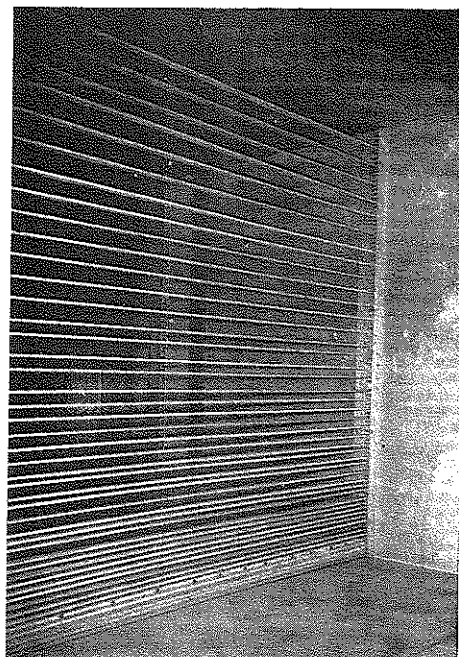


Fig. 13.

Galler för vindtunnelsimulering av markgränsskikt, Building Research Station, Garston, Watford [10].

2. Icke stationära vindlaster på byggnader och byggnadsdelar

För projektering och dimensionering av förhållandevis veka bärverk, t.ex. hängbroar och metallskorstenar, är det av betydelse att känna verkan av de, jämfört med byggnadsverkets utsträckning, små virvlar (figur 14), som sveper över konstruktionen. Sådana virvlar kan orsaka dels vågrörelser i bärverket och dels lokalt höga ytlaster. En undersökning av dessa dynamiska trycks natur är väsentligt mera komplicerad än en mätning av den stationära vindlastens tryck och kräver avancerad apparatur för registrering av snabbt fluktuerande tryck i ett stort antal mätpunkter.

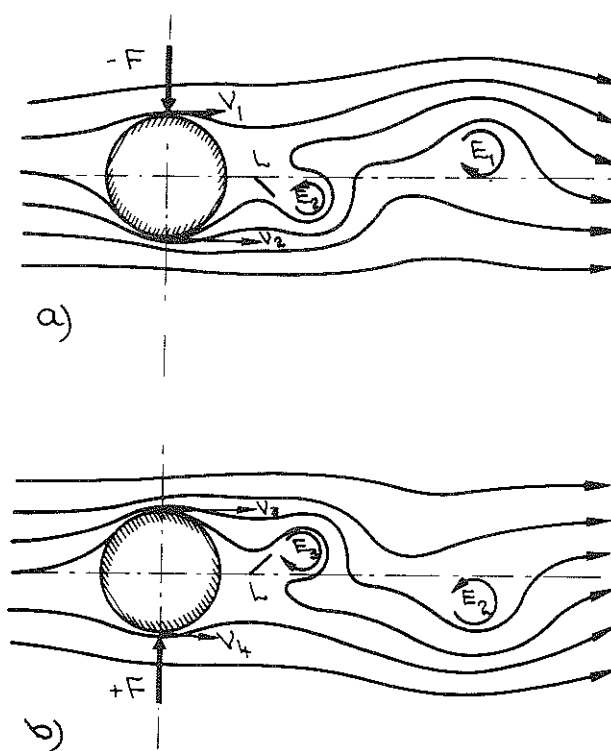


Fig. 14.

Uppkomst av virvelgata av von Kármántyp. Tidsskillnad mellan delfigurerna a) och b) en virvelavlösningscykel [11].

Från praktiska tillämpningar är känt, att vindinducerade svängningar i ett stort antal fall medfört starkt generande effekter och i vissa fall lett till en konstruktions sammanstörtande. Förhållandena har utlösts av olika typer av svängningar, orsakade av resonansfenomen mellan strukturella egenfrekvenser och aerodynamiska förlopp, t.ex. periodiska virvelavlösningar, stokastiska fluktuationer i vindstyrka

och vindriktning eller periodiska variationer i strömningsförloppet, initierade av byggnadsverkets reaktioner.

Mest känsliga är därvid svängningsveka bärverk av typen hängbroar, master, torn och skorstenar. Nya konstruktioner av lätta, högvärdiga material är ordinärt mer känsliga än äldre bärverkstyper, för vilka den inre dämpningen är större (figur 15).

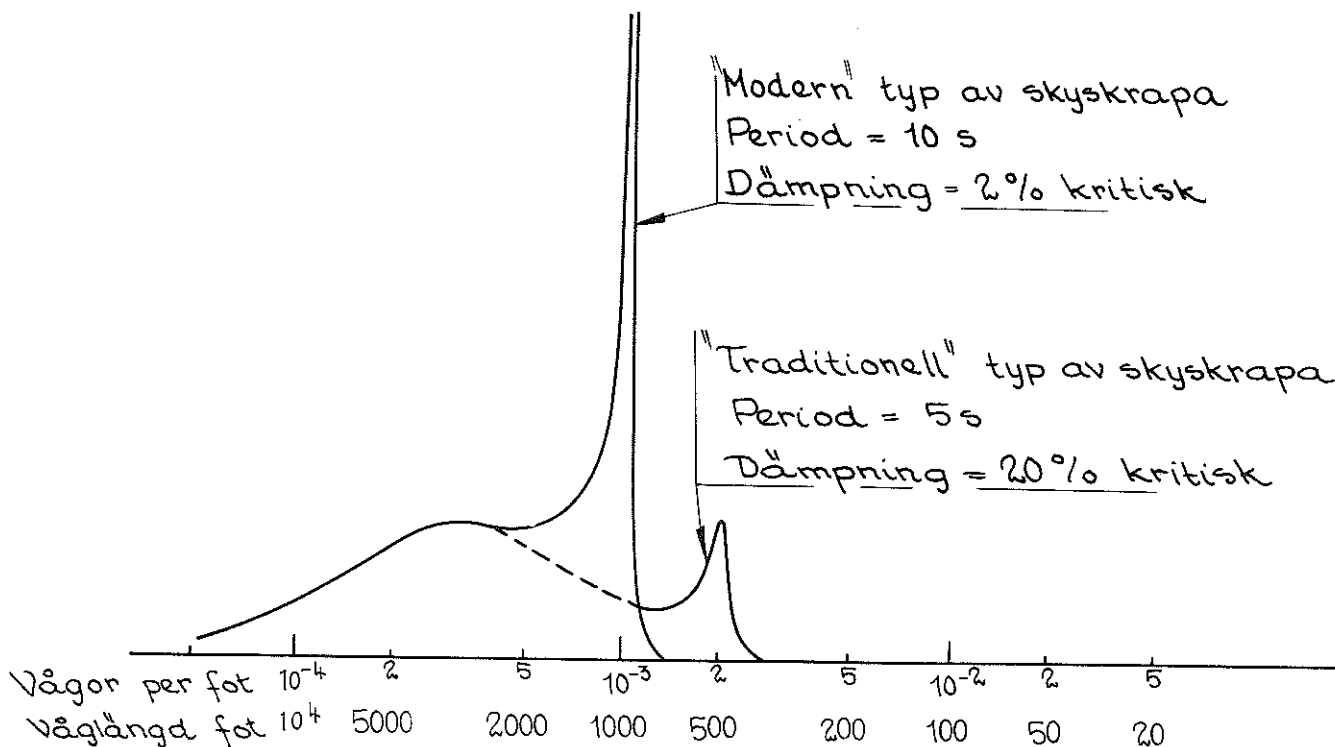
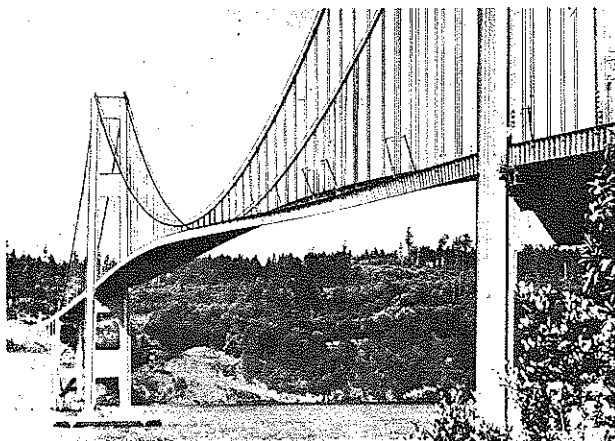


Fig. 15.

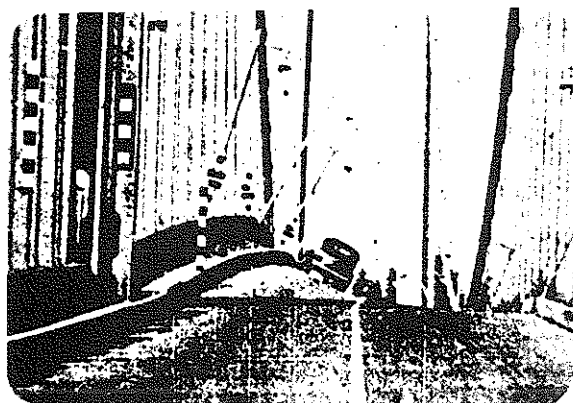
Hypotetiska responspektra för grundsvängning av äldre respektive modern typ av skyskrapa. Hastighet $v = 30$ m/s, höjd 150 m. Förhållandet mellan vindstötsbelastningarna för modern och traditionell typ = roten ur förhållandet mellan respektive spektralstyrkor ≈ 4 [12].

Den kanske mest bekanta konstruktion, som i sen tid störtat samman genom av vind framkallade svängningar är Tacoma Narrows Bridge, en av de större amerikanska hängbroarna med en fri spännvidd för huvudfacket av 853 meter. Bron, som öppnades för trafik den 1 juli 1940, blev den 7 november samma år utsatt för följande händelseförlopp. Tidigt på morgonen blåste en tämligen kraftig vind, som försatte bron huvudspänn i en svag vertikal svängningsrörelse. Kl 05.00 hade vinden mojnät

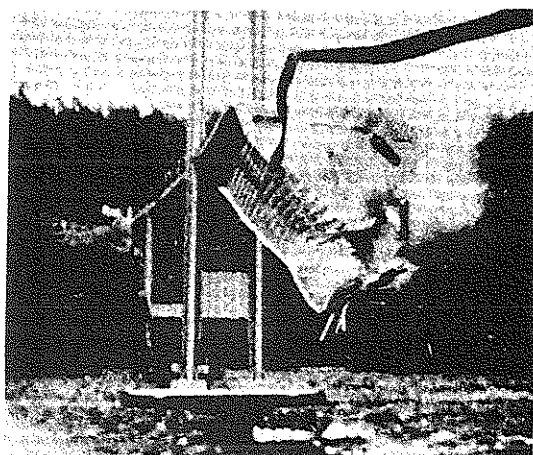
väsentligt och den vertikala svängningsrörelsen praktiskt taget helt dämpats. Kl 08.00 hade vindstyrkan kraftigt ökat till 17 meter per sekund och bron huvudspänn befann sig nu åter i en vertikal svängningsrörelse - denna gång med något kraftigare amplituder. Denna svängningsrörelse, vars frekvens uppmättes till 36 svängningar per



a)



b)



c)

Fig. 16.

Tacoma Narrows Bridge i till kollaps ledande, vindinducerad svängning [13].

minut, fortgick relativt oförändrad till ungefär kl 10.00, varunder vindhastigheten något ökades till 19 meter per sekund. Vid denna tidpunkt inträffade - troligtvis beroende på en i fackmitt lokal glidning av hängstagens kabelinfästningar - för huvudspännet en plötslig övergång från de måttliga vertikalsvängningarna till mycket våldsamma torsionssvängningar med amplituder uppemot 45° . Dessa torsionssvängningar, vilka verkade med så låg frekvens som 12 svängningar per minut, förmådde hängbron motstå under cirka 1 timme. Därpå inträdde under loppet av några få minuter brott i ett stort antal av hängstagsinfäst-

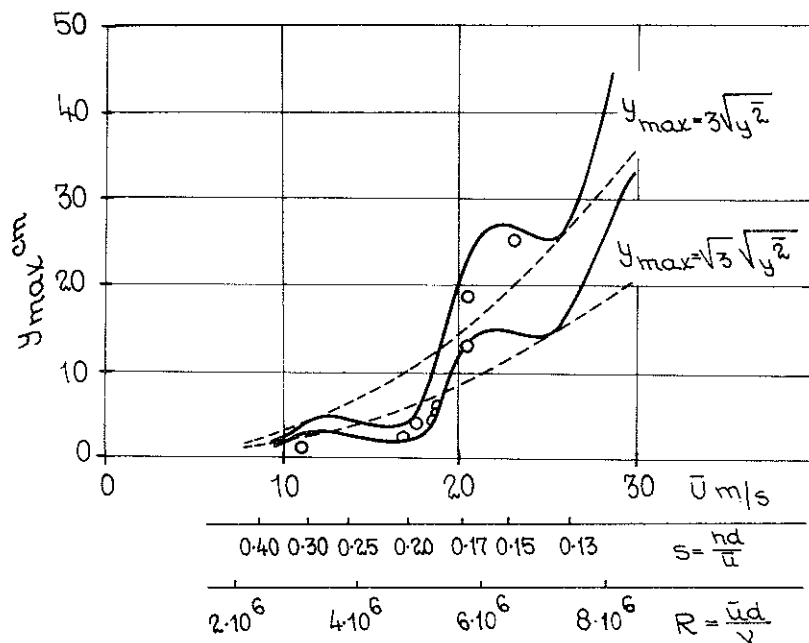


Fig. 17.

För toppnivån av 91 m hög, fristående metallskorsten bestämd variation av svängningsamplituden y_{max} med vindhastigheten \bar{u} , Strouhals tal S och Reynolds tal R . \circ = mätvärden, — och --- enligt två olika metoder med utgångspunkt från avlösningskraftspektrum beräknade värden [14].

ningarna i farbanekonstruktionen, vilket medförde, att denna inom större delen av huvudspannet lösgjordes från den övriga delen av bron och störtade ned i floden (figur 16).

Den ökade användningen av metallskorstenar med låg inre dämpning medför ett starkt behov av välutvecklade dimensioneringsmetoder med hänsyn till vindinducerade svängningar för dessa byggnadsverk, speciellt då de placeras i rader eller grupper, varvid svårbedömbara interferensfenomen kan uppkomma. Exemplifiering av problematiken ger figur 17, vilken visar för en fristående 91 m hög metallskorsten experimentellt bestämd och teoretisk beräknad variation av skorstenstoppens svängningsamplitud med vindhastigheten. Motmedel för minskning av höga metallskorstenars vindsvängningsbenägenhet är under utveckling. Ett sådant konstruktivt motmedel visas i figur 18 - en komplettering av skorstenens ytteryta med en i spiral gående list eller lina.

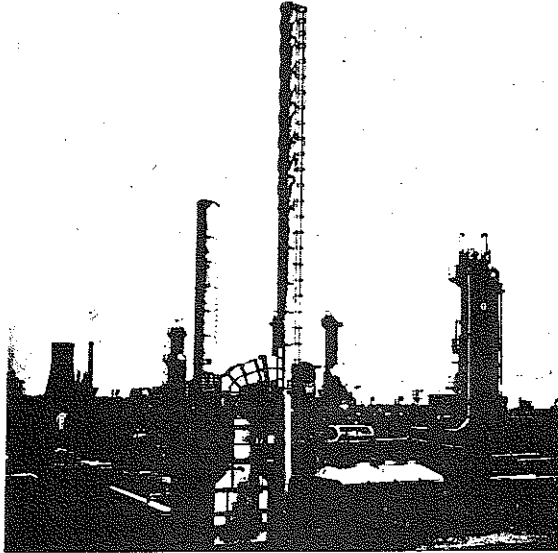


Fig. 18.

Metallskorsten, kompletterad med spiralformad list för minskning av skorstenens vindsvängningsbenägenhet [15].

3. Byggnadsfysikaliska problem

3.1. Vindinverkan på värme- och fuktutbyte intill byggnadsytor

Värmeutbytet mellan en byggnads fasadyta och omgivande luft beror bland annat av hastigheten för konvektiva luftströmmar intill fasadytan. En kvalificerad beräkning av detta värmeutbyte förutsätter detaljerad kännedom om strömningsförhållandena längs en fasadyta - ett problem, för vars lösning en möjligast korrekt simulering av markgränsskiktet är betydelsefull (figur 19).

Strömningsförhållandena intill en byggnadsyta påverkar också avdunstningen av fukt från denna yta liksom uppkomsten av kondens på ytan. Frågeställningen är central inom byggnadstekniskt forsknings- och utvecklingsarbete och berör sådana väsentliga frågor som t.ex. materialets och konstruktionernas beständighet. En möjligast realistisk påverkanssimulering vid laboratorieförsök förutsätter väl kartlagda strömningsförhållanden intill byggnadsytorna.

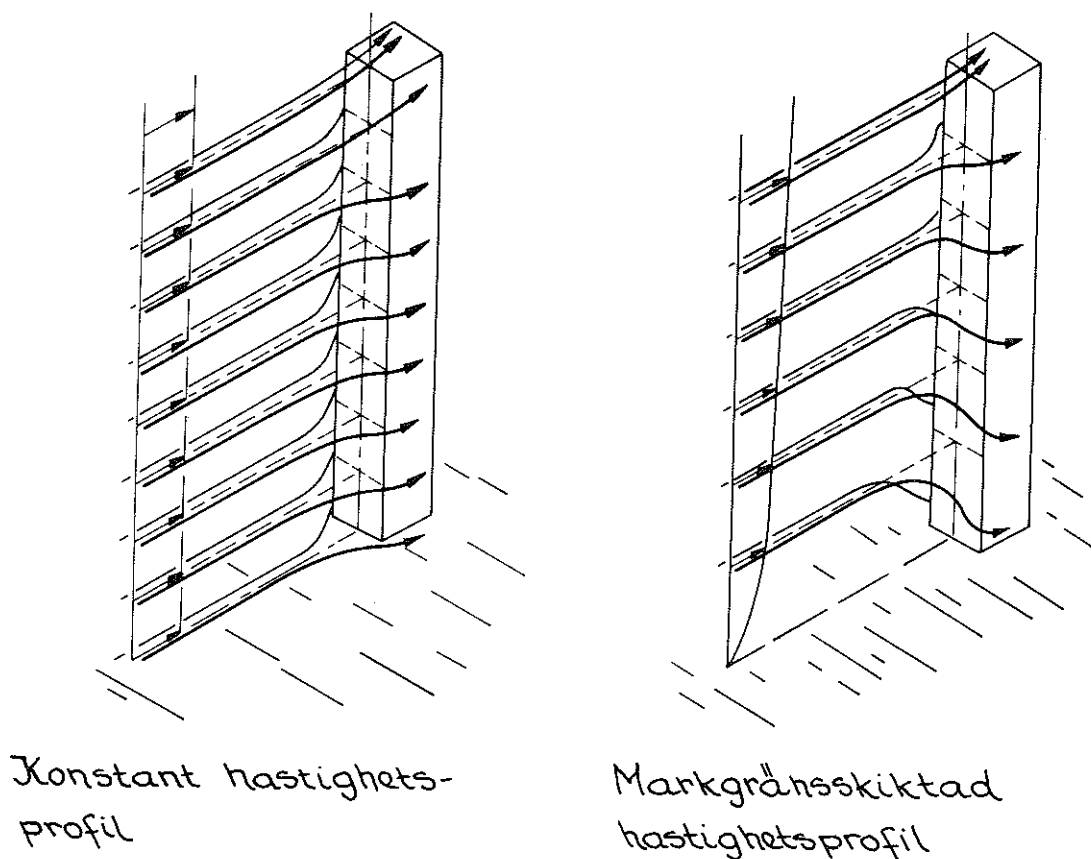


Fig. 19.

Strömningslinjer för hög, tornliknande byggnad vid dels konstant hastighetsprofil (vänstra figuren) och dels markgränsskiktad hastighetsprofil (högra figuren) [9].

32. Slagregnsfördelning och slagregnsinträngning

Slagregn definieras vanligen som nederbördens horisontalkomponent. I tillämpning för t.ex. fasader ger en sådan definition föga ledning. Känt är t.ex., att slagregn under vissa förutsättningar kan träffa en fasad snett underifrån, vilket kan resultera i att vatten tränger in i ytterväggar vid detaljer, som utformats utan hänsyn tagen till sådan extrem slagregnspåverkan.

För en funktionellt möjligast korrekt utformning av en fasad eller yttervägg med hänsyn till slagregnspåverkan fordras kunskaper dels om hur regndropparna träffar fasaden (riktning, hastighet och storlek) och dels om slagregnets fördelning över fasadytan (figur 20). Av avgörande betydelse härför är luftströmningen intill byggnadstorna.

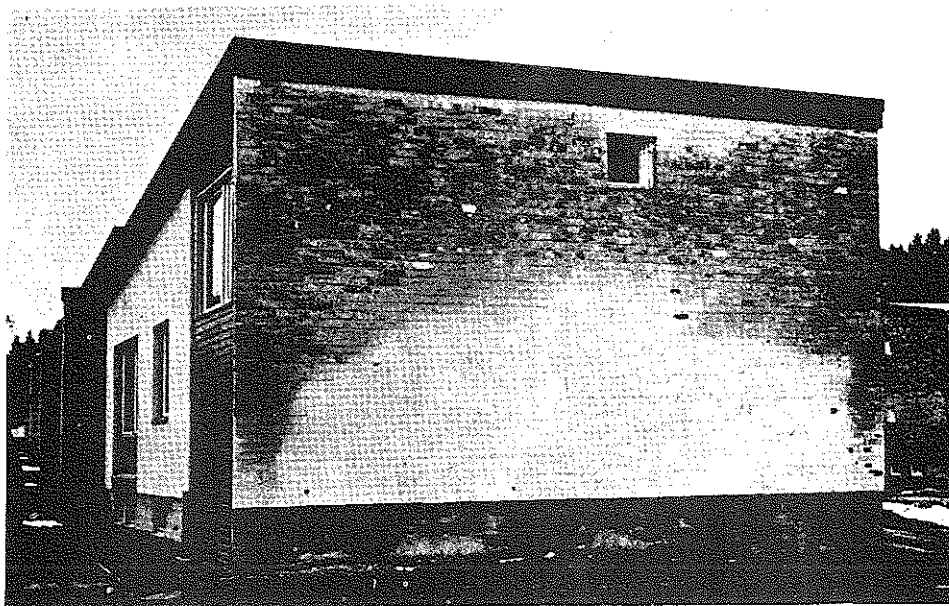


Fig. 20.

Slagregnsfördelning över byggnadsyta, Stockholmstrakten (foto prof. Lars-Erik Nevander, LTH)

33. Vindinverkan på inre strömning i väggar, golv och tak

Då vinden träffar en byggnad, ger den upphov till tryckskillnader, som i sin tur kan initiera luftströmmar i byggnaden eller inom dess byggnadsdelar. En så uppkommen tryckskillnad mellan en ytterväggs ut- och insidor kan ge upphov till strömning genom läckor i ytterväggen, t.ex. i anslutning till fogtätheter mellan ytterväggselement och bjälklag. Inåtgående luftströmmar medför därvid obehag i form av drag. Utåtgående luftströmmar kan vintertid, då inifrån kommande luft har ett högt fuktinnehåll, medföra, att kondens ansamlas i ytterväggen med nedsatt värmeisoleringsförmåga och eventuellt skador som konsekvens. Över en fasad varierande tryckförhållanden kan medföra interna luftströmningar i en yttervägg med icke försumbar funktionspåverkan.

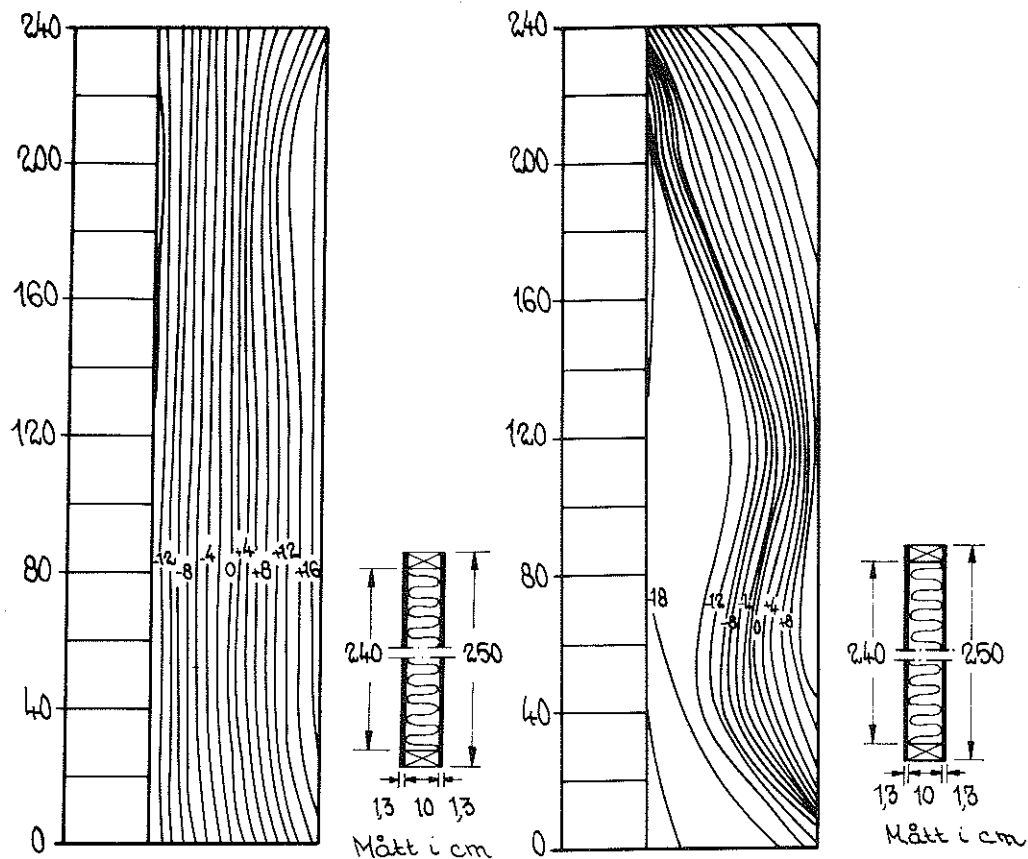


Fig. 21

Experimentellt bestämda temperaturfält för vägg av 10 cm mineralull, innesluten mellan yttre skivor av $\frac{1}{2}$ " plywood, vid dels helt tät vägg (vänstra figuren) och dels vägg, utsatt för 10 mm vp statistiskt övertryck (högra figuren). Lufttemperaturen på väggens varma sida $+20^{\circ}\text{C}$ och på väggens kalla sida -20°C [16].

Vid vägg som värmeisolerats genom högporöst, luftgenomsläppligt material, kan värmeisoleringsförmågan avsevärt reduceras genom påtvingad konvektion. Belysande härför är figur 21, vilken för en vägg, bestående av 10 cm mineralull, innesluten mellan yttre skivor av $\frac{1}{2}$ " plywood, visar experimentellt bestämt temperaturfält dels vid helt tät vägg (vänstra delfiguren) och dels vid väggen utsatt för 10 mm vp statistiskt övertryck (högra delfiguren). En bestämning av på detta sätt reducerad värmeisoleringsförmåga fordrar primärt kännedom om storleken av luftströmmarna i materialet, vilket i sin tur kräver kunskap om de tryckskillnader, som förorsakar dessa luftströmmar.

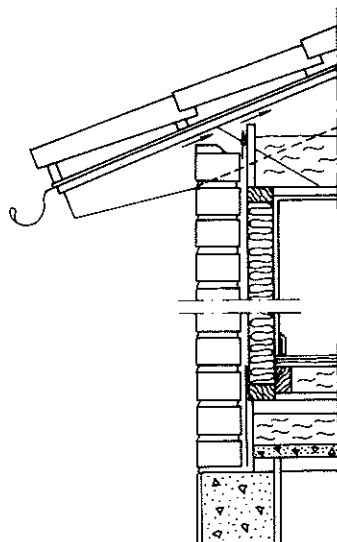


Fig. 22.

Ventilerat oinrett vindsutrymme med mineralullsisolerat övre bjälklag [17].

Vid oinrett vindsutrymme isoleras ofta det övre bjälklaget med mineralullsskivor eller någon porös fyllning. För att eliminera risken för kondens ventileras vindsutrymmet genom öppna spalter, i regel förlagda till takfoten (figur 22). Vid riklig ventilation och vid isolering, vars överyta ej fullgott täckts med papp eller liknande, uppkommer risk för avsevärd nedsättning av bjälklagets värmeisoleringsförmåga från konvektion. En beräkning av ett sådant vindsutrymmes ventilation fordrar kunskap dels om de tryckförhållanden, som råder i anslutning till vid takfot placerade luftspalter på lovarts- och läsida, och dels om de luftströmningar, som förorsakas av dessa tryckförhållanden.

4. Samspel mellan vind och ventilation

Från ett flertal undersökningar är känt, att funktionen av ett ventilationssystem med självdrag starkt beror av vindförhållandena. Förhållandet är naturligt mot bakgrunden av att vid sidan av vindkrafterna den enda drivkraften utgörs av den termiska stigkraften, vilken i allmänhet är relativt liten. Av vinden orsakade tryckförhållanden vid luftintag och luftutsläpp ger en motsvarande inverkan för byggnader med mekaniska ventilationssystem. Lokalt kan vinden ge upphov till mycket stora tryck mot en byggnad. En placering av intag eller utsläpp för

en ventilationsanläggning i sådana zoner för stora tryck kan därvid äventyra anläggningens funktion. Genom strömningstekniska modellprov ökade kunskaper om dessa zoners lokalisering som funktion av byggnadsform, vindriktning, vindstyrka, omgivande byggnader och växtlighet är därför starkt angelägna. Strömningstekniska modellprov är lämpliga också för ett studium av strömningsförhållanden inuti en byggnad vid varierande uppvärmnings- och ventilationsförutsättningar (figur 23) samt i och omkring olika ventilationsdetaljer, t.ex. galler och hvar för intag och utsläpp av luft i det fria.

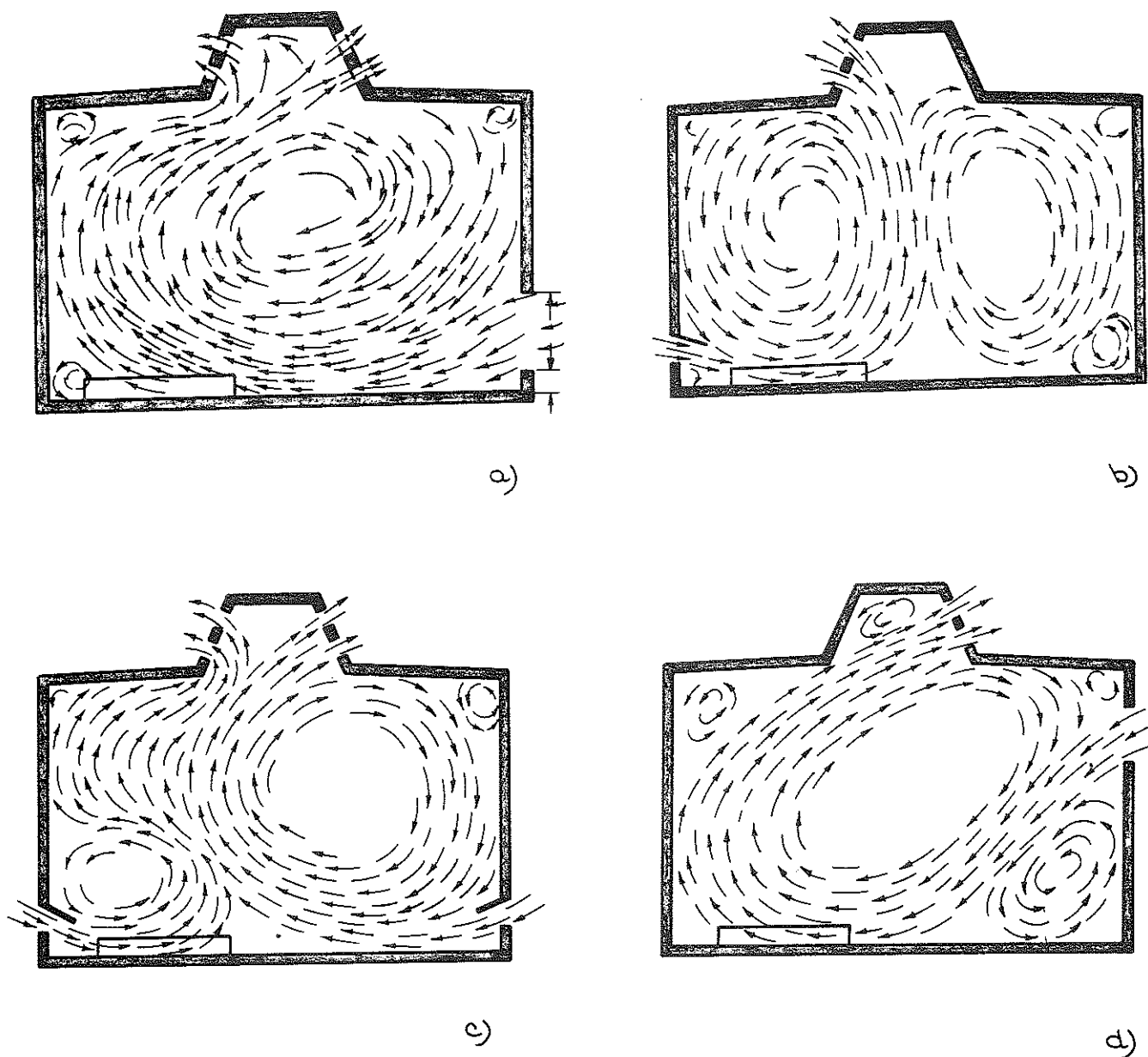


Fig. 23.

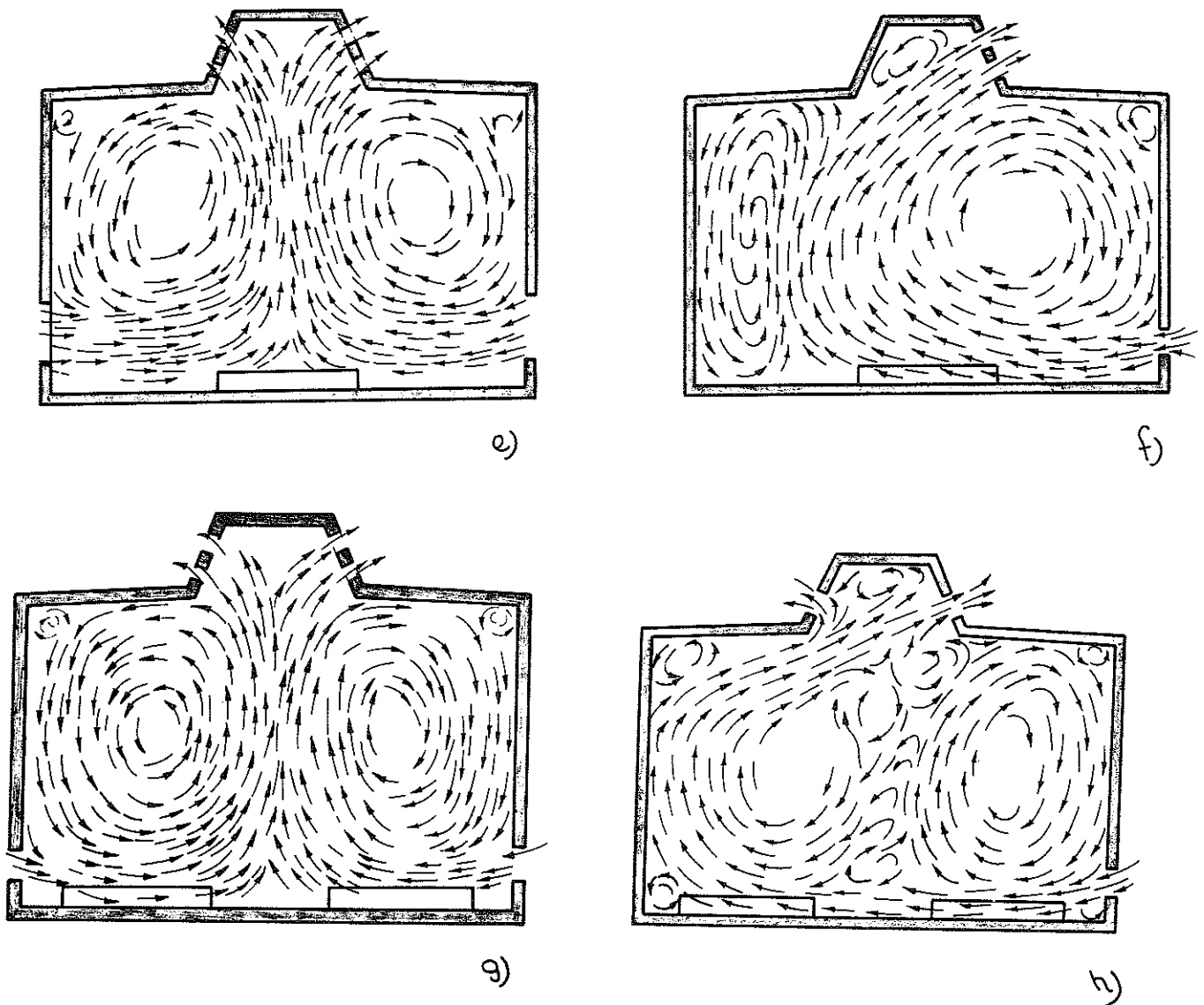
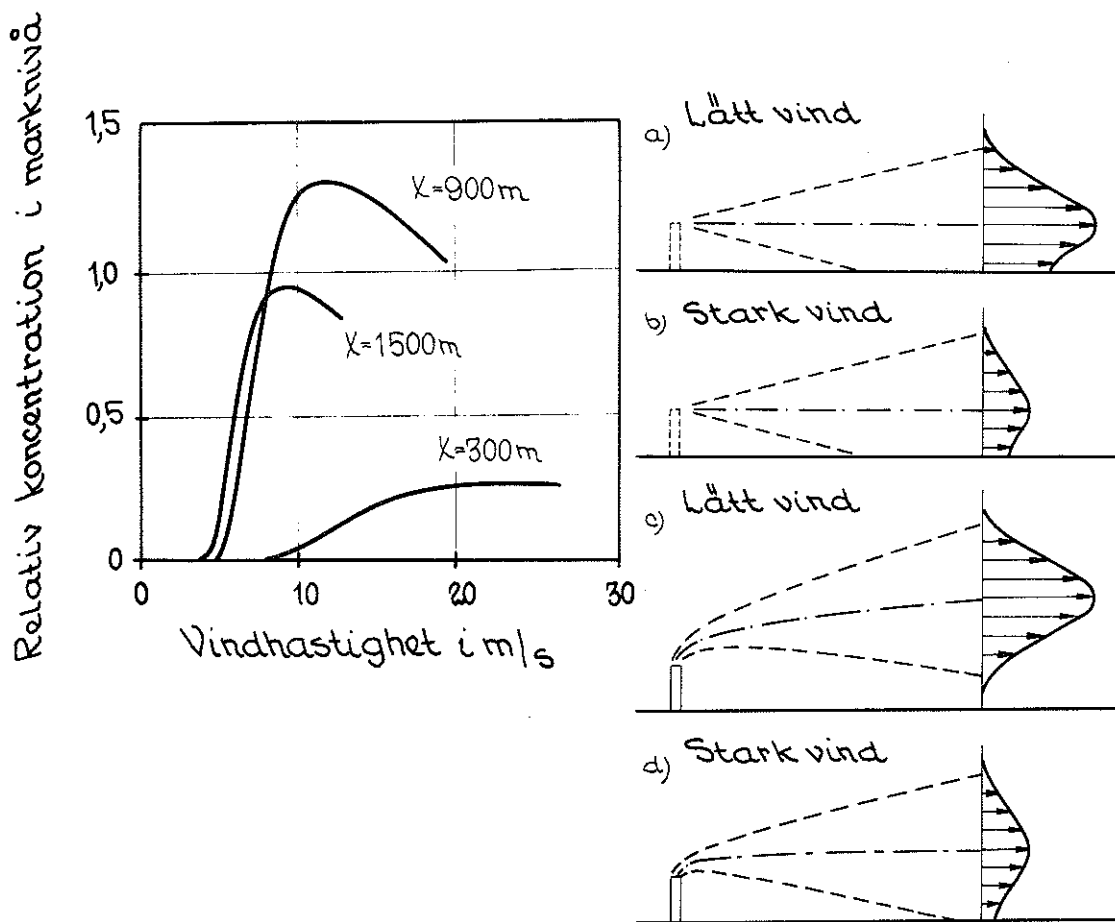


Fig. 23 (forts.)

I modell bestämda strömningsfält för självdagsventilation vid enplans industrihall. a) Hall med ventilationsöppning vid ena och värmekälla vid andra längsväggen. b) Hall med ventilationsöppning och värmekälla vid samma längsvägg. c) Hall med ventilationsöppningar vid båda längsväggarna och värmekälla vid den ena längsväggen. d) Hall med ensidigt, högt placerat kallluftintag i ena längsväggen. e) Hall med ventilationsöppningar i båda längsväggarna och värmekälla vid golvet mittparti. f) Hall med ventilationsöppning i ena längsväggen och värmekälla vid golvet mittparti. g) Hall med ventilationsöppningar och värmekällor vid båda längsväggarna. h) Hall med ventilationsöppning i ena längsväggen och värmekällor vid båda längsväggarna [18].

5. Rökspridning

Utvecklingen mot större och färre uppvärmningsenheter gör det möjligt och alltmer nödvändigt att ta hänsyn till förbränningsgasernas spridningsförlopp. En strävan mot förbättrad bränsleekonomi har medfört en utveckling mot allt lägre rökgastemperatur med minskad termisk stighastighet hos röken som följd (figur 24).



- Ingen vertikal gasutströmningshastighet eller stignkraft, lätt vind
- Ingen vertikal gasutströmningshastighet eller stignkraft, stark vind
- Vertikal gasutströmningshastighet och stignkraft, lätt vind
- Vertikal gasutströmningshastighet och stignkraft, stark vind

Fig. 24

Inverkan av utströmningshastighet och vindhastighet på koncentrationsprofilen för rökgasströmning från skorsten. x = avstånd i vindriktningen från skorstenscentrum [19].

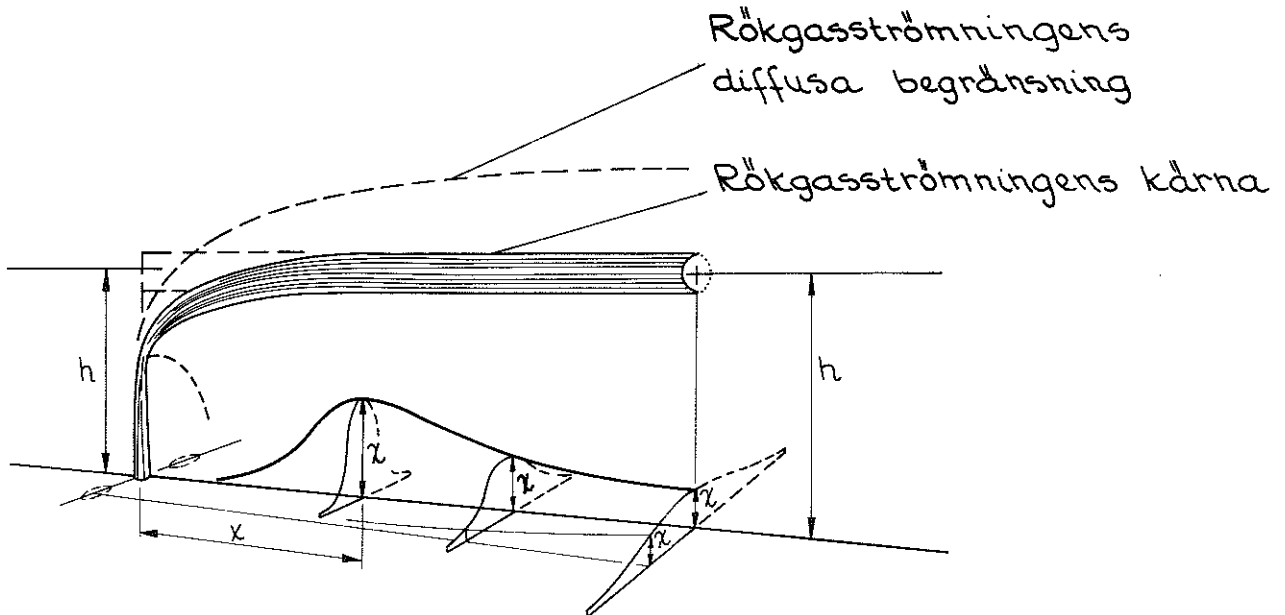


Fig. 25.

Principfigur, utvisande fördelningen av markkoncentrationen χ för SO_2 vid rökgasströmning från skorsten [20].

Kunskap om avloppsgasernas väg och fördelningen på marknivån av koncentrationen för farliga gaskomponenter, t.ex. SO_2 , är väsentlig både för förhållandena närmast den egna byggnaden - t.ex. för att förebygga insug i frisk-luft-intag - och för förhållandena för kringliggande bebyggelse (figur 25).

6. Brandspridning och brandventilation

De direkta brandskadekostnaderna uppgår årligen i vårt land till cirka 200 Mkr. Härtill kommer indirekta brandskadekostnader från t.ex. driftstörningar och driftavbrott, vilka är av samma storleksordning som de direkta. En addition till dessa belopp av de årliga kostnaderna för förebyggande byggnadstekniskt brandskydd och för släckande brandskydd ger för landet en årlig total brandskydds- och brandskadekostnad av

storleksordningen 1 miljard kronor.

En sådan ekonomisk bakgrund ger hög prioritet åt ett forsknings- och utvecklingsarbete inom det byggnadstekniska brandskyddet. Ett studium av vissa delproblem inom detta forsknings- och utvecklingsarbete kan underlättas genom byggnadsaerodynamisk vindtunnel. Hit hör t.ex. modellstudier av förloppet av brandspridning över fasader och tak vid varierande yttre vind. Ett annat sådant vitalt delproblem utgör ett strömningstekniskt modellstudium av samspillet mellan vind och brandventilation, d.v.s. bortventilation av heta brandgaser för att möjliggöra effektiv släckning och evakuering (figur 26).

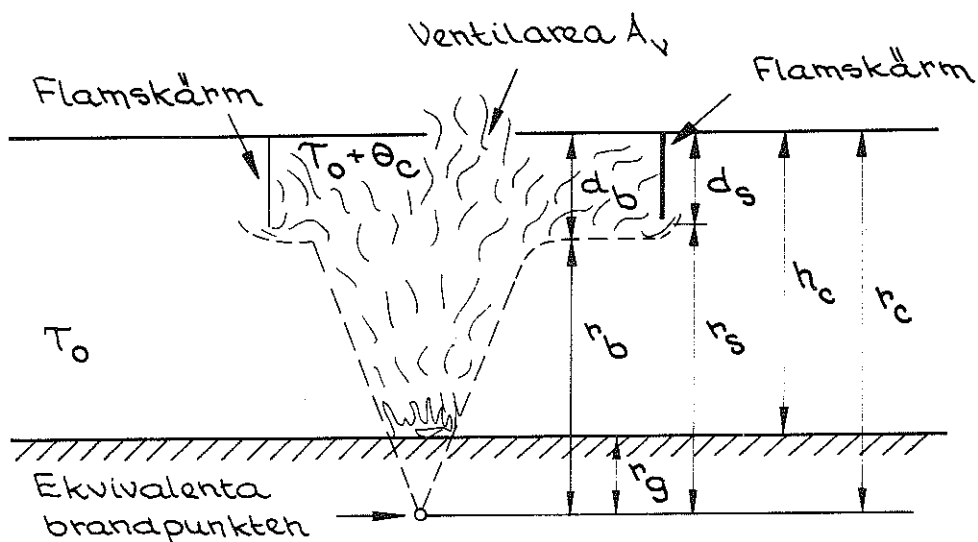


Fig. 26.

Principfigur för brandventilation, definierande bl.a. ekvivalent brandpunkt, ventilarea A_v , flamskärm samt brandgasskiktets tjocklek d_b .

7. Stadsplanetekniska vindfrågor

Karakteristiskt för nuvarande byggnadsverksamhet är bland annat utvecklingen i riktning mot dels volymmässigt ökade huskroppar och dels högre hushöjder i befolkningscentra. I denna utveckling har ofta människans stegrade fordringar på miljökomfort i allmänhet inte tillfredsställts med avseende på vindförhållanden. Så har t.ex. många i höghusområden boende icke sällan konstaterat, att deras yttre bostadsmiljö besväras av kraftig blåst.

Att höghusområden kan erhålla ett mera oangenämt vindklimat vid marknivå än låghusområden är strömningstekniskt naturligt. Förklaringen ges av figur 27, vars vänstra bild visar, hur ett höghus för ned en höjdvind med hög hastighet till marknivån. Figurens högra del visar hur för ett höghus med "kornisch" denna förhindrar höjdvinden att nå marken.

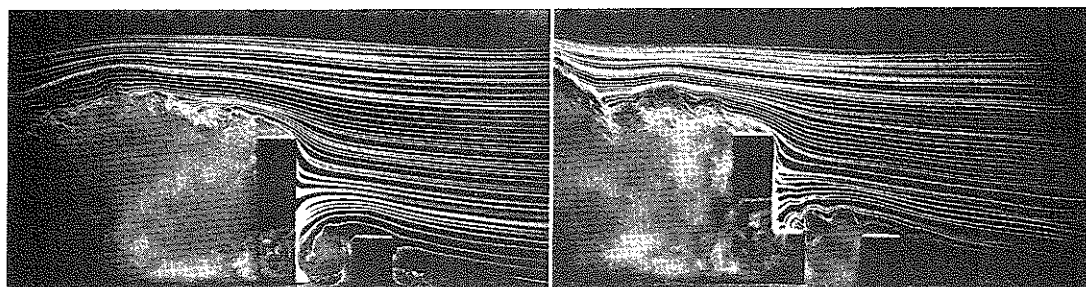


Fig. 27.

Vindförhållanden av art om höghus utan "kornisch" (vänstra figuren) respektive med "kornisch" (högra figuren) [21].

Kännedom om lokalvindar i kombination med resultat från detaljströmningstudier omkring byggnadskroppar möjliggör förbättrad utformning och placering av sådana uteplatser som bollplaner, lekplatser, balkonger och takterrasser. Jämför i detta avseende figur 28, vilken för en bollplan visar för två vindriktningar bestämd läverkan från intilliggande småhusbebyggelse.

Kännedom om lokalvindförhållanden och detaljströmningbilder är väsentlig också för en bedömning av risken för t.ex. snöackumulering - ett för optimal placering av gångvägar väsentligt problem. Frågan är komplicerad med hänsyn till föreliggande motsatsförhållande mellan å ena sidan krav på snöbortblåsning och å andra sidan krav på vindfrihet. Kunskap om strömningförhållandena och om förutsättningarna för snöackumulering utgör dock ett värdefullt underlag för utformning av goda kompromisslösningar.

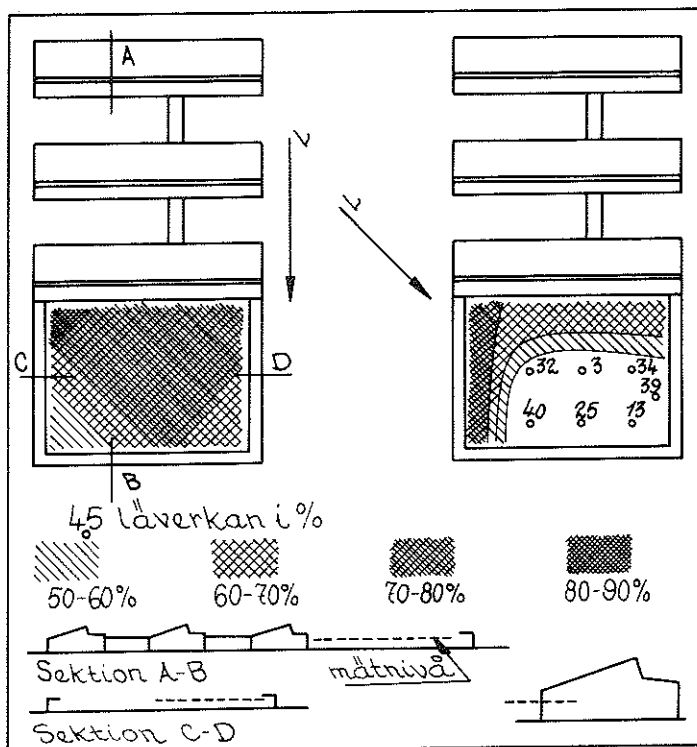
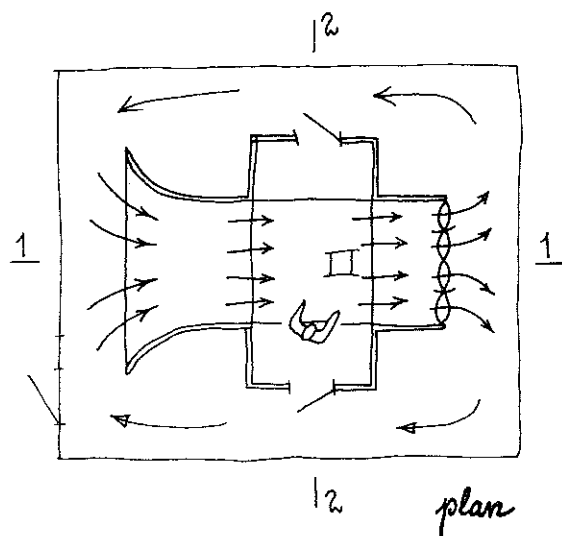


Fig. 28.

Genom modellstudier för bollplan bestämd läverkan från intilliggande småhusbebyggelse vid två olika vindriktningar [22].

Angelägen är en utveckling i riktning mot att stora byggprojekt rutinmässigt underkastas orienterande strömningsteknisk analys. Sådana vindstudier, vilka oftast kan genomföras i föga kostnadskrävande vindtunnlar med en maximal vindhastighet av endast några få meter per sekund (figur 29), ger dels en noggrann kartläggning av läverkansproblematiken och dels en uppfattning om olikformigheter i den för enskilda byggnadskroppar dimensionerande vinden.



Förslag till vindkammare
för Arkitekturavdelningen
på Tekniska Högskolan

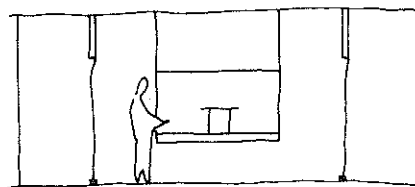
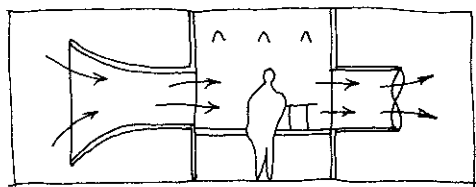


Fig. 29

Av docent Gunnar Pleijel utarbetat, ej realiserat förslag till vindkammare för KTH-s sektion för arkitektur.

Källhänvisningar

- [1] SHELLARD, H.C., Extreme Wind Speeds over Great Britain and Northern Ireland. Meteorological Magazine 1958, 87, 257.
- [2] DAVENPORT, A.G., The Treatment of Wind Loading on Tall Buildings. Proceedings of a Symposium on Tall Buildings, held in the Department of Civil Engineering, University of Southampton, April 1966. Oxford - London 1967.
- [3] ACKERET, J., Anwendungen der Aerodynamik im Bauwesen. Zeitschrift für Flugwissenschaften, April 1965, 109.
- [4] SCRUTON, C., Introductory Review of Wind Effects on Buildings and Structures. Proceedings of the Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, held at the National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, on 26th, 27th and 28th June, 1963. London 1965, 10.
- [5] NØKKENTVED, C., Foreløbig meddelelse om forsøg over vindtryk. Bygningsstatistiske Meddelelser, København 1929, 83.
- [6] PRIS, R., Préparation des Essais sur Maquettes de Bâtiments au Laboratoire Aérodynamique et Applications à la Vraie Grandeur. Proceedings of the Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, held at the National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, on 26th, 27th and 28th June, 1963. London 1965, 228.
- [7] DAVENPORT, A.G., Wind Loads on Structures. NRC Canada, Technical Paper No. 88 of the Division of Building Research, March 1960.
- [8] DAR, K., Wind Tunnel Tests on Toronto City Hall. UTIA Technical Note No. 50, July 1961.
- [9] DOUGLAS BAINES, W., Effects of Velocity Distribution on Wind Loads and Flow Patterns on Buildings. Proceedings of the Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, held at the National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, on 26th, 27th and 28th June, 1963. London 1965, 198.
- [10] SEXTON, D.E., Design and Performance of a Wind Tunnel for Building Research. Building Science, Vol. 1, 1965, 141.
- [11] BAIRD, R.C., Wind-Induced Vibration of a Pipe-Line Suspension Bridge, and Its Cure. Transactions ASME, August 1955, 797.

- [12] DAVENPORT, A.G., The Buffeting of Structures by Gusts. Proceedings of the Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, held at the National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, on 26th, 27th and 28th June, 1963. London 1965, 358.
- [13] FARQUHARSON, F.B., Aerodynamic Stability of Suspension Bridges. University of Washington, Engineering Experiment Station, Bulletin No. 116, Part 1, 1950.
- [14] NAKAGAWA, K. - FUJINO, T. - ARITA, Y. - SHIMA, T., An Experimental Study of Aerodynamic Devices for Reducing Wind-Induced Oscillatory Tendencies of Stacks. Proceedings of the Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, held at the National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, on 26th, 27th and 28th June, 1963. London 1965, 774.
- [15] SCRUTON, C., On the Wind-Excited Oscillations of Stacks, Towers and Masts. Proceedings of the Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, held at the National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, on 26th, 27th and 28th June, 1963. London 1965, 798.
- [16] HÖGLUND, I., Högisolerande ytterväggars värmemotstånd. Statens Råd för Byggnadsforskning, Handling nr 41. Stockholm 1963.
- [17] HÖGLUND, I. - LYG, O., Värmefflödesmätningar på högisolerade ytterväggar. Byggmästaren nr 2, 1961.
- [18] BATURIN, W.W., Lüftungsanlagen für Industriebauten, Berlin 1959.
- [19] STROM, G.H. - HALITSKY, J., Important Considerations in the Use of the Wind Tunnel for Pollution Studies of Power Plants. Transactions of the ASME, August, 1955.
- [20] SHERLOCK, R.H. - LESHER, E.J., Design of Chimneys to Control Down-Wash of Gases. Transactions of the ASME, January, 1955.
- [21] INGELMAN-SUNDBERG, M., Vindtunnelprov på markbundna objekt. Teknisk Tidskrift, H. 13, 1966.
- [22] JENSEN, M. - FRANCK, N., Model-Scale Tests in Turbulent Wind. Copenhagen 1963.

BUILDING AERODYNAMICS - A GENERAL SURVEYSummary

The paper constitutes an introductory lecture, given at a conference about building aerodynamics held in Stockholm on the 30th of November and the 1st of December 1967. Substantially the paper is based on a report of the 22nd of August 1966 "Characteristics and extent of future wind tunnel testing and research in the field of structural engineering" worked out by Byggnadsaerodynamikgruppen (the group of building aerodynamics) with the members: Professor Ove Pettersson, LTH (chairman), Professor Gunnar Kärrholm, CTH, Professor Sven Sahlin, KTH, Civil Engineer Per-Olof Nylund, The National Swedish Institute for Building Research, Civil Engineer Martin Ingelman-Sundberg, The Aeronautical Research Institute of Sweden, FFA (secretary).

The paper is introduced by a summary discussion of the meteorological environment, and then a survey of some essential problems in building aerodynamics is given, such as

stationary and non-stationary windloads on buildings and structures, building physical problems, i.e. wind effects on heat and moisture exchange at building surfaces, distribution and penetration of heavy rain, wind effects on interior convection in walls, floors and ceilings,

interaction between wind and ventilation and between wind and draught for the heating of buildings,

spread of smoke,

spread of fire and fire venting,

wind problems in city planning.

For these problems the present state of knowledge is exemplified and important research fields in building aerodynamics are stated.