



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**

**R108:1979**

**Metod för bestämning av  
dimensionerande nyttig  
last i lokaler för tung  
industri**

**Tillämpningsexempel på  
pappersmaskinhallar**

**Sven-Olof Olsson**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I KTH  
SEKTIONEN FÖR VÅG- OCH MÅTT  
BIBLIOTEKET

**Byggforskningen**

R108:1979

METOD FÖR BESTÄMNING AV DIMENSIONERANDE  
NYTTIG LAST I LOKALER FÖR TUNG INDUSTRI

Tillämpningsexempel på pappersmaskinhallar

Sven-Olof Olsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771256-8  
från Statens råd för byggnadsforskning till Bloco  
Blomgren & Co Ingeniörsfirma AB, Stockholm.

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

R108:1979

ISBN 91-540-3093-5  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 9567 +

## INNEHÅLL

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER .....	5
SAMMANFATTNING .....	7
1. INLEDNING .....	9
1.1 Problemet .....	9
1.2 Projektet .....	9
1.3 Rapporten .....	9
2. CHECKLISTA .....	11
2.1 Inledande frågor .....	12
2.2 Belastningar från fasta maskiner och installationer .....	13
2.2.1 Permanenta laster .....	13
2.2.2 Variabla laster .....	13
2.2.3 Olyckslast .....	14
2.3 Belastningar från bundna materialflöden genom lokalen .....	15
2.3.1 Permanenta laster .....	15
2.3.2 Variabla laster .....	15
2.3.3 Olyckslast .....	16
2.3.4 Finns annat än varan/produkten som flödar genom lokalen? .....	16
2.4 Belastningar från fritt rörliga föremål .....	16
2.4.1 Total tyngd, inklusive ev. last? .....	16
2.4.2 Stötenergi vid påkörning? .....	16
3. RIKTLINJER FÖR UTVÄRDERING AV SVAR	
EKVIVALENT BELASTNING .....	17
3.1 Inledning .....	17
3.2 Ekvivalent belastning .....	17
3.3 Permanenta laster .....	18
3.3.1 Permanenta bundna laster .....	18
3.3.2 Permanenta fria laster .....	18
3.4 Variabla laster .....	18
3.4.1 Variabla bundna laster .....	18
3.4.2 Variabla fria laster .....	18
3.5 Resultatredovisning .....	19
4. TILLÄMPNINGSEXEMPEL PÅ PAPPERSMASKINHALLAR .....	21
4.1 Förutsättningar .....	21
4.2 Svar på checklistans frågor .....	23
4.3 Utvärdering av svar - dimensionerande nyttig last	29
4.3.1 Delyta 6-12/F-D .....	29
4.3.2 Delyta 6-12/A-C .....	30
4.3.3 Delyta 1-6/A-F .....	30
4.3.4 Resultatredovisning .....	31
5. DIMENSIONERINGSPRINCIPER.....	33
5.1 Olika principer enl. Svensk Byggnorm.....	33
5.2 Osäkerheter i lastbedömningen.....	34
5.2.1 Allmänt.....	34
5.2.2 Laster med övre gräns.....	34
5.2.3 Exemplifiering.....	34
5.3 Långtidslaster - korttidslaster.....	35
5.3.1 Betydelsen av lastens varaktighet.....	35
5.3.2 Allmänt om lasters varaktighet.....	35
5.3.3 Exemplifiering.....	35
5.4 Lastvärden i brottgränstillstånd.....	35

5.4.1	Val av lastvärden.....	35
5.4.2	Val av partialkoefficienter.....	36
5.4.3	Exemplifiering.....	36
5.5	Lastvärden i bruksgränstillstånd.....	36
5.5.1	Val av lastvärden.....	36
5.5.2	Val av partialkoefficienter.....	37
5.5.3	Exemplifiering.....	37
5.6	Fördelar med dimensionering enl. nya principer....	37

## BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

- Nyttig last = Last av maskiner, installationer, fordon m.m. dvs. sådana belastningar som uppkommer när lokalen utnyttjas för avsett ändamål.
- Permanent last = Last som ständigt belastar konstruktionen med samma värde, t.ex. egentygder, jordtryck m.m.
- Variabel last = Last som varierar i värde, t.ex. snölast, vindlast m.m.
- Olyckslast = Sällan förekommande oavsiktlig last t.ex. påkörningskrafter m.m.
- Bunden last = Last som ej kan röra sig i rummet, t.ex. last från pelare, last från fast maskin m.m.
- Fri last = Last som kan röra sig fritt i rummet, t.ex. fordonlast m.m.
- Ekvivalent last = Ur dimensioneringssynpunkt likvärdig last, t.ex. många små punktlaster som ligger nära varandra inom en avgränsad yta ersätts med en utbredd jämnt fördelad belastning som ger lika stora moment och avskärningskrafter som den sammanlagda inverkan av punktlasterna.





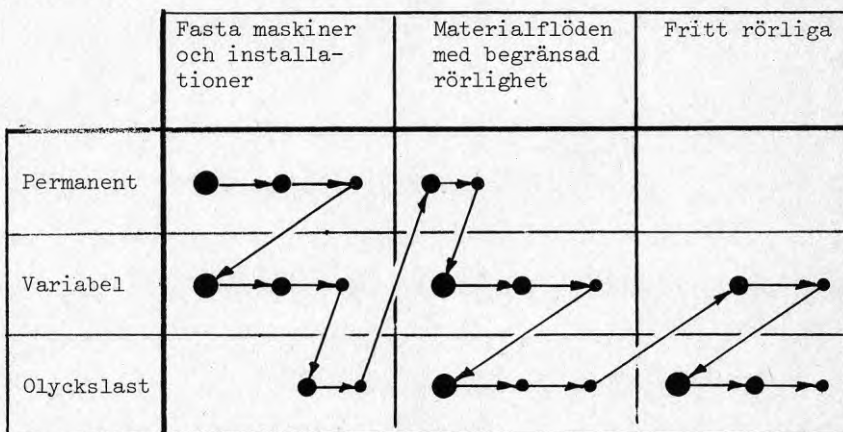
## SAMMANFATTNING

Lokaler för tung industri kan ofta uppfattas som ett skal som är uppbyggt kring det tunga maskineriet. Kostnadsrelationerna är sådana att det är ekonomiskt riktigt att anpassa byggnaden till maskinen. Byggnadsprojektörens uppgift är att ta reda på hur byggnaden påverkas och att dimensionera den så att den klarar belastningarna. Problemet är då: "Hur skall byggnadsprojektören bära sig åt för att ta reda på den dimensionerande lasten? Vilka frågor skall ställas och hur skall svaren utvärderas?"

Målsättningen med forskningsprojektet har varit att:

- Utarbeta en checklista med frågor för byggnadsprojektören att besvara. Listan skall vara i möjligaste mån allmängiltig, dels så att inga belastningar blir bortglömda och dels så att den kan användas för olika typer av tung industri.
- Ge riktlinjer för hur svaren på frågorna skall utvärderas och översättas till ekvivalent belastning.
- Tillämpa den utarbetade metoden på pappersmaskinhallar, som är ett typiskt exempel på tung industri.

Vid utarbetandet av checklisten har den största vikten lagts vid att söka finna ett system i frågandet. Resultatet framgår av följande schema där punkterna motsvarar belastningar och pilarna visar ordningsföljden på checklistans frågor.



Kommentarer och anvisningar till frågorna har skrivits parallellt med checklisten så att de återfinnes bredvid respektive fråga.

Vid utvärdering av svaren bör det i de flesta fall vara fördelaktigt att dela upp den dimensionerande nyttiga lasten på ett bjälklag i tre delar.

- Permanent bundna laster med känd storlek och placering.
- En jämnt fördelad utbredd last  $q$ .
- En fritt rörlig punktlast  $P$ .

q och P antas kunna verka samtidigt och ges värden så att de tillsammans på ett nyanserat sätt motsvarar verkligheten.

Resultatredovisning är viktig.

Dels underlättar det konstruktörens arbete att bestämma belastningarna om han har en översiktsplan att visa när han diskuterar belastningar med alla övriga berörda parter, från maskinleverantör till driftpersonal.

Dels utgör belastningsritningen en påminnelse så att alla i projekteringsteamet hjälps åt att ta fram beslutsunderlag.

Dels är den ett viktigt dokument att överlämna från den som har byggt lokalen till den som skall bruka den så att brukaren vet vilka begränsningar som gäller.

Tillämpningsexemplet och dess resultat tyder på att man vid pappersmaskinhallar borde kunna spara armering speciellt på de ytor som är oåtkomliga för den stora traversen. Lokalt bör man kanske dimensionera upp bjälklaget så att det inom en eller flera tydligt markerade ytor är tillåtet med höga belastningar t ex tillfällig lagring av papper vid olika typer av driftstörningar.

Man kan aldrig komma ifrån att det är den enskilde projektörens erfarenhet, fantasi och skicklighet som är avgörande för hur han lyckas med ett projekt. Detta gäller fortfarande vid belastningsbestämning enl. den i rapporten redovisade metoden. Rätt använd borde dock rapporten kunna vara ett bra hjälpmedel i strävan att nå bästa möjliga resultat.

## 1. INLEDNING

### 1.1 Problemet

Lokaler för tung industri kan ofta uppfattas som ett skal, som är uppbyggt kring det tunga maskineriet. Kostnadsrelationerna är sådana att det är ekonomiskt riktigt att anpassa byggnaden till maskinen. Byggnadsprojektörens uppgift är att ta reda på hur byggnaden påverkas och att dimensionera den så att den klarar belastningarna.

Problemet är då: "Hur skall byggnadsprojektören bära sig åt för att ta reda på den dimensionerande belastningen? Vilka frågor skall ställas och hur skall svaren utvärderas?"

### 1.2 Projektet

Målsättningen med projektet har varit att:

- a) Utarbeta en checklista med frågor för byggnadsprojektören att besvara. Listan skall vara i möjligaste mån allmängiltig, dels så att inga belastningar blir bortglömda och dels så att den kan användas för olika typer av tung industri.
- b) Ge riktlinjer för hur svaren på frågorna skall utvärderas och översättas till ekvivalent belastning.
- c) Tillämpa den utarbetade metoden på pappersmaskinhallar som är ett typiskt exempel på tung industri.









### 1.3 Rapporten

I konsekvens med projektets målsättning har rapporten delats in i tre delar. I den första delen presenteras checklistan tillsammans med kommentarer och anvisningar för frågornas tolkning och besvarande. I den andra delen behandlas riktlinjerna för utvärdering av svaren, så att lämpliga delar av belastningen på ett nyanserat sätt kan förenklas till ekvivalenta belastningar. I rapportens tredje del redovisas tillämpningsexemplet.

I ett avslutande kapitel behandlas slutligen dimensioneringsprinciper enl. kommande normer bl.a. enl. den så kallade partialkoefficientmetoden.



## 2. CHECKLISTA

	Fasta maskiner och installationer	Materialflöden med begränsad rörlighet	Fritt rörliga föremål
Permanent			
Variabel			
Olyckslast			

Ordningsföljden på checklistans frågor framgår av ovanstående schema.

Byggnaden delas in i delytor av lämplig storlek. Punkterna i schemat motsvarar de maskiner, produktenheter m.m. som tillsammans utgör den totala belastningen på en sådan delyta.

Vid projektering av en ny industribyggnad kompliceras belastningsbestämningen av det enkla faktum att man från början ej alltid vet exakt vikt och placering av maskiner, rörledningar m.m. Likaså är det svårt att förutse belastningar som sammanhänger med reparationer och underhåll av maskiner, tillfälliga lagringsplatser av produkten m.m.

Tanken är att checklistan skall hjälpa konstruktören att ställa frågor som driver projekteringen framåt så att han genom att gå igenom checklistan flera gånger tillsammans med andra fackexperter så småningom kan få fram ett godtagbart beräkningsunderlag även om många svar i första omgången kan bli ganska grova approximationer eller ibland rena gissningar.

Montagelaster i byggnadsskedet får ej glömmas bort. Ofta kan de bli dimensionerande om man ej vidtar särskilda åtgärder som stämning eller andra tillfälliga förstärkningar.

Tankegången när man behandlar montagelaster skall vara att byggnaden naturligtvis i första hand dimensioneras för de belastningar som den utsätts för i driftsituationen. Sedan kontrolleras att montagelasterna går att klara. Om de skulle vara dimensionerande blir det i första hand ett ekonomiskt problem att ta ställning till om byggnadsstommen skall dimensioneras med hänsyn härtill eller om tillfälliga förstärkningsåtgärder skall vidtas.

## FRÅGOR

## KOMMENTARER OCH ANVISNINGAR

2.1. Inledande frågor

a) Byggnadsdel?

Ex. "Plan + 19,60 mellan linjerna 1-13; A-C".  
Välj ytor systematiskt genom hela byggnaden. Dela av där det är lämpligt med hänsyn till byggnadens utformning och där man kan förvänta sig att den nyttiga lasten förändras.

b) Hur lång livslängd kan den nu planerade driftsituationen uppskattas få?

Avsikten med frågorna b och c är att klargöra om det är meningsfullt att göra en noggrann belastningsbestämning.

c) Skall lokalen kunna anpassas även till andra tänkbara driftsituationer, som innebär ändrade belastningsförutsättningar?



## FRÅGOR

## KOMMENTARER OCH ANVISNINGAR

2.2 Belastningar från fasta maskiner och installationer

## 2.2.1 Permanenta laster

- a) Maskinens totala tyngd inklusive fundament?
- b) Var kommer tyngden ner på byggnadskonstruktionen?
- c) Kan andra permanenta belastningar som ej här rör från maskinens tyngd uppstå?

Börja med tyngsta maskinen vars tyngd anges med relativt god noggrannhet. Fortsätt sedan med lättare maskiner. Den relativa noggrannheten kan minskas i motsvarande mån så att noggrannheten i absoluttal blir lika för de olika maskinerna inom samma område.

(T.ex. statiskt tryck i utgående rör o. dyl.)

## 2.2.2 Variabla laster

- a) Finns rörliga delar som roterar och kan ge upphov till vibrationer i byggnaden?  
Roterande massa?  
Frekvens?  
Vilka åtgärder har vidtagits för att reducera vibrationerna?
- b) Kan maskinen ge upphov till stötblastningar?  
Hur stor är stötenergin och hur tas den upp?
- c) Innebär det normala underhållet att tyngre maskindelar byts ut och i samband därmed belastar byggnadskonstruktionen utanför fundamentet?  
Hur transporteras utbytesdelarna upp?  
Hur ofta sker detta underhåll?
- d) Kan andra variabla laster från maskinen förekomma?
- e) Belastningar från rörstråk.  
Rörstråkets placering?  
Data för rörstråket enl. tabell

Frågorna a och b behandlas alltid noggrant. Kraftiga vibrationer i byggnadskonstruktionen är ett fel som förekommer alltför ofta. En särskild utredning som syftar till att finna lösningar som eliminerar vibrationsproblemen bör därför alltid göras där man misstänker att sådana kan uppstå.

Beskriv den största lastkoncentration, som rimligtvis kan uppstå i samband med det normala underhållet. Obs. att maskindelar från andra delytor kan belasta den aktuella delytan.

T.ex. variabelt tryck i utgående rör, moment när roterande massa accelereras eller retarderas.

Tabell: "Data för rörstråk"

Rör nr	ø mm	Medium	Tryck	Tyngd		Temp		Fixkrafter
				Max	Min	Max	Min	

## FRÅGOR

Rörstråkets sammanlagda belastning på byggnads-konstruktionen -  
 - Normalt?  
 - Exceptionellt?

## KOMMENTARER OCH ANVISNINGAR

Här ingår bedömningar om sannolikheten för att många rör samtidigt har stor belastning. Obs. Oftas kan den största delen av små rör behandlas ganska snabbt eftersom de även vid maxlast ger en liten inverkan på byggnads-konstruktionen.

## 2.2.3 Olyckslast

- a) Kan ett icke helt osannolikt maskinhaveri medföra att hela maskinen eller delar av maskinen kommer att bytas ut och i samband därmed belasta byggnads-konstruktionen utanför fundamentet?  
 Hur transporteras utbytesdelarna?  
 Hur kan utbytesdelarna ställas upp?  
 Kan man bedöma hur ofta det är sannolikt att detta maskinhaveri inträffar?
- b) Kan stötblastningar förekomma i samband med ett icke helt osannolikt maskinhaveri?  
 Hur stor är stötenergin och hur tas den upp?
- c) Vilka belastningar kan uppstå i samband med ett rörbrott?

Inverkan av olyckslast får ej medföra risk för människoliv eller orimliga ekonomiska konsekvenser. Däremot kan tillåtna påkänningar ökas och brott på sekundära konstruktionsdelar i vissa fall accepteras. Som olyckslast räknas en last som är så sällsynt att den genomsnittligt inträffar endast en gång i ett fåtal byggnader av samma typ. D v s sannolikheten för att den inträffar en gång under en byggnads livslängd skall vara mindre än 1,0. T.ex en roterande massa som stoppas tvärt.



## FRÅGOR

## KOMMENTARER OCH ANVISNINGAR

- 2.3 Belastningar från bundna materialflöden genom lokalen.
- T.ex. varan/produkten som tillverkas.  
Följ den hanterade varan/produkten på dess väg genom byggnaden från råvara/halvfabrikat till färdig produkt.
- 2.3.1 Permanenta laster
- a) Förekommer permanenta laster från varan/produkten?
- T.ex. statiskt tryck från varan/produkten i vätskeform.
- 2.3.2 Variabla laster
- a) Hur transporteras varan/produkten?  
Varan/produktens maxlast?  
Belastning på byggnadskonstruktionen?
- Ex. Rörledning, transportör, travers, truck el. dyl.  
(kN/st vid trycketransport  
kN/m vid obruten flödes-transport).
- b) Finns lagringsplatser där varan/produkten kan ansamlas vid normal drift?  
Maxbelastning på byggnadskonstruktionen av "mellanlagret"?  
Hur ofta uppnås denna last?
- c) Kan varan/produkten ge upphov till regelbundet varierande "svängningslast"?  
Frekvens?
- d) Kan varan/produkten ge upphov till stötbelastningar?  
Hur stor är stötenergin och hur tas den upp?

## FRÅGOR

## KOMMENTARER OCH ANVISNINGAR

## 2.3.3 Olyckslast

- a) Kan driftstörningar som inte är helt osannolika innebära att varan/produkten ansamlas så att byggnadskonstruktionen utsätts för en lastkoncentration?

Beskriv den största lastkoncentration som möjligen kan uppstå.

Kan man bedöma hur ofta det är sannolikt att denna driftstörning inträffar?

- b) Kan driftstörningar som inte är helt osannolika ge upphov till vibrationer eller stötbelastningar från varan/produkten.

Frekvens?

Hur stor är stötenergin och hur tas den upp?

- 2.3.4 Finns annat än varan/produkten som flödar genom lokalen?  
Följ i så fall flödet och undersök belastningarna enl. samma frågor som för den hanterade produkten.

T.ex. Tillsatser som medverkar vid produktframställningen och som återvinns i någon punkt av processen. Maskindelar som regelbundet utbyts t.ex. på grund av förslitning. Kylvatten o.dyl.

2.4 Belastningar från fritt rörliga föremål

- 2.4.1 Total tyngd, inklusive ev. last?

Gör upp en förteckning över alla rörliga föremål som kan belasta konstruktionen.

- a) Maxhastighet?  
Dynamiskt tillskott?

Behandla föremålen i tur och ordning från de tyngsta.

- b) Var kan belastningen angripa och hur ofta?

Obs. Med hänsyn till utmattningsrisk måste belastning från högfrekvent trafik beaktas redan vid relativt låga påkänningar.

- 2.4.2 Stötenergi vid påkörning?

- a) Var kan påkörning inträffa?  
Hur tas stötenergin upp?

### 3. RIKTLINJER FÖR UTVÄRDERING AV SVAR. EKVIVALENT BELASTNING

#### 3.1 Inledning

Svaren på checklistans frågor utgör underlag för byggnadens dimensionering. De kan också användas för att ge driftpersonalen upplysningar om begränsningar som gäller för byggnadstommens bärförmåga. I båda fallen måste informationen för-  
enklas så att den blir lättare att hantera och enklare att beskriva.

#### 3.2 Ekvivalent belastning

Två krav är avgörande när man väljer den ekvivalenta belastning som används vid dimensionering av en konstruktionsdel.

- a) Den skall ge påkänningar på konstruktionen som är minst lika stora som de verkliga påkänningarna.
- b) Den skall vara enkel att beräkningsmässigt hantera och lätt att entydigt beskriva.  
Enklast att hantera är en jämnt fördelad utbredd belastning. Den har dock en nackdel nämligen att dess storlek är beroende av belastningsytans storlek. Ett exempel där detta är beaktat i gällande normer är den möjlighet som där anges att reducera nyttig last vid dimensionering av byggnadsdel som bär upp last från ovanförhängande våningar.  
En fritt rörlig punktlast är också enkel att beräkningsmässigt hantera. För de flesta konstruktionsdelar räcker det att kontrollera ett par olika placeringar för att klara dimensioneringen.

Tidigare har industriprojektörerna vid sidan om belastningar från fasta maskiner oftast enbart använt jämnt fördelad utbredd belastning som dimensionerande nyttig last. Vid balkbjälklag har man ibland tagit hänsyn till den minskade sannolikheten för att maxlast samtidigt uppträder över större ytor genom tex. att dimensionera plattan för 20 kN/m<sup>2</sup> sekundärbalkar för 15kN/m<sup>2</sup> och primärbalkar för 10 kN/m<sup>2</sup> över hela bjälklagsytan.

En av slutsatserna som man kan dra när man mera ingående studerar belastningsproblematiken är att det i de flesta fall bör vara fördelaktigt att dela upp den dimensionerande nyttiga lasten på ett bjälklag i tre delar.

- a) Permanenta bundna laster med känd storlek och placering.
- b) En jämnt fördelad utbredd belastning q.
- c) En fritt rörlig punktlast P.

q och P antas kunna verka samtidigt och ges värden så att de tillsammans utgör en ekvivalent belastning som på ett nyanserat sätt motsvarar verkligheten.

### 3.3 Permanenta laster

#### 3.3.1 Permanenta bundna laster

De permanenta bundna belastningarna kan i regel direkt användas med sin verkliga storlek och placering utan att det innebär något onödigt komplicerat och tidskrävande dimensioneringsarbete. Inom områden där man har många små laster kan man dock överväga att ersätta dem med en jämnt fördelad belastning.

I ett tidigt projekteringsstadium blir det också naturligt att en större del av lasterna ersätts av en jämnt fördelad ekvivalent belastning. Efterhand som projekteringen fortskrider kan flera permanenta bundna laster anses vara definitiva. Man kan då införa lasterna med sin verkliga storlek och placering och i motsvarande mån minska på den jämnt fördelade nyttiga lasten.

#### 3.3.2 Permanenta fria laster

Behandlas i princip på samma sätt som variabla laster.

### 3.4 Variabla laster

#### 3.4.1 Variabla bundna laster

Om man bara har en variabel bunden belastning som påverkar en konstruktionsdel är problemet i princip inte mera komplicerat än för permanenta bundna laster. Man tar den variabla lastens max-värde och dimensionerar konstruktionsdelen så att den klarar denna last.

Om konstruktionsdelen belastas med flera variabla laster blir problemet mera komplicerat, särskilt om de variabla lasterna är stora men har kort varaktighet. Konstruktionsdelen kan bli orimligt överdimensionerad om man antar att alla variabla laster samtidigt uppnår sitt max-värde och dimensionerar för detta extremt ogynnsamma lastfall.

Ändå kan man inte påstå att sannolikheten för att lastfallet skall inträffa är noll. I SBN 80 ges anvisningar för hur man med hjälp av sannolikhetskalkyl kan angripa problemställningen. Även efter beräkningar för olika lastfalls sannolikhet kommer man ändå alltid förr eller senare fram till en punkt där konstruktören eller normskrivaren måste göra en bedömning av hur stor risk som är acceptabel. Vi nöjer oss här med att konstatera att man skall dimensionera för den farligaste lastkombination som rimligtvis kan förekomma och hänvisar i övrigt till det avslutande kapitlet om: "Dimensioneringsprinciper".

#### 3.4.2 Variabla fria laster

Först undersöks vilken placering av den fria lasten som är ogynnsammast för den aktuella konstruktionsdelen. Därefter är problemställningen i princip densamma som för bunden variabel last.

### 3.5. Resultatredovisning

Resultatet redovisas lämpligen på särskilda belastningsritningar i form av översiktliga planer i skala 1:500 eller 1:200. Belastningsritningarna skall finnas med under hela projekteringen och revideras efterhand som noggrannhetsgraden i belastningsbestämningen ökar. När byggnaden är klar överlämnas belastningsritningarna till driftpersonalen.

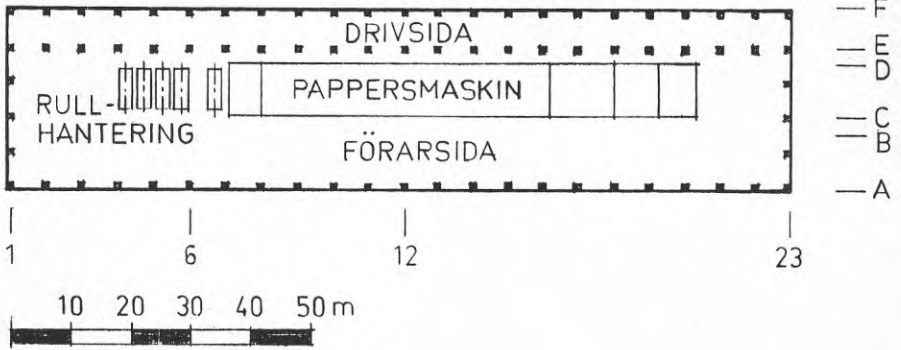




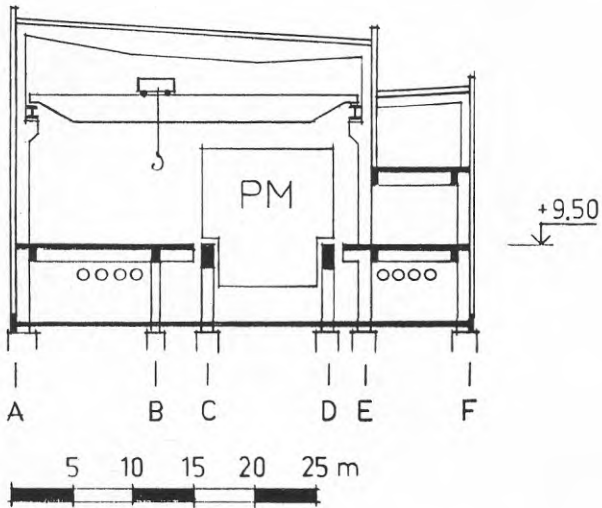
#### 4. TILLÄMPNINGSEXEMPEL PÅ PAPPERSMASKINHALLAR

##### 4.1 Förutsättningar

En ny pappersmaskinhall projekteras. Platta och balkar ingående i maskinplanets bjälklag skall dimensioneras. Pappersmaskinen står på en separat betongkonstruktion och påverkar således ingenstans direkt det aktuella bjälklaget. Maskinen drivs av motorer med tillhörande växellådor som står på mindre fundament placerade på bjälklaget på maskinens drivsida. På motsatta sidan den s.k. förarsidan finns endast små permanenta laster från manöverbord o.dyl. Över hela maskinhallen spänner en travers med max. lyftkapacitet = 750kN (75 ton). I övrigt se fig. på sid. 22.



PLAN +9.50



TVÄRSEKTION



## 4.2 Svar på checklistans frågor

Fråga enl.

kap 2 pkt. Svar

(Del, ca 6-12/F-D)

- .1a Plan + 9,50 6-12/F-D (Drivside)
- .1b Ca 30 års livslängd
- .1c Ökad maskinhastighet kan medföra att driftfrekvenser ökas. I övrigt troligen inga förändringar.

.2.1a	Maskin litt.	Egentyngd maskin	Egentyngd fundament	Total tyngd
	8013	60kN	200 kN	260 kN
	8015	60kN	180 kN	240 kN
	8012	40kN	70 kN	110 kN
	8014	30kN	50 kN	80 kN

I övrigt försumbara tyngder.

- .2.1b Placeringen framgår av fig. på sid. 32.
- .2.1c Nej
- .2.2a Maskinerna är elmotorer med tillhörande växellådor. En särskild utredning har visat att där inte föreligger någon risk för vibrationsproblem.
- .2.2b Inga stötbelastningar.
- .2.2c Tyngsta maskindelen som kan belasta delytan utanför fundamenten är en elmotor med vikten 40 kN. Om den måste bytas kan bjälklaget tillfälligt belastas med två motorer, dels den nya som ställs bredvid fundamentet i väntan på montage och dels den gamla som lyfts av fundamentet och ställs ner bredvid den nya när man skiftar tag. Räkna således med två koncentrerade laster à 40 kN på 1,5 meters avstånd från varandra.  
Den ovan beskrivna belastningen är sällsynt, gissningsvis en gång vart 3:e år.
- .2.2d Startmoment  $M_v \max = 72 \text{ kNm}$  Förekommer max 20 ggr/år
- .2.2e Huvudrörstråket bedöms komma att innehålla ca 4 st  $\phi$  200-rör + ca 10 st  $\phi$  100 à 150-rör vilket maximalt bedöms ge en tyngd av  $4 \times 0,5 + 10 \times 0,2 = 4 \text{ kN/m}$ . Rörstråkets bredd = 3 meter dvs<sub>2</sub> den lokala belastningsintensiteten på rörstråksytan är  $1,33 \text{ kN/m}^2$
- .2.3a Se svar på fråga .2.2.c

- Fråga enl. Svar (Delyta 6-12/F-D)  
kap 2 pkt.
- .2.3b Inga stötbelastningar kan förutses.
  - .2.3c Inga högtrycksrör passerar delytan, dvs inga stora belastningar p.g.a. ev. rörbrott.
  - .3 Inga belastningar från materialflöden genom lokalen belastar den aktuella delytan.
  - .4.1a Tyngsta trucken har egentyngden 40 kN  
Max lastkapacitet 60 kN  
Dynamiskt tillskott = 20%  
Belastningen ligger nästan helt på en axel dvs. räkna med max. axeltryck  $1,2 \times 100 = 120$  kN.
  - .4.1b Belastningen kan angripa godtyckligt över hela ytan.  
Antal körningar med maxlast förekommer endast någon gång per år. Körningar med högre frekvens har betydligt mindre last så att risken för utmattningsbrott är försumbar.

- Fråga enl. Svar (Delyta 6-12/A-C)  
kap 2 pkt.
- .1a Plan + 9,50 6-12/A-C (Förarsida)  
Se fig. sid. 16.
- .2.1 Alla permanenta laster inom delytan är försumbart små.
- .2.2a Inga vibrationskällor.
- .2.2b Inga stötbelastningar.
- .2.2c Valsar från pappersmaskinen byts ut och belastar då den aktuella delytan. Valsarna transporteras med travers och ställs på provisoriska upplag under lagerboxarna i valsändarna. Den tyngsta valsen som belastar den aktuella ytan har egentyngden 440 kN och belastar således bjälklaget med 220 kN/upplag. Två valser belastar samtidigt bjälklaget. (Den nya på väg in och den gamla på väg ut.)  
De provisoriska valsupplagen placeras enl. fig. på sid. 32.  
Valsbyte sker ca 1 gång/månad.
- .2.2d Valsbyten är den enda normalt förekommande belastningen från utbytesdelar.
- .2.2e Ungefär samma belastning som på drivsidan dvs. ca  $1,33\text{kN/m}^2$  lokal lastintensitet på en bredd av ca 3 m mitt emellan linje A och B.
- .2.3a Stenvalsen är pappersmaskinens tyngsta vals med egentyngden 630 kN. En icke helt osannolik händelse är att valsen i samband med transport i traversen av någon anledning måste läggas ned på bjälklaget. Den belastar då bjälklaget som en linjelast med 63 kN/m på en längd av 10 meter.
- .2.3b Ev. stötbelastningar bedöms ej vara så stora att de blir dimensionerande.
- .2.3c Inga högtrycksrör passerar delytan dvs. inga stora belastningar p.g.a ev. rörbrott.

- Fråga enl. Svar (Delyta 6-12/A-C)  
kap 2 pkt.
- .3.1 Inga permanenta laster från produkten.
- .3.2a En truck med egentyngden 40 kN transporterar pappersrullar med max.tyngd 60 kN.
- .3.2b Normalt skall ingen lagring av papper förekomma i maskinhallen. Erfarenheten visar emellertid att det är realistiskt att räkna med att olika typer av driftstörningar medför att pappersrullar tillfälligt ställs undan på tillgängliga ytor. Tätt staplade pappersrullar till 6m:s höjd ger en belastning av ca 50 kN/m<sup>2</sup>.
- .3.2c Nej
- .3.2d Trucken kan tappa pappersrullar vid transport. En särskild utredning visar att denna belastning ej är dimensionerande.
- .3.3a Se svar på .3.2b. Vid olyckslast kan större lastintensitet accepteras.
- .3.3b Se svar på .3.2c och .3.2d.
- .3.4 De regelbundet återkommande valsbytena utgör en typ av flöde som berör den här aktuella delytan.  
(Se svar på .2.2c)
- .4 Samma belastning som på drivsidan dvs. 100 kN:s axeltryck med 20 % dynamiskt tillskott ger max. axeltryck 120 kN.

- Frågor enl. Svar (Delyta 1-6/A-F)  
kap 2 pkt.
- .1a Plan + 9,50 1-6/A-F
- .2.1a Rullmaskinen står på ett separat betongfundament som för lasten direkt till grunden. Rullmaskinens drivmotorer står på bjälklaget och belastar bjälklaget enl. följande tabell
- | Maskin<br>litt | Egentyngd<br>maskin |
|----------------|---------------------|
| 8062           | 85 kN               |
| 8054           | 40 kN               |
| 8053           | 40 kN               |
| 8051           | 40 kN               |
- .2.1b Belastningarnas placering enl. belastningsfigur sid. 32.
- .2.1c Nej
- .2.2a En särskild utredning har medfört att maskin litt 8062 ställts på vibrationsdämpare.
- .2.2b Inga stötbelastningar.
- .2.2c Tyngsta maskindelen som kan belasta bjälklaget är pappersmaskinens valsar som med traversen läggs på en särskild vagn mellan linje 1 och 2 där den dras ut ur pappersmaskinhallen för vidare transport till valssliperiet. Vagnen ger två koncentrerade laster max. 320 kN vardera på ett avstånd av 5 meter från varandra. Tyngsta motorn som kan bytas ut väger 50 kN och den största lastkoncentrationen som kan uppstå i samband med utbyte av denna är två 50 kN:s punktlaster på ett avstånd av 1,5 m från varandra.
- .2.2d Inga andra variabla laster av dimensionerande storlek kan förutses från de fasta maskinerna.
- .2.2e Rörstråken från angränsande delytor fortsätter in på den aktuella delytan och sprids ut i olika riktningar. Den lokala belastningsintensiteten är mindre än 1,0 kN/m<sup>2</sup>.
- .2.3a Stenvalsen kan ge 63 kN/m på en längd av 10 meter.
- .2.3b Ev. stötbelastningar bedöms ej vara så stora att de blir dimensionerande.
- .3.1a Nej
- .3.2a Från pappersmaskin till omrullningsmaskin transporteras rullarna med halyportalkran, som belastar rälen med 2 st.  
och  
.3.2b 190 kN:s punktlaster på 5 meters avstånd. (Andra rälen är upplagd på traversbalk på pelare i linje E)

Frågor enl.  
kap 2 pkt.

Svar

(Delyta 1-6/A-F)

- .3.2a och .3.2b Rullarna placeras på det s.k. tambourstället i väntan på omtullning. Här förutsätts att tambourstället är placerat på pappersmaskinbalkarnas förlängning och lasten påverkar således ej bjälklaget.  
I samband med omrullning skärs papperet upp i beställda bredder och transporteras på särskilda transportörer via förpackningsmaskinen till pappersmagasinet. Rullarna belastar transportörerna som ligger nedsänkta i bjälklagsplattan med max. 25 kN/m.
- .3.3a På samma sätt som för delyta 6-12/A-C gäller här att pappersrullar kan komma att belasta bjälklaget även om man enl. driftinstruktionen ej får lagra papper på denna delyta.
- .3.3b Se delyta 6-12/A-C. Svar på fråga .3.2c och .3.2d.
- .3.4 Valshanteringen har redan behandlats. I övrigt inga andra "flöden".
- .4 Samma belastning som på övriga delytor dvs. 100 kN:s axeltryck med 20 % dynamiskt tillskott ger max. axeltryck 120 kN.



### 4.3 Utvärdering av svar - dimensionerande nyttig last

Bjälklaget skall vara ett balkbjälklag av betong med primärbalkar c 6 meter och sekundärbalkar c 3 meter. Primärbalkarnas spännvidder är ca 10 meter på drivsidan och ca 12 meter på förarsidan.

#### 4.3.1 Delyta 6-12/F-D

Utbyte av elmotor ger koncentrerade laster à 40 kN på 1,5 meters avstånd från varandra. Denna belastning liknar och är något mindre än axeltrycket från tyngsta trycken inklusive maxlast. I dimensionerande belastning från tyngsta trucken inrymmer således inverkan av maskinbyte. På grund av snedbelastning blir axeltrycket ofta ojämnt fördelat på de två hjulen. I extremfallet ligger i stort sett hela tyngden på ett hjul. Dimensionera därför för en punktlast  $P = 120 \text{ kN}$ .

Rörstråkets vikt ger en inverkan på bjälklaget som med god approximation kan ersättas med en jämnt fördelad utbredd belastning av  $1,0 \text{ kN/m}^2$  över hela ytan.

I övrigt förekommer inga större belastningar utöver de permanenta maskinlasterna.

Om bjälklaget dimensioneras för vekt får det negativa och oekonomiska konsekvenser på flera sätt t ex handlingsfriheten för "ommöbleringar" - även mindre sådana - begränsas, risken för vibrationsproblem ökar, deformationerna blir större och risken för driftstörningar med denna orsak ökar. Räkna därför med en jämnt fördelad utbredd belastning  $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$  över hela ytan!

Inom en liten lokal yta på ca  $10 \text{ m}^2$  kan  $P$  och  $q$  ej verka samtidigt. Om man betraktar en större yta är det däremot mycket troligt att man samtidigt med  $P$ -last även har  $q$ -last. För enkelhetens skull räknas därför med samtidig inverkan av  $q$  och  $P$  över hela ytan.

Under de största permanenta maskinlasterna placeras balkar som dimensioneras för den aktuella belastningen. Dessutom tillkommer ett dynamiskt tillskott vars värde bestämts i den särskilda "vibrationsutredningen". Det dynamiska tillskottet är dock i detta fall så litet att den påkänningsökning som härrör från den rörliga punktlasten blir avsevärt större, och det dynamiska tillskottet kan således försummas.

Sammanfattning:

- Dimensionera för
- Permanent maskinlaster
  - $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$  över hela ytan.
  - $P = 120 \text{ kN}$

## 4.3.2 Delyta 6-12/A-C

Om stenvalsen av misstag eller på grund av olyckshändelse placeras ogynnsamt på bjälklaget ger den ett moment som motsvarar en ekvivalent jämnt fördelad last =  $20 \text{ kN/m}^2$ .

Eftersom denna belastning kan rubriceras som olyckslast kan spänningar uppemot sträckgränsen tillåtas. Om den jämnt fördelade lasten minskas från  $20 \text{ kN/m}^2$  till  $10 \text{ kN/m}^2$  sjunker spänningarna från sträckgränsvärdet ned till tillåtna värden.  $q = 10 \text{ kN/m}^2$  räcker således för att klara olyckslasten från stenvalsen.

$q = 10 \text{ kN/m}^2$  motsvarar tätt staplade pappersrullar till 1,3 meters höjd. Detta torde vara tillräckligt för att klara oförutsedd tillfällig lagring på bjälklaget.

För att ge en möjlighet att klara driftstörningar utan att bryta mot gällande föreskrifter beträffande belastningar på bjälklaget dimensioneras en mindre delyta för  $50 \text{ kN/m}^2$  motsvarande tätt staplade pappersrullar till 6,0 meters höjd. Ytan markeras tydligt och förses med skyltar som anger tillåten belastning och motsvarande höjd med pappersrullar.

Fordonbelastning blir densamma som på den tidigare behandlade delytan.

Sammanfattning:

Dimensionera för

- Provisoriska valsupplag enl. fig. på sid. 32.
- $q = 10 \text{ kN/m}^2$  vanligt belastningsfall utom på en 4 meter bred strimla utefter väggen som dimensioneras för  $50 \text{ kN/m}^2$  och där tillfällig lagring av papper tillåts. (Ytan markeras tydligt i lokalen.)
- $P = 120 \text{ kN}$

## 4.3.3 Delyta 1-6/A-F

Beträffande fordonsbelastning, hantering av valsar med traversen och oförutsedd tillfällig lagring av papper på bjälklaget gäller samma som för de tidigare behandlade delytorna.

Här tillkommer belastning från vagnstransport av valsar in och ut ur maskinhallen. Vagnstransporten begränsas till ytan 1-2/B-F och ger 2 st punktlaster max  $320 \text{ kN}$  på 5 meters avstånd från varandra. Valsytan sker ca 1 gång per månad dvs antalet lastcykler under byggnadens livslängd blir relativt litet så att risken för utmatning kan försummas.

Halvportalkranen som transporterar pappersrullarna från pappersmaskin till omrullningsmaskin ger däremot ett antal lastcykler som är stort. En uppskattning är  $20 \times 300 \times 30 = 180\,000$  lastcykler under byggnadens livslängd.

Sammanfattning:

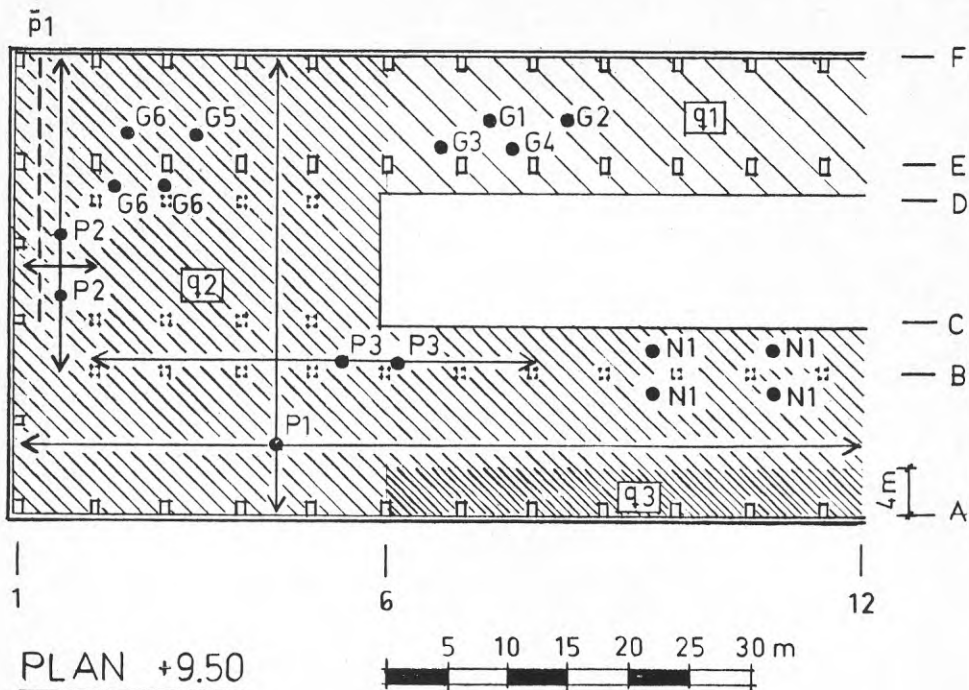
Dimensionera för

- Permanent "maskinlaster" enl. fig. på sid. 32.
- $q = 10 \text{ kN/m}^2$
- Halvportalkran  $2 \times 190 \text{ kN}$   
(Antalet lastcykler  $\sim 180\,000$ )
- Vagnstransport av valsar  $2 \times 320 \text{ kN}$   
(Litet antal lastcykler)
- $P = 120 \text{ kN}$



#### 4.3.4 Resultatredovisning

Ett exempel på resultatredovisning framgår av fig. på sid. 32. Resultatredovisning är viktig. Dels underlättar det konstruktörens arbete att bestämma belastningarna om han har en översiktsplan att visa när han diskuterar belastningar med alla övriga berörda parter från maskinleverantör till driftpersonal. Dels utgör belastningsritningen en påminnelse så att alla i projekteringsteamet hjälps åt att ta fram beslutsunderlag. Dels är den ett viktigt dokument att överlämna från den som har byggt lokalen till brukaren så att denne vet vilka begränsningar som gäller.



G ● PERMANENTA PUNKTLASTER

G1 = 260 kN	DRIVSIDANS MOTORER + FUNDAMENT
G2 = 240 kN	— " — " — " — " —
G3 = 110 kN	— " — " — " — " —
G4 = 80 kN	— " — " — " — " —
G5 = 85 kN	— " — " — " — " —
G6 = 40 kN	— " — " — " — " —

N ● VARIABLA PUNKTLASTER

N1 220 kN UPPLAG VID VALSBYTE

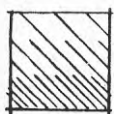
P ● FRITT RÖRLIGA PUNKTLASTER

P1 = 120 kN	HELA YTAN
P2 = 320 kN	c 5000 VAGNTRANSPORT AV VALSAR
P3 = 190 kN	c 5000 HALVPORTALKRAN

$\bar{p}$  - - - LINJELAST

$\bar{p}_1$  = 25 kN/m RULLTRANSPORTÖR

q JÄMNT FÖRDELADE UTBREDDA LASTER



q1 = 5 kN/m <sup>2</sup>
q2 = 10 kN/m <sup>2</sup>
q3 = 50 kN/m <sup>2</sup>

## 5. DIMENSIONERINGSPRINCIPER

## 5.1 Olika principer enl. Svensk Byggnorm

Dimensioneringsprinciper enl. nu gällande byggnorm SBN 75 är välkända och behöver ej beskrivas.

Nästa utgåva av Svensk Byggnorm kommer dock även att ge möjlighet till dimensionering enligt delvis nya metoder bl.a. med tillämpning av partialkoefficientmetoden. De nya metoderna kan börja tillämpas i den takt som nya konstruktionsbestämmelser utkommer. För närvarande föreligger förslag till sådana bestämmelser för betongkonstruktioner och tunnplåtskonstruktioner och dessa väntas bli fastställda under 1979. Nomenklaturen i denna rapport har i viss utsträckning anpassats till de kommande nya bestämmelserna.

Här nedan ges också en kortfattad beskrivning av bl.a. partialkoefficientmetoden.

De nya dimensioneringsprinciperna presenteras i kapitel 21A i SBN 80 och där skiljes mera preciserat på bruksgränstillstånd och brottgränstillstånd.

Ett gränstillstånd nås då konstruktionen är på gränsen att inte uppfylla de krav som ställs. Med bruksgränstillstånd avses normal användning och gäller huvudsakligen sprickbildning i betongkonstruktioner samt deformationer.

Vidare införs tre säkerhetsklasser benämnda 3=mycket allvarlig, 2=allvarlig och 1=mindre allvarlig, varigenom man kan beakta konsekvenserna av ett brott i konstruktionen. Enligt SBN avser konsekvenserna risken för allvarliga personskador. Indelningen kan emellertid också användas för att uttrycka ekonomiska konsekvenser (t.ex. i form av stillestånd för en hel anläggning) av brott i en konstruktion i en industrianläggning. Högre säkerhetsklass kommer i konstruktionsbestämmelserna att bl.a. medföra lägre utnyttjandegrad av materialets hållfasthet och dessutom större kontrollomfattning.

På lastsidan inverkar indelningen i säkerhetsklasser så att endast konstruktionsdelar i säkerhetsklassen: "mycket allvarlig" behöver dimensioneras för olyckslaster.

Det kan emellertid vid industribyggnader ibland vara ekonomiskt motiverat att därutöver göra mera nyanserade bedömningar.

I de speciella avsnitt av kapitel 21A som behandlar laster införs bl.a. en klassificering av lasten i

permanenta laster

variabla laster

olyckslaster.

Vid dimensionering används:

- för permanenta laster ett medelvärde
- för variabla laster, dels ett karaktäristiskt värde som är ungefär detsamma som nuvarande exceptionella värde, dels ett vanligt värde som är ungefär detsamma som nuvarande vanliga värde.
- för olyckslaster ett värde som endast i extremt sällsynta fall behöver befaras bli överskridet.

Lastvärdena multipliceras med partialkoefficienter  $\gamma_f$  och kombineras på följande sätt. (I vissa fall görs modifikationer som inte beskrivs här.)

I brottgränstillstånd:

Permanent laster med  $\gamma_f = 1,0$

- + en variabel last med karaktäristiskt värde och  $\gamma_f = 1,3$

+ Övriga variabla laster med vanliga värden och  $\gamma_f = 1,0$   
eller

Permanent laster med  $\gamma_f = 1,0$

+ en olyckslast med  $\gamma_f = 1,0$

+ variabla laster med vanliga värden och  $\gamma_f = 1,0$

Till de ovanstående reglerna för kombinationer och val av partialkoefficienter kan man göra följande kommentarer:

Att permanenta laster vid dimensionering i brottgränstillstånd ges partialkoefficienten  $\gamma_f = 1,0$  medan den variabla huvudlasten ges  $\gamma_f = 1,3$  beror inte i och för sig på att de är permanenta utan på att de är av sådan karaktär (t.ex. för egentygnd) att deras storlek kan bedömas säkrare. I industribyggnader förekommer ibland laster som bör klassificeras som variabla men vars storlek kan bestämmas med lika stor säkerhet som egentygnden hos en konstruktion. I sådana fall kan det vara ekonomiskt motiverat att göra en mer nyanserad behandling och räkna en större eller mindre del av lasten som permanent vid val av  $\gamma_f$ . Se vidare avsnitt 5.4.2.

Vid dimensionering i bruksgränstillstånd bör värdena för variabel last väljas med hänsyn till den aktuella beräkningens ändamål. Exempelvis kan i vissa fall enbart långtidslaster vara av betydelse medan i andra fall både långtidslaster och korttidslaster inverkar. Se vidare avsnitt 5.3 och 5.5.1.

## 5.2 Osäkerheter i lastbedömningen

### 5.2.1 Allmänt

Osäkerhet kan bero på:

- okunnighet om lastens egenskaper
- att lasten har stora variationer
- att lastbestämningen innebär en osäker prognos.

I den mån osäkerheten kan beskrivas i statistiska termer kommer den till uttryck i de karaktäristiska och vanliga värdena. I annat fall tas de om hand av partialkoefficienterna.

### 5.2.2 Laster med övre gräns

Vissa laster kan vara i hög grad variabla men ha en helt bestämd övre gräns (t.ex. vätskebehållare).

Denna gräns kan användas som lastvärde och då behandlas som permanent last dvs  $\gamma_f = 1,0$ .

### 5.2.3 Exemplifiering

Olika lastslag uppräknade i ordningen säkra - osäkra

Egentygnd balkar, pelare, platta

Egentygnd fundament

Egentygnd maskiner

Belastning från tillverkade produktenheter som följer tillverkningslinjen

Belastning från tillverkade produktenheter som avviker från den normala tillverkningslinjen.

Belastning från fordon

Påkörningskrafter från fordon

Belastningar vid rörbrott i högtrycksledning

Explosionslaster

### 5.3 Långtidslaster - korttidslaster

#### 5.3.1 Betydelsen av lastens varaktighet

I brottgränstillstånd:

Varaktigheten har betydelse för inverkan av krypning vid stabilitetsproblem. Detta är beaktat i det nya förslaget till betongbestämmelser. Ibland har varaktigheten också betydelse för hållfastheten t.ex. för trä.

I bruksgränstillstånd:

Beträffande sprickbildning i betongkonstruktioner bestämmer totallasten om spricka uppkommer och långtidslasten bestämmer sprickans farlighet.

Långtidslast ger krypdeformationer.

#### 5.3.2 Allmänt om lasters varaktighet

Ofta: låg last    lång varaktighet  
           hög last    kort varaktighet

Vad som är lång och kort varaktighet bestäms av materialets och problemets art.

Plast - trä - betong ger olika tidsgränser för när en last kan anses ha lång eller kort varaktighet.

#### 5.3.3 Exemplifiering

Exempel på långtidslaster som behandlats i rapporten:

Egentyngder av fundament och maskiner.

Pappersrullar som lagras på härför avsedd plats t.ex. i väntan på den slutliga omrullningen och tillskärningen.

Belastningen från rörstråk.

Exempel på korttidslaster:

Belastning från maskindelar som byts ut vid reparation eller underhåll.

Belastning från pappersrullar som tillfälligt lagras vid sidan om den normala tillverkningslinjen vid driftstörningar av olika slag.

Belastning från fordon.

### 5.4 Lastvärden i brottgränstillstånd

#### 5.4.1 Val av lastvärden

Inom lokaler för tung industri är en stor del av belastningarna av karaktären variabla med två möjliga värden - det ena noll och det andra ett väldefinierat värde t.ex. egentyngd av maskin eller maskindel. Som lastvärde väljes i dessa fall naturligtvis på samma sätt som vid permanenta konstruktioner det "medelvärde" man kan beräkna eller få uppgift om. I de fall det rör sig om en belastning med mycket lång varaktighet som endast i undantagsfall har värdet noll t.ex. belastningen från en motor som tas bort endast för en kort tid för reparation eller underhåll förefaller det naturligt att behandla denna belastning på samma sätt som t.ex. den permanenta belastningen från fundamentet som motorn står på. Det bör dock poängteras att man kan få en ogynnsam inverkan på konstruktionsdelar även när en last tas bort och att man ej får glömma bort att undersöka sådana eventuella effekter. När det rör sig om belastningar med



kort varaktighet t.ex. tillfällig uppläggning av maskindelar på förberedda upplag vid underhållsarbeten leds man definitivt in på fel tankegång om man kallar lasten permanent även om detta teoretiskt skulle vara tänkbart genom att kombinera denna permanenta last med en lika stor och motriktad lyftkraft som är omvänt variabel dvs har lång varaktighet. Av detta resonemang inses att det finns belastningar som måste betecknas som variabla men där osäkerheten i lastbedömningen inte är större än för permanenta konstruktioner. Den största osäkerheten vid lastbestämning på konstruktionsdelar vid tung industri torde ligga i att driftsituationen ändras så att belastningsförutsättningarna ändras. Med hänsyn härtill torde man i de flesta fall komma fram till ekonomiskt motiverade nyttiga laster som ligger högre än de minimilaster som skulle krävas ur säkerhetssynpunkt.

#### 5.4.2 Val av partialkoefficienter

Genom partialkoefficienten tas hänsyn till risken för att lasten på ett ogynnsamt sätt avviker från det vid dimensioneringen antagna värdet. Av det i kapitel 5.4.1 förda resonemanget framgår att osäkerheten i belastningsbestämningen för de flesta stora lasterna är ganska liten.

Både lastens storlek och dess placering kan förutsägas med stor noggrannhet. I sådana fall bör partialkoefficienten  $\delta_f = 1,0$  väljas på samma sätt som vid permanenta laster.

Den del av nyttiga lasten (fritt rörlig punktlast + jämnt fördelad utbredd last) som dimensionerar konstruktionsdelar bl.a så att lokalen skall ha en godtagbar flexibilitet ges partialkoefficienten  $\delta_f = 1,3$  om den ingår som huvudlast i en lastkombination.

#### 5.4.3 Exemplifiering

Egentyngd motorer växellådor m m	= 1,0
Belastning från "stenvalsen" placerad på förberedda upplag vid valsbyte	= 1,0
Belastning från tillfällig lagring av papper på härför avsedd och markerad plats	= 1,1 à 1,2
Belastning från tillfällig lagring av papper på ytor som ej är avsedda härför	= 1,3
Belastning från rörstråk	= 1,3
Belastning från truck med last	= 1,3
Belastning från jämnt fördelad utbredd nyttig last (q-last)	= 1,3

### 5.5 Lastvärden i bruksgränstillstånd

#### 5.5.1 Val av lastvärden

Med bruksgränstillstånd avses normal användning. Man skall således räkna med alla laster som ingår i den normala driften. Tidigare i rapporten har dragits slutsatsen att den nyttiga lasten lämpligen delas upp i tre delar:

- Permanent bundna laster med känd storlek och placering.
- En jämnt fördelad utbredd belastning q.
- En fritt rörlig punktlast P.

Något förenklat kan man säga att de två första lastdelarna motsvarar bruksgränstillståndet och att skillnaden mellan dimensionerande last i brottgränstillstånd och i bruksgränstillstånd

således är den fritt rörliga punktlasten P.

#### 5.5.2 Val av partialkoefficienter

Eftersom grundvärdet är ett värde som väljes så att det motsvarar normal användning förefaller det vara lämpligt att konsekvent använda partialkoefficienten  $\delta_f = 1,0$ .

#### 5.5.3 Exemplifiering

För platta och sekundärbalkar i ett betongbjälklag enl. tillämpningsexemplet torde brottgränstillståndet med punktlasten dominera så att bruksgränsstadiet kraven automatiskt uppfylles med god marginal. För primärbalkar kan kanske deformationskrav i bruksgränstillståndet börja göra sig gällande. Om man fortsätter mot konstruktionsdelar med allt större belastningsyta blir bruksgränstillståndet alltmer aktuellt att undersöka. Vid grundläggning på utbredda plattor är det således mycket troligt att bruksgränskrav på sättningarna blir avgörande för grundplattornas storlek.

#### 5.6 Fördelar med dimensionering enl. nya principer

Grundtanken med de nya dimensioneringsprinciper som ovan kortfattat behandlats är att säkerheten skall läggas på rätt ställe dvs. där osäkerheten i det värde som användes vid dimensioneringen är störst. Om materialegenskaperna är svåra att bedöma skall en stor del av den sammanlagda säkerheten ligga på partialkoefficienter tillhörande materialet. På samma sätt gäller att en stor del av den sammanlagda säkerheten skall ligga på partialkoefficienter tillhörande belastningen om belastningen är svår att bedöma.

Säkerheten på en invändig pelare under en vattenbehållare med bräddavlopp och som ofta är fylld till brädden bör således vara nästan enbart materialberoende medan säkerheten på en pelare under en stor balkong intill en trafikerad gata bör vara nästan enbart lastberoende.

Resultatet bör bli att "balkongpelaren" dimensioneras ungefär på samma sätt som nu medan "vattenbehållarpelaren" kommer att kunna utnyttjas betydligt hårdare än som är möjligt med nuvarande dimensioneringsprinciper.









**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771256-8 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Bloco Blomgren & Co  
Ingenjörskfirma AB, Stockholm**

**R108:1979**

**ISBN 91-540-3093-5**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700008**

**Abonnemangsgrupp:**

**Z. Konstruktioner o. material**

**Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris 20 kr exkl moms**