



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.



MAGNUS NAESMAN

Metod för bestämning av dimensionerande nyttig last i industrilokaler

R9: 1994

Med tillämpningsexempel

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400129309



BYGGFORSKNINGSRÅDET

SFR

R9:1994

**METOD FÖR BESTÄMNING AV
DIMENSIONERANDE NYTTIG LAST
I INDUSTRILOKALER**

Med tillämpningsexempel

Magnus Naesman

**V-BIBLIOTEKET
BYGG & KONSTRUKTION
SEKTIONEN FÖR VÄG & VATTEN
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Bcx 118, 221 00 LUND**

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 930035-5
från Byggeforskningsrådet till BLOCO AB, Stockholm.**

REFERAT

Rapporten behandlar de problem som konstruktörer och projektörer ställs inför när de i ett tidigt stadium av projekteringsprocessen skall bedöma de nyttiga laster som kan förekomma i byggnader för tyngre industri och som de bärande konstruktionerna kommer att utsättas för när byggnaden tas i bruk.

Nybyggnadsgeglerna anger tydliga uppgifter och lastvärden för allmänna och publika lokaler samt för bostäder och lättare industri.

Denna rapport försöker därför på ett metodiskt sätt, genom svar på frågor i en checklista, komma fram till en rimlig lastbedömning även för de byggnader som är avsedda för den tyngre industrin.

Rapporten avslutas med två tillämpningsexempel.

Rapporten lämpar sig för samtliga personer som deltar i planeringsprocessen när det gäller bärande konstruktioner för den tyngre industrin.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R9:1994

ISBN 91-540-5626-8
Byggforskningsrådet, Stockholm

gotab 10684, Stockholm 1994

INNEHÅLL

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER	4
FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1. INLEDNING	9
1.1 Problemet	9
1.2 Projektet	9
1.3 Rapporten	9
2. CHECKLISTA	10
2.1 Inledande frågor	11
2.2 Belastningar från fasta maskiner och installationer	11
2.3 Belastningar från bundna materialflöden genom lokalen	13
2.4 Belastningar från fritt rörliga föremål	15
3. RIKTLINJER FÖR UTVÄRDERING AV SVAR, EKVIVALENT BELASTNING	16
3.1 Inledning	16
3.2 Ekvivalent belastning	16
3.3 Permanenta laster	17
3.4 Variabla laster	18
3.5 Olyckslaster	18
3.6 Resultatredovisning	19
4. DIMENSIONERINGSPRINCIPER	20
4.1 Säkerhetsklasser	20
4.2 Lastkombinationer och partialkoefficienter	21
4.3 Osäkerheter i lastbedömningen	21
4.4 Långtidslaster - korttidslaster	22
5. TILLÄMPNINGSEXEMPEL 1. PAPPERSMASKINHALL	24
5.1 Förutsättningar	24
5.2 Svar på checklistans frågor	25
5.3 Utvärdering av svar, dimensionerande nyttig last	30
6. TILLÄMPNINGSEXEMPEL 2. PAKETSORTERINGSTERMINAL	35
6.1 Förutsättningar	35
6.2 Svar på checklistans frågor	36
6.3 Utvärdering av svar, dimensionerande nyttig last	38

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

- Nyttig last = Last av maskiner, installationer, fordon m m, det vill säga sådana belastningar som uppkommer när lokalen utnyttjas för avsett ändamål.
- Permanent last = Last som ständigt belastar konstruktionen med samma värde, t ex egentyngheder, jordtryck.
- Variabel last = Last som varierar i värde, t ex lagrade varor, vätskor i cisterner, snölast.
- Olyckslast = Sällan förekommande oavsiktlig last, t ex påkörningskrafter.
- Bunden last = Last som ej kan röra sig i rummet, t ex last från pelare, last från fast maskin.
- Fri last = Last som kan röra sig fritt i rummet, t ex fordonslast.
- 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.
- NR = Nybyggnadsregler.
- BBK = Bestämmelser för betongkonstruktioner.
- BSK = Bestämmelser för stålkonstruktioner.

FÖRORD

Vid byggkonsultföretaget BLOCO AB utfördes under 1979 ett byggforskningsprojekt (nr 771256-8) rörande metoder för bestämning av dimensionerande nyttig last i lokaler för tung industri. Detta projekt avslutades med att en rapport (R108:1979) författades av den projektansvarige, Sven-Olof Olsson.

Syftet med föreliggande rapport är att uppdatera ovan nämnda rapport enligt de nya normer, NR, BBK och BSK m fl, som sedan dess har utkommit samt att därtill komplettera rapporten med ytterligare ett tillämpningsexempel från lättare industriell verksamhet. Här valdes postens paketsortering i s k HIT-terminaler som exempel.

Värdefulla råd och synpunkter har under projektets gång lämnats av den ursprunglige författaren Sven-Olof Olsson samt av Gunnar G:son Granström som också medverkat i viss utsträckning.

Behjälplig med framtagande av faktaunderlag för tillämpningsexempel 2 har varit Harald Dahlsjö på Postfastigheter och Bengt Persson vid postterminalen i Nykvarn.

Värdefulla synpunkter på redigeringen har lämnats av Karin Larsson som också gjort utskriften.

Stockholm, december 1993

Magnus Naesman

SAMMANFATTNING

Lokaler för industriändamål kan ofta uppfattas som ett skal som är uppbyggt kring ett maskineri. 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?"

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 industrier.
- Ge riktlinjer för hur svaren på frågorna skall utvärderas och översättas till ekvivalent belastning.
- Redovisa och kommentera vissa dimensioneringsprinciper.
- Tillämpa den utarbetade metoden på dels pappersmaskinhallar, som är ett typiskt exempel på tung industri och dels på lättare industriell verksamhet varvid som exempel valts en paketsorteringsanläggning.

Vid utarbetandet av checklistan 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.

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

Kommentarer och anvisningar till checklistans frågor har skrivits parallellt med checklistan 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.

- a) Bundna laster, permanenta och större variabla, med känd storlek och placering.
- b) En jämnt fördelad utbredd belastning, q .
- c) En eller flera fritt rörliga koncentrerade laster, Q .

Lasterna enligt a, b och c antas kunna verka samtidigt varvid q och Q skall ges värden så att lasterna sammantaget på ett nyanserat sätt motsvarar verkligheten.

Resultatredovisning är viktigt. 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.

Tillämpningsexempel 1 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 såsom tillfällig lagring av papper vid olika typer av driftstörningar.

Vid lättare industriell verksamhet, som i tillämpningsexempel 2, torde i de flesta fall en generell jämnt fördelad last kunna tillämpas kompletterad med eventuella större koncentrerade laster, bundna eller fria.

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 enligt 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 industriändamål kan ofta uppfattas som ett skal som är uppbyggt kring ett maskineri. 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 forskningsprojektet 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 industrier.
- b) Ge riktlinjer för hur svaren på frågorna skall utvärderas och översättas till ekvivalent belastning.
- c) Redovisa och kommentera vissa dimensioneringsprinciper.
- d) Tillämpa den utarbetade metoden på dels pappersmaskinhallar, som är ett typiskt exempel på tung industri och dels på lättare industriell verksamhet varvid som exempel valts en paketsorteringsanläggning.

1.3 Rapporten

I konsekvens med projektets målsättning har rapporten delats in i fyra 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 för-
enklas till ekvivalenta belastningar. I rapportens tredje del redovisas och kommenteras vissa dimensioneringsprinciper. I den fjärde delen bestående av kapitlen 5 och 6 redovisas tillämpningsexemplen.

2. CHECKLISTA

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

Ordningsföljden på checklistans frågor framgår av ovanstående schema. Byggnaden delas in i deltor av lämplig storlek. Punkterna i schemat motsvarar de maskiner, produktionsenheter 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 tyngd 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 så 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 montage-lasterna går att klara. Om de skulle vara dimensionerande blir det främst ett ekonomiskt problem att ta ställning till om byggnadstommen skall dimensioneras med hänsyn till montagelasterna 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? | |

2.2 Belastningar från fasta maskiner och installationer**2.2.1 Permanent laster**

- | | |
|--|--|
| a) Maskinens egentyngd inklusive fundament? | Börja med tyngsta maskinen vars egentyngd anges med relativt god noggrannhet. |
| b) Var kommer tyngden ner på byggnadskonstruktionen? | Fortsätt sedan med lättare maskiner. Den relativa noggrannheten kan minskas i motsvarande mån så att noggrannheten i absoluta tal blir lika för de olika maskinerna inom samma område. |

FRÅGOR

KOMMENTARER OCH
ANVISNINGAR2.2.2 Variabla laster

- | | |
|---|--|
| a) Belastningar från maskinen
exklusive dess egentyngd. | Avser laster som hänger samman
med produktionen såsom
produktämnen, vätskor, tryck i
utgående rörledningar. |
| b) Finns rörliga delar som
roterar och kan ge upphov till
vibrationer i byggnaden?
Roterande massa?
Frekvens?
Vilka åtgärder har vidtagits
för att reducera vibra-
tionerna? | Frågorna b och c behandlas
alltid noggrant. Kraftiga
vibrationer i byggnadskon-
struktionen är ett fel som
förekommer alltför ofta. En
särskild utredning som syftar
till att finna lösningar som
elimineras vibrationsproblemen
bör därför alltid göras där
man misstänker att sådana
kan uppstå. |
| c) Kan maskinen ge upphov till
stötbelastningar? Hur stor är
stötenenergin och hur tas den
upp? | |
| d) Innebär det normala under-
hållet att tyngre maskindelar
byts ut och i samband därmed
belastar byggnadskonstruk-
tionen utanför fundamentet?
Hur transporteras utbytes-
delarna? Hur ställs utbytes-
delarna upp? Hur ofta sker
detta underhåll? | Beskriv den största lastkon-
centration som rimligtvis kan
uppstå i samband med det
normala underhållet. Obs att
maskindelar från andra delytor
kan belasta den aktuella del-
ytan. |
| e) Kan andra variabla laster från
maskinen förekomma? | T ex moment när roterande
massa accelereras eller
retarderas. |
| f) Belastningar från rörstråk?
Rörstråkets placering? Data
för rörstråket enligt tabell.
Rörstråkets sammanlagda
belastning på byggnads-
konstruktionen
- vid normal drift?
- maximalt? | Här ingår bedömningar av
sannolikheten för att många
rör samtidigt har stor belast-
ning. Oftast kan den största
delen av små rör behandlas
ganska snabbt eftersom de även
vid maxlast ger en liten in-
verkan på byggnadskonstruktionen. |

Tabell: "Data för rörstråk"

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

FRÅGOR

KOMMENTARER OCH
ANVISNINGAR2.2.3 Olyckslaster

- a) Kan ett icke helt osannolikt maskinhaveri medföra att hela maskinen eller delar av maskinen kommer att bytas ut och i samband därmed belasta byggnadskonstruktionen utanför fundamentet? Hur transporteras utbytesdelarna? Hur kan utbytesdelarna ställas upp? Kan man bedöma hur ofta det är sannolikt att detta maskinhaveri inträffar?
- b) Kan stötbelastningar 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.

2.3 **Belastningar från bundna materialflöden genom lokalen**

Text varan/produkten som tillverkas. Följ den hanterade varan/produkten på dess väg genom byggnaden från råvara/halvfabrikat till färdig produkt.

FRÅGOR

KOMMENTARER OCH
ANVISNINGAR2.3.1 Variabla laster

- | | | |
|----|---|---|
| a) | Hur transporteras varan/
produkten? Varan/produktens
maxtyngd? Belastning på
byggnadskonstruktionen. | Ex rörledning, transportör,
travers, truck eller dyl
(kN/st vid stycketransport,
kN/m vid obruten flödes-
transport). |
| b) | Finns lagringsplatser där
varan/produkten kan ansamlas
vid normal drift? Maxbelast-
ning på byggnadskonstruk-
tionen 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? | |
| e) | Finns annat än varan/produkten
som flödar genom lokalen? Följ
i så fall flödet och undersök
belastningarna enligt samma
frågor som för den hanterade
produkten (a-d ovan). | T ex tillsatser som medverkar
vid produktframställningen och
som återvinns i någon punkt av
processen. Maskindelar som regel-
bundet utbyts t ex på grund av
förslitning. Kylvatten och dyl. |

2.3.2 Olyckslaster

- 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?

FRÅGOR

KOMMENTARER OCH
ANVISNINGAR

- 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?

2.4 Belastningar från fritt rörliga föremål

2.4.1 Variabla laster

- | | |
|--|---|
| a) Total tyngd inklusive eventuell last?
Maxhastighet? Dynamiskt tillskott? | Gör upp en förteckning över alla rörliga föremål som kan belasta konstruktionen. Behandla föremålen i tur och ordning från den 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 Olyckslaster

Stötenergi vid påkörning?
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 byggnadsstommens bärförmåga. I båda fallen måste informationen förenklas 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 skall användas 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 sätt att vid balkbjälklag ta hänsyn till den lägre sannolikheten för att maxlast samtidigt uppträder över större ytor, är att t ex dimensionera plattan för 20 kN/m², sekundärbalkar för 15 kN/m² och primärbalkar för 10 kN/m² över hela bjälklagsytan. NR anger för vissa lokaltyper en reduktion av lastvärdena för nyttig last om den utbredda lastens fria del belastar en större yta än vad som förutsatts vid bestämningen av lastvärdena.

En fritt rörlig koncentrerad last är också enkel att beräkningsmässigt hantera. För de flesta konstruktionsdelar räcker det att kontrollera ett par olika placeringar för att klara dimensioneringen.

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) Bundna laster, permanenta och större variabla, med känd storlek och placering.
- b) En jämnt fördelad utbredd belastning, q .
- c) En eller flera fritt rörliga koncentrerade laster, Q .

Laster enligt a, b och c antas kunna verka samtidigt varvid q och Q skall ges värden så att lasterna sammantaget utgör en ekvivalent belastning som på ett nyanserat sätt motsvarar verkligheten.

Lastvärden enligt a, b och c skall antas vara lasternas karakteristiska värden, Q_k . För permanenta laster är detta lika med vanliga värdet. För variabla laster skall vanliga värden, ψQ_k , bestämmas med hänsyn till lasternas variation i storlek och i tid.

3.3 Permanenta 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 uppskattad jämnt fördelad belastning. Efterhand som projekteringen fortskrider och de permanenta bundna lasterna kan anses vara definitiva kan man införa lasterna med sin verkliga storlek och placering och i motsvarande mån minska på den jämnt fördelade lasten.

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 NR antyds 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 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 vidare till kap 4, 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 Olyckslaster

Till olyckslaster hänförs dels rena olyckslaster såsom extrema, oavsiktliga stötbelastningar och explosionslaster, dels extraordinära belastningar som exempelvis uppkommer i samband med utbyte av maskin eller maskindelar efter ett icke helt osannolikt maskinhaveri.

Karakteristiskt värde på en olyckslast måste bestämmas så att, om olyckan är framme, inte konsekvenserna för en konstruktion blir orimligt stora.

3.6 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. DIMENSIONERINGSPRINCIPER

4.1 Säkerhetsklasser

Enligt NR skall en byggnadsdel hänföras till säkerhetsklass 1 (låg), 2 (normal) eller 3 (hög) med en hög risk för personskada och med hänsyn tagen till omfattningen av de personskador som kan befaras uppkomma vid brott i byggnadsdelen.

I industrisammanhang torde det emellertid vara lämpligt att också använda indelningen för att uttrycka ekonomiska konsekvenser (t ex i form av stillestånd för en hel anläggning) av brott i en byggnadsdel eller konstruktion i en industrianläggning.

4.2 Lastkombinationer och partialkoefficienter γ_f

4.2.1 Allmänt

För dimensionering i såväl brottgränstillstånd som bruksgränstillstånd föreskrivs i NR ett antal lastkombinationer av vilka den som ger den ogynnsammaste effekten skall anses som dimensionerande.

För laster ingående i lastkombinationer anges partialkoefficienter γ_f .

4.2.2 Dimensionering i brottgränstillstånd

För permanenta laster gäller enligt NR att γ_f normalt är 1,0. Några avvikelser anges i lastkombinationer som kan vara dimensionerande i vissa fall.

För variabla laster föreskriver NR att en variabel last med karakteristiskt värde Q_k skall ha $\gamma_f = 1,3$ (huvudlast). Övriga variabla laster medräknas med vanliga värden ψQ_k och $\gamma_f = 1,0$.

Vid lastkombination innehållande olyckslast medräknas endast variabla laster med $\psi \geq 0,5$. $\gamma_f = 1,0$ för alla laster ingående i en sådan lastkombination.

Att permanenta laster normalt ges partialkoefficienten $\gamma_f = 1,0$ medan den variabla huvudlasten vid dimensionering i brottgränstillstånd ges $\gamma_f = 1,3$ beror på att de permanenta lasterna är av sådan karaktär att deras lastvärden kan bedömas säkrare.

Detta gör att det för industribyggnader kan vara ekonomiskt motiverat att göra en mer nyanserad bedömning vad avser maskinlaster och dylikt vars lastvärden kan bedömas relativt säkert. Vissa maskiners eller maskindelars egentyngd får betraktas som permanent last ($\gamma_f = 1,0$). Men det finns andra laster som också kan bedömas relativt säkert varför ett värde på γ_f mellan 1,0 och 1,3 kan vara rimligt då dessa laster utgör huvudlasten.

Som exempel kan nämnas:

Belastning från tyngre maskinvals placerad på förberedda upplag i samband med valsbyte. $\gamma_f = 1,0$ á 1,1

Belastning från tillfällig lagring av papper på härför avsedd och markerad plats. $\gamma_f = 1,0$ á 1,2

4.2.3 Dimensionering i bruksgränstillstånd

För såväl permanenta som variabla laster i lastkombinationerna föreskriver NR $\gamma_f = 1,0$.

4.3 Osäkerheter i lastbedömningen

4.3.1 Allmänt

Osäkerhet kan bero på:

- Okunnighet om lastens egenskaper.
- Att lasten har stora variationer.
- Att lastbestämningen bygger på en osäker prognos.

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

Den största osäkerheten kan många gånger vara att det är svårt att bedöma varaktigheten för den aktuella driftsituationen. Med en ny driftsituation kan belastningssituationen bli ganska radikalt förändrad. Detta gör att det många gånger är ekonomiskt motiverat att öka vissa av de dimensionerande belastningarna eller att schablonisera lasterna i större utsträckning. Det måste givetvis avgöras från fall till fall. Exempelvis måste en lastökning och dess konsekvenser ställas i relation till en framtida förstärkning.

4.3.2 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 $\gamma_f = 1,0$. Variation av lasten tas då hänsyn till genom en negativ variabel last.

4.3.3 Exemplifiering

Olika lastslag uppräknade i ordningen säkra - osäkra

- Egentyngd balkar, pelare, platta.
- Egentyngd fundament.
- Egentyngd 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.

4.4 **Långtidslaster - korttidslaster**

4.4.1 Betydelsen av lastens varaktighet

I brottgränstillstånd:

Varaktigheten har betydelse för inverkan av krypning vid stabilitetsproblem. Detta är beaktat i BBK. Ibland har varaktigheten också betydelse för hållfastheten t ex för trä.

I bruksgränstillstånd:

Beträffande sprickbildning i betongkonstruktioner bestämmer maxlasten om spricka uppkommer och långtidslasten bestämmer sprickans farlighet. Långtidslast ger krypdeformationer.

4.4.2 Allmänt om lasters varaktighet

Ofta: Låg last - lång varaktighet
Hög last - kort varaktighet

Vad som är lång och kort varaktighet bestämmas av materialets och problemets art. Plast, trä och betong ger olika tidsgränser för när en last kan anses ha lång eller kort varaktighet.

4.4.3 Exemplifiering

Exempel på långtidslaster som behandlas i rapporten:

- Egentyngder av fundament och maskiner.
- Pappersrullar som lagras på härför avsedd plats t ex i väntan på den slutliga omrullningen och tillskärningen.
- Belastning från rörstråk.

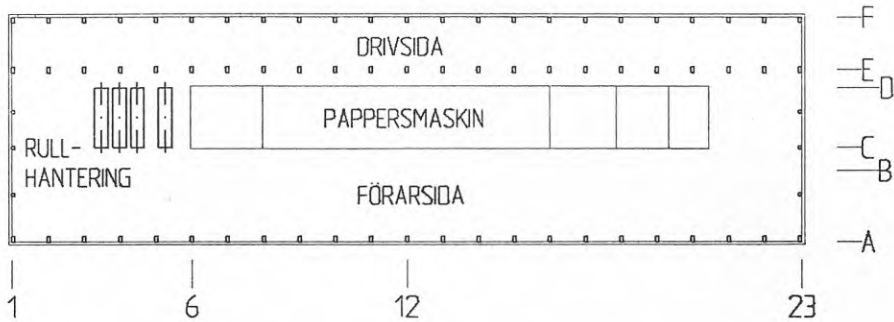
Exempel på korttidslaster:

- 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.

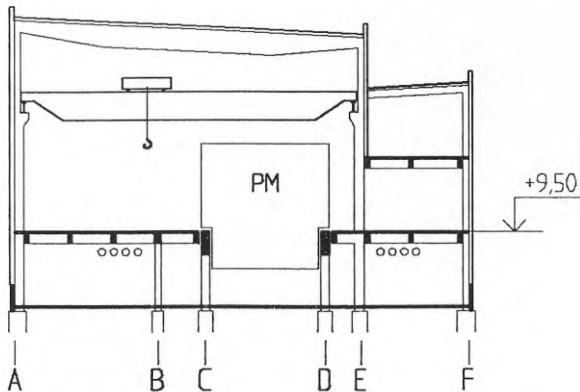
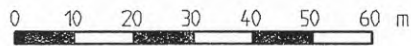
5. TILLÄMPNINGSEXEMPEL 1. PAPPERSMASKINHALL

5.1 Förutsättningar

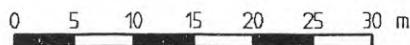
En ny pappersmaskinhall projekteras. Platta och balkar ingående i maskinplanet bjälklag skall dimensioneras. Pappersmaskinen står på en separat betongkonstruktion och påverkar således ingenstans direkt det aktuella bjälklaget. Maskinen drivs av motorer med tillhörande växellådor som står på mindre fundament placerade på bjälklaget på maskinens drivsida. På motsatta sidan, den så kallade förarsidan, finns endast små bundna laster från manöverbord och dylikt. Över hela maskinhallen spänner en travers med max lyftkapacitet = 750 kN (75 ton). I övrigt se figur nedan.



PLAN +9,50



TVÄRSEKTION



5.2 Svar på checklistans frågor

Fråga: Svar

(Delyta 6-12/D-F)

- 2.1a Plan +9,50 6-12/D-F (drivsida)
- 2.1b Ca 30 års livslängd.
- 2.1c Ökad maskinhastighet kan medföra att driftfrekvenser ökas. I övrigt troligen inga förändringar.

2.2.1a	Maskin litt	Egentyngd maskin	Egentyngd fundament	Total tyngd
	8013	60 kN	200 kN	260 kN
	8015	60 kN	180 kN	240 kN
	8012	40 kN	70 kN	110 kN
	8014	30 kN	50 kN	80 kN

I övrigt försumbara tyngder.

- 2.2.1b Placering framgår av figur på sidan 34.
- 2.2.2a -
- 2.2.2b Maskinerna är elmotorer med tillhörande växellådor. En särskild utredning har visat att det inte föreligger någon risk för vibrationsproblem.
- 2.2.2c Inga stötbelastningar.
- 2.2.2d Tyngsta maskindelen som kan belasta delytan utanför fundamenten är en elmotor med tyngden 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 ska skifta 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 var 3:e år.
- 2.2.2e Startmoment. $M_v \max = 72 \text{ kNm}$. Förekommer max 20 ggr/år.

Fråga:Svar

- 2.2.2f Huvudrörstråket bedöms komma att innehålla ca 4 st \varnothing 200-rör + ca 10 st \varnothing 100 á 150-rör vilket maximalt bedöms ge en tyngd av $4 \times 0,5 + 10 \times 0,2 = 4$ kN/m. Rörstråkets bredd = 3 meter d v s den lokala belastningsintensiteten på rörstråksytan är 1,33 kN/m².
- 2.2.3a Se svar på fråga 2.2.2d.
- 2.2.3b Inga stötblastningar kan förutses.
- 2.2.3c Inga högtrycksrör passerar delytan, d v s inga stora belastningar på grund av eventuella rörbrott.
- 2.3 Inga belastningar från materialflöden genom lokalen belastar den aktuella delytan.
- 2.4.1a Tyngsta trucken har egentyngden 40 kN.
Max lastkapacitet 60 kN.
Dynamiskt tillskott = 20%.
Belastningen ligger nästan helt på en axel, d v s räkna med max axeltryck $1,2 \times 100 = 120$ kN.
- 2.4.1b 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 risken för utmattningsbrott är därför försumbar.
- 2.4.2 Lätta påkörningar av pelare och fundament kan inträffa. Då dessa konstruktionsdelar är tämligen grova blir påkörningskrafterna ej dimensionerande.

(Delyta 6-12/A-C)

- 2.1a Plan +9,50 6-12/A-C (förarsida).
- 2.2.1 Alla bundna nyttiga laster inom delytan är försumbart små.
- 2.2.2a -
- 2.2.2b Inga vibrationskällor.
- 2.2.2c Inga stötblastningar.

Fråga:Svar

- 2.2.2d 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 valsem som belastar den aktuella ytan har egentygden 440 kN och belastar således bjälklaget med 220 kN/upplag. Två valsar belastar samtidigt bjälklaget. (Den nya på väg in och den gamla på väg ut.)
- De provisoriska valsupplagen placeras enligt figur på sidan 34.
- Valsbyte sker ca 1 gång/månad.
- 2.2.2e Valsbyten är den enda normalt förekommande belastningen från utbytesdelar.
- 2.2.2f Ungefär samma belastning som på drivsidan d v s ca 1,33 kN/m² lokal lastintensitet på en bredd av ca 3 m mitt emellan linje A och B.
- 2.2.3a Stenvalsem är pappersmaskinens tyngsta valsem med egentygden 630 kN. En icke helt osannolik händelse är att valsem 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 m.
- 2.2.3b Eventuella stötbelastningar bedöms ej vara så stora att de blir dimensionerande.
- 2.2.3c Inga högtrycksrör passerar delytan, d v s inga stora belastningar på grund av eventuella rörbrott.
- 2.3.1a En truck med egentygden 40 kN transporterar pappersrullar med max tyngd 60 kN.
- 2.3.1b 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 6 m's höjd ger en belastning av ca 50 kN/m².

- Fråga: Svar
- 2.3.1c Nej.
- 2.3.1d Trucken kan tappa pappersrullar vid transport. En särskild utredning visar att denna belastning ej är dimensionerande.
- 2.3.1e De regelbundet återkommande valsbytena utgör en typ av flöde som berör den här aktuella delytan. Se svar på 2.2.2d.
- 2.3.2a Se svar på 2.3.1b. Vid olyckslast kan större lastintensitet accepteras.
- 2.3.2b Se svar på 2.3.1c och 2.3.1d.
- 2.4 Samma belastning som på drivsidan, d v s 100 kN's axeltryck med 20% dynamiskt tillskott ger max axeltryck 120 kN.

(Delyta 1-6/A-F)

- 2.1a Plan +9,50 1-6/A-F.
- 2.2.1a Rullmaskinen står på ett separat betongfundament som för lasten direkt till grunden. Rullmaskinens drivmotorer står på bjälklaget och belastar bjälklaget enligt följande tabell:

Maskin litt	Egentyngd maskin
8062	85 kN
8054	40 kN
8053	40 kN
8051	40 kN

- 2.2.1b Belastningarnas placering enligt belastningsfigur sidan 34.
- 2.2.2a -
- 2.2.2b En särskild utredning har medfört att maskin litt 8062 ställts på vibrationsdämpare.

- Fråga: Svar
- 2.2.2c Inga stötblastningar.
- 2.2.2d Tyngsta maskindelarna som kan belasta bjälklaget är pappersmaskinens valsar som med traversen läggs på en särskild vagn mellan linje 1 och 2 och dras ut ur pappersmaskinhallen för vidare transport till vals-sliperiet. 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 koncentrerade laster på ett avstånd av 1,5 m från varandra.
- 2.2.2e Inga andra variabla laster av dimensionerande storlek kan förutses från de fasta maskinerna.
- 2.2.2f 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/m².
- 2.2.3a Stenvalsen kan ge 63 kN/m på en längd av 10 m.
- 2.2.3b Eventuella stötblastningar bedöms ej vara så stora att de blir dimensionerande.
- 2.2.3c -
- 2.3.1a och 2.3.1b Från pappersmaskin till omrullningsmaskin transporteras rullarna med halvportalkran, som belastar rälen med två stycken 190 kN's koncentrerade laster på 5 meters avstånd. (Andra rälen är upplagd på traversbalk på pelare i linje E.)

Rullarna placeras på det så kallade tambourstället i väntan på omrullning. 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.

- Fråga:** **Svar**
- 2.3.1c -
- 2.3.1d -
- 2.3.1e Valshanteringen har redan behandlats. I övrigt inga "flöden".
- 2.3.2a På samma sätt som för delyta 6-12/A-C gäller här att pappersrullar kan komma att belasta bjälklaget även om man enligt driftinstruktionen ej får lagra papper på denna delyta.
- 2.3.2b Se delyta 6-12/A-C. Svar på fråga 2.3.1c och 2.3.1d
- 2.4 Samma belastning som på övriga delytor d v s 100 kN's axeltryck med 20% dynamiskt tillskott ger max axeltryck 120 kN.

5.3 **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.

5.3.1 Delyta 6-12/D-F

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 trucken 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 koncentrerad last $Q = 120 \text{ kN}$.

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 diverse negativa konsekvenser, t ex handlingsfriheten för "ommöbleringar" - även mindre sådana - begränsas, risken för vibrationsproblem ökar, deformationerna blir större och risken för driftstörningar p g a 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 m^2 kan Q och q ej verka samtidigt. Om man betraktar en större yta är det däremot mycket troligt att man samtidigt med Q -last även har q -last. För enkelhetens skull räknas därför med samtidig inverkan av q och Q 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 koncentrerade lasten blir avsevärt större och det dynamiska tillskottet kan således försummas.

Sammanfattning:

Dimensionera för

- a) Permanenta maskinlaster.
- b) $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$ över hela ytan.
- c) $Q = 120 \text{ kN}$ godtyckligt placerad inom hela ytan.

5.3.2 Delyta 6-12/A-C

Om stenvalsen av misstag eller på grund av olyckshändelse placeras ogynnsamt på bjälklaget ger den en påverkan som är ekvivalent med en jämnt fördelad last om ca 20 kN/m^2 . Eftersom denna belastning kan rubriceras som olyckslast gäller $\gamma_f = 1,0$. För en variabel last i en lastkombination gäller $\gamma_f = 1,3$. Vidare gäller att dimensioneringsvärdet för armeringens draghållfasthet är 32% högre vid dimensionering för olyckslast jämfört med dimensionering utan olyckslast. Under dessa premisser och med beaktande av bjälklagets bedömda egenvikt kommer man till att en variabel last med det karakteristiska värdet 10 kN/m^2 ger samma dimensioneringsresultat.

$q = 10 \text{ kN/m}^2$ 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 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

- a) Provisoriska valsupplag enligt figur på sidan 34.
- b) $q = 10 \text{ kN/m}^2$ utom på en 4 meter bred strimla utefter väggen som dimensioneras för 50 kN/m^2 och där tillfällig lagring av papper tillåts. (Ytan markeras tydligt i lokalen.)
- c) $Q = 120 \text{ kN}$ godtyckligt placerad inom hela ytan.

5.3.3 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 vagntransport av valsar in i och ut ur maskinhallen. Vagntransporten begränsas till ytan 1-2/B-F och ger 2 st punktlaster max 320 kN på 5 meters avstånd från varandra. Valsbyten sker ca 1 gång per månad, d v s antalet lastcykler under byggnadens livslängd blir relativt litet så att risken för utmattningskan försummas. Halvportalkranen som transporterar pappersrullarna från pappersmaskin till omrullningsmaskin bedöms ha ett stort antal lastcykler. En uppskattning är $20 \times 300 \times 30 = 180.000$ lastcykler under byggnadens livslängd.

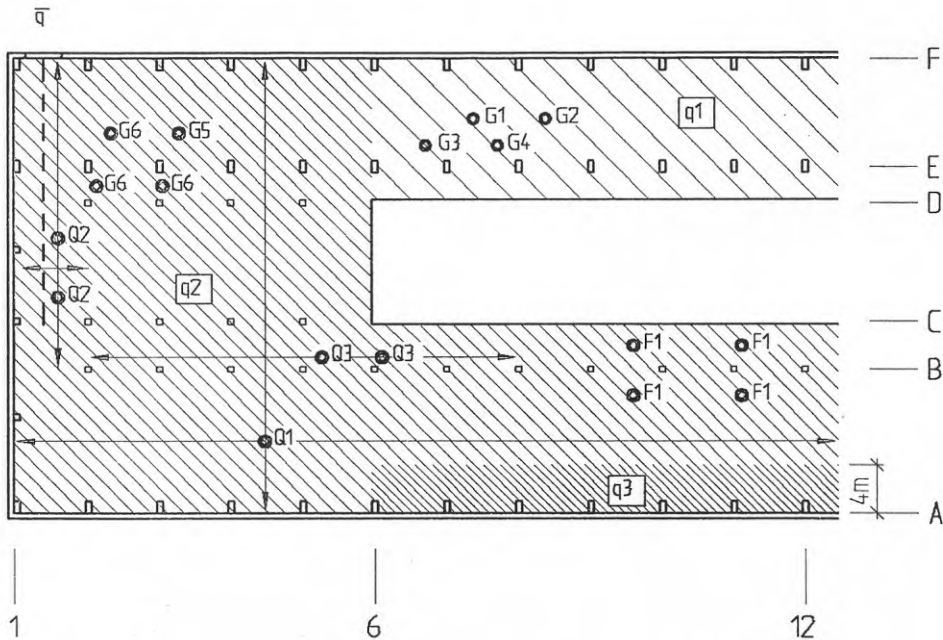
Sammanfattning:

Dimensionera för

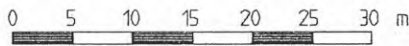
- a) Permanenta "maskinlaster" enligt figur på sidan 34.
- b) $q = 10 \text{ kN/m}^2$.
- c) Halvportalkran 2 x 190 kN. (Antalet lastcykler ~ 180.000.)
- d) Vagntransport av valsar 2 x 320 kN. (Litet antal lastcykler.)
- e) $Q = 120 \text{ kN}$ godtyckligt placerad inom hela ytan.

5.3.4 Resultatredovisning

Ett exempel på resultatredovisning framgår av figur på sidan 34. Resultatredovisning är viktigt. 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.



PLAN +9,50



G ● PERMANENTA BUNDNA KONCENTRERADE LASTER

G1 = 260 kN	drivsidans motorer + fundament
G2 = 240 kN	"- " " " " "
G3 = 110 kN	"- " " " " "
G4 = 80 kN	"- " " " " "
G5 = 85 kN	"- " " " " "
G6 = 40 kN	"- " " " " "

F ● VARIABLA BUNDNA KONCENTRERADE LASTER

F1 = 220 kN / upplag vid valsbyte

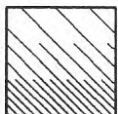
Q ● FRITT RÖRLIGA KONCENTRERADE LASTER

Q1 = 120 kN hela ytan
 Q2 = 320 kN c 5m vagntransport av valsar
 Q3 = 190 kN c 5m halvportalkran

q̄ - - - UNJELAST

q̄ = 25 kN/m rulltransportör

q JÄMNT FÖRDELADE UTBREDDA LASTER

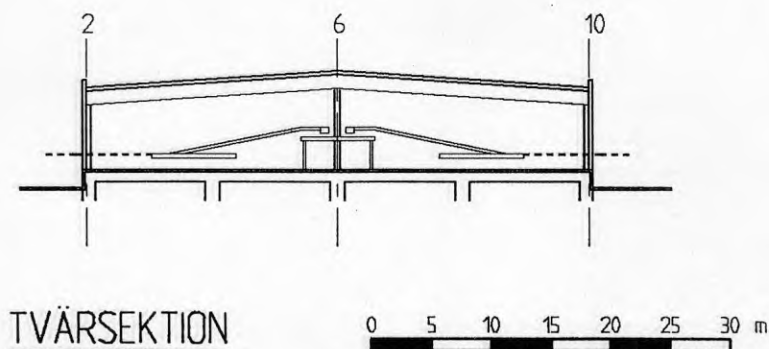
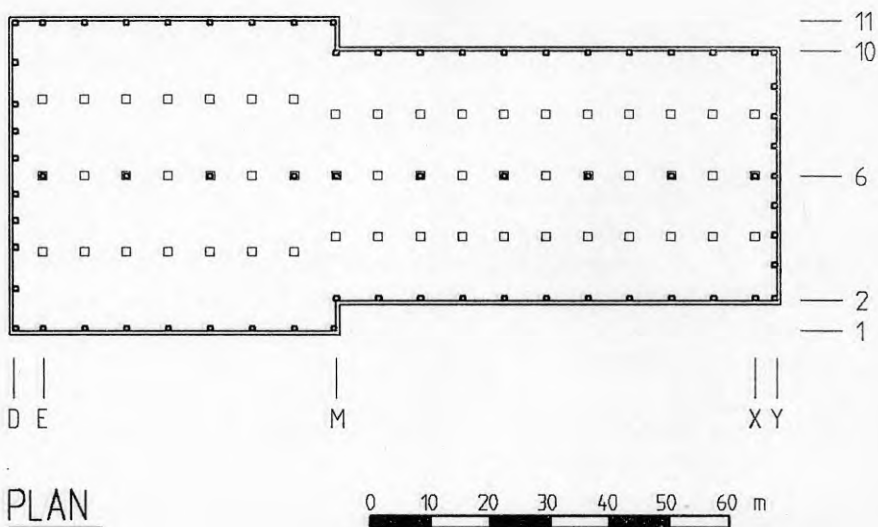


q1 = 5 kN/m²
 q2 = 10 kN/m²
 q3 = 50 kN/m²

6. TILLÄMPNINGSEXEMPEL 2 PAKETSORTERINGSTERMINAL

6.1 Förutsättningar

En ny paketsorteringsterminal skall projekteras. Platta och balkar i sorteringshallens huvudplan skall dimensioneras. Sorteringsutrustningen, som i huvudsak består av ett sinnrikt system av transportörer, är uppställd på balkar och pelare av stål. Några fundament förekommer inte men stålpelarna har i utsatta lägen försetts med påkörningsskydd av betong. I sorteringshallens längdriktning löper centralt en tvåfilig truckgata. Inga permanenta lyftanordningar över utrustningen förekommer.



6.2 Svar på checklistans frågor

<u>Fråga:</u>	<u>Svar</u>
2.1a	Plan +24,40 (hela planet).
2.1b	Minst 10 år, byggnadens totala livslängd beräknas till ca 35 år.
2.1c	Ja, då nuvarande driftsituation endast beräknas verka under ca en tredjedel av byggnadens livslängd är flexibilitet ett krav.
2.2.1a	Rullbana med drift uppskattas till 2 kN/m. Vid in- och utlastningsportar finns mobila teleskopiska bandtransportörer för lossning och lastning av lastbilar. Dessa är kraftigare byggda och antas ha en egentyngd av 60 kN. Runt utsatta stålpelare förekommer dessutom påkörningsskydd av betong med en egentyngd på ca 15 kN.
2.2.1b	Placering framgår av figur på sidan 39.
2.2.2a	Inga sådan laster.
2.2.2b	Maskiner och rullband roterar men ger inte några vibrationer som kan leda till problem.
2.2.2c	Inga stötbelastningar.
2.2.2d	Inga maskindelar har sådan tyngd att de ger någon koncentrerad last av betydelse.
2.2.2e	Försumbara laster.
2.2.2f	-
2.2.3a	Se svar på fråga 2.2.2d.
2.2.3b	Försumbara laster.
2.2.3c	-

- Fråga: Svar
- 2.3.1a Ett paket kan maximalt väga 0,5 kN. Maximal sannolik linjelast från en lång rad av paket ger 1 kN/m.
- 2.3.1b Paket med oklar adressering samt sent ankomna paket med adressater med stora geografiska avstånd och som därför blir kvarlämnade 1 dygn. Dessa förvaras under tiden i gallerförsedda rullpallar (0,8 x 1,2 m) och har en maximal lastkapacitet på 8 kN/st. Denna mellanlagring förekommer endast på markerad yta i ankomstdelen.
- 2.3.1c Nej, ingen svängningslast kan uppstå.
- 2.3.1d Nej, ett fallande paket på 0,5 kN ger små stötblastningar.
- 2.3.1e Nej, inget övrigt materialflöde förekommer.
- 2.3.2a Då paketsorteringssystemet har två sorteringslinjer är sannolikheten för en större paketansamling på grund av driftavbrott mycket liten. Om en ansamling av paket ändå uppstår består den av lastpallar med en maximal tyngd vardera på 4 kN och ett antal sådana pallar motsvaras av en jämnt fördelad last om 4 kN/m²
- 2.3.2b Nej, kan inte förekomma.
- 2.4.1a En truck med maximal last kan väga 35 kN. Dynamiskt tillskott = 20%. Då belastningen kan ligga nästan helt på en axel blir max axeltryck $1,2 \times 35 = 42$ kN.
- 2.4.1b Trucklast förekommer längs samtliga huvudgator och mellan utlastningstransportörer. Trucktrafiken är frekvent vilket kan ge problem bl a vid golvfogar. (Dilatationsfogar kan vid felaktig utformning gå sönder och orsaka skador på truckhjul.)
- 2.4.2 Påkörning kan inträffa genom att en truck kör på ett påkörningsskydd runt en stålpelare. Energin tas upp genom deformation av pall och via betong och armering ner till bjälklaget.

6.3 Utvärdering av svar - dimensionerande nyttig last

Bjälklaget i sorteringshallen antas vara ett balkbjälklag av platsbyggnad betong med primärbalkar c 7 m och sekundärbalkar c 3,5 m. Primärbalkarnas spännvidd är 10,5 m.

6.3.1 Avgångsdelen M - Y

Stålpelare med påkörningsskydd som kommer ner på bjälklaget ger en dimensionerande last på $Q = 50$ kN vilket är ekvivalent med en jämnt fördelad belastning om 5 kN/m². När den teleskopiska bandtransportören är maximalt utfälld under drift kan den ge ett lokalt tryck vid det yttre stödet på 80 kN. En fullastad truck ger en över hela ytan rörlig last på 42 kN.

Sammanfattning:

Dimensionera för

- a) Bunden variabel last från teleskopisk bandtransportör 80 kN.
- b) $q = 5$ kN/m² generellt över hela ytan.
- c) $Q = 42$ kN godtyckligt placerad inom hela ytan.

6.3.2 Ankomstdelen D - M

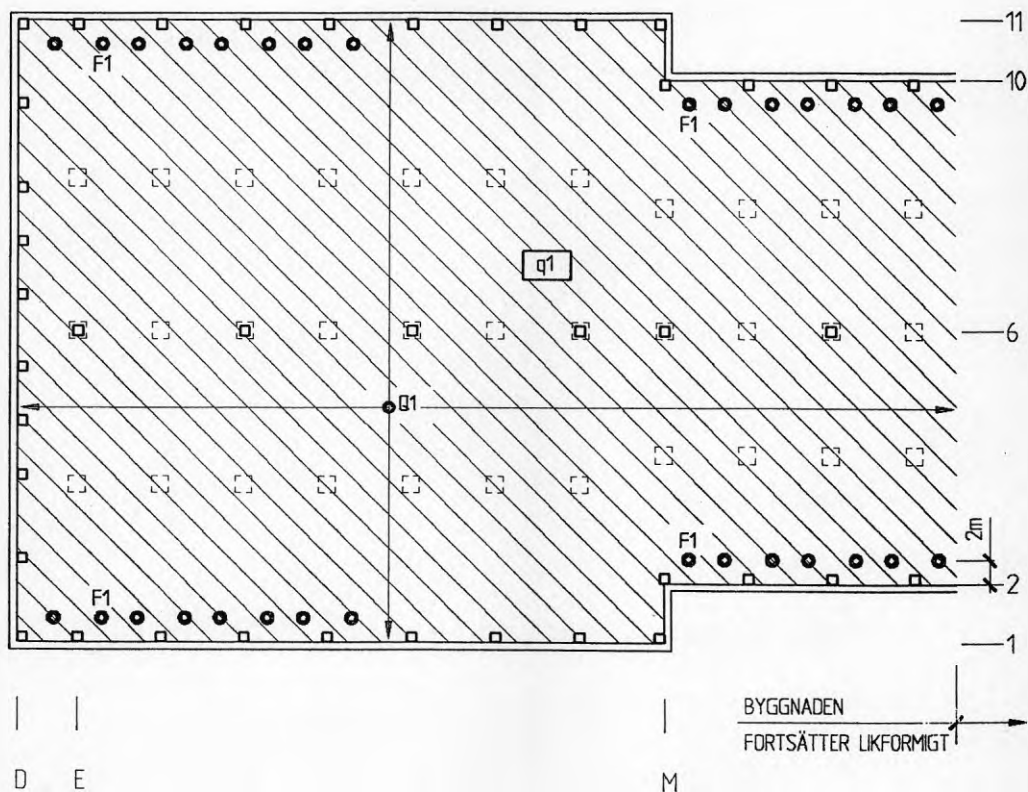
Förutom i avgångsdelen nämnda laster tillkommer last från uppställning av rullbackar på markerade ytor. Fullastade rullbackar antas orsaka en utbredd last på 4 kN/m². Eftersom bjälklaget skall klara flexibilitetskravet att kunna sätta ned en 50 kN last var som helst och detta ger en ekvivalent last på 5 kN/m² behöver inte uppställningsplatsen för rullbackar dimensioneras särskilt.

I övrigt är lasterna lika de i 6.3.1.

Sammanfattning: Se 6.3.1.

6.3.3 Resultatredovisning

Ett exempel på resultatredovisning framgår av figur på sidan 39. Se även kommentarer i kap 5.3.4.



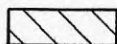
PLAN

0 5 10 15 20 25 30 m

F ● VARIABLA BUNDNA KONCENTRERADE LASTER
F1 = 80 kN Max upplagskraft för teleskopisk bandtransportör

Q ● FRITT RÖRLIGA KONCENTRERADE LASTER
Q1 = 42 kN hela ytan

q JÄMNT FÖRDELADE UTBREDDA LASTER



q1 = 5 kN/m²

R9:1994
ISBN 91-540-5626-8
Bygghälsan, Stockholm

Art.nr: 6814009
Abonnementsgrupp:
Z. Konstruktioner och material

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirka pris: 75 kr inkl moms