



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

R44:1977

Byggnadsstatik

**Ekonomiska leverans-
kvantiteter för
byggmaterial**

482

**Lars Arwidsson
Erik Widerström**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Byggforskningen

R44:1977

EKONOMISKA LEVERANSKVANTITETER
FÖR BYGGMATERIAL

Lars Arwidsson
Erik Widerström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740414-0 från
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för transport-
teknik, CTH, Göteborg.

Nyckelord:
byggnadsekonomi
byggvaror
materialförsörjning
upphandling
kostnader
optimering
leveranser
kvantiteter
byggplatsdata

UDK 69.002.3
69.001.13
658.28

R44:1977

ISBN 91-540-2714-4
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1977

FÖRORD

Detta arbete har möjliggjorts genom anslag från Statens Råd för byggnadsforskning.

Arbetet har utförts i samarbete mellan institutionen för transportteknik, Chalmers tekniska högskola och AB Armerad Betongs Göteborgsavdelning.

Projektarbetet har utförts av:

Lars Arwidsson	Institutionen för transportteknik, CTH
Erik Widerström	Institutionen för transportteknik, CTH

Projektarbetet har regelbundet diskuterats i en referensgrupp bestående av:

Lars Johnsson	AB Armerad Betong
Lars Johnson	Unifors
Bengt Nilsson	Gullfiber
Göran Nilsson	Gullfiber
Åke Nilsson	Junoprodukter AB
Stig Sellfors	LRF

Stor hjälp och många värdefulla synpunkter har erhållits från byggplatsledningen vid byggplats Uddared, AB Armerad Betong samt från materialleverantörer hos vilka studier har utförts. Författarna vill rikta ett varmt tack till ovanstående samt alla övriga som bidragit till arbetets tillkomst.

Göteborg, november 1976

Lars Arwidsson
Projektledare

BAKGRUND	SIDA NR	
1.1	Vad är ekonomisk leveranskvantitet?	5
1.2	Hur mycket finns att tjäna?	6
1.3	När ska arbetsgången användas?	8
PÅVERKADE KOSTNADER		
2.1	Leverantörens kostnader	10
2.2	Transportkostnad	14
2.3	Byggplatsens kostnader	16
AFFÄRSFORMENS INVERKAN		
3.1	Leveransvillkor	20
3.2	Avtalets omfattning och priskonstruktion	22
BESKRIVNING AV ARBETSGÅNGEN		
4.1	Steg 1: Prioritera materialen	25
4.2	Steg 2: Ta fram byggplatsdata	26
4.3	Steg 3: Ta fram produktionssätt hos leverantör och transportförutsättningar	28
4.4	Steg 4: Ta fram för varje material speciella data a Materialdata b Leverantörsdata c Metoddata	29
4.5	Steg 5: Bestäm alternativa leveranskvantiteter	31
4.6	Steg 6: Beräkna och summera delkostnaderna för alternativa leveranskvantiteter	33
4.7	Steg 7: Bedöm och välj lämplig leveranskvantitet	34
BILAGOR		
1	Ställkostnad hos leverantör	38
2	Kostnad för lagring hos leverantören	42
3	Avsändningskostnad	46
4	Transportkostnad	48
5	Mottagningskostnad på byggplats	52
6	Kostnad för lagring på byggplats	54
7	Merkostnad för intransport	59
8	Härledning av formler för framtagning av ekonomisk leveranskvantitet	64
9	Beräkningsuttryck och blanketter	67
10	Fraktikfall	76

1 BAKGRUND

1.1 Vad är ekonomisk leveranskvantitet?

Den leveranskvantitet som, då hänsyn tas till alla påverkade kostnader, ger den lägsta totalkostnaden kallas den ekonomiska leveranskvantiteten.

Metoder för att bestämma ekonomiska leveranskvantiteter presenterades redan i början av 1900-talet. Utgående från ett antal givna förutsättningar söker man bestämma den orderkvantitet, som minimerar summan av lagerhållningskostnader och beordringskostnader. Den klassiska metoden för detta är den s k kvadratrotsformeln eller som den också kallas Wilsonformeln.

I praktiskt bruk slog dessa metoder igenom i den mekaniska verkstadsindustrin under slutet av 50-talet och början av 60-talet och är numera i allmänt bruk.

Inom byggnadsindustrin har metoderna ännu inte använts, beroende på att de i första hand utvecklats för företag med stationära lager och förutsättningarna därför inte varit anpassade till byggnadsindustrins behov.

De klassiska metoderna är alla begränsade till en minimering av "kundens" kostnader och tar inte hänsyn till hur leverantörens kostnader förändras vid ändrad leveranskvantitet.

För att bestämma den ekonomiska leveranskvantiteten måste alla påverkade kostnader (leverantörens, transportörens och byggarens) kunna beräknas för olika leveranskvantiteter och den totalt lägsta kostnaden väljas.

Hur de påverkade kostnaderna förändras vid en ökning av leveranskvantiteten kan man se av nedanstående figur. Leverantörens och transportörens kostnader minskar vid ökad leveranskvantitet, medan byggplatsens kostnader ökar. Detta medför att leverantören och byggarbetaren kommer att ha olika uppfattning om lämpligaste leveranskvantitet. Denna motsättning ökar ytterligare om leverantören betalar externt transporten vilket idag är vanligast.

		Standard- produkter (lagerorder- styrd prod.)	Special- produkter (kundorder- styrd prod.)
L E V E R A N T Ö R	Ställkostnad	→	→ ↘
	Lagringskostnad	→	↘
	Avsändningskostnad	↘	↘
T R A N S P O R T Ö R	Transportkostnad	↘	↘
B Y G G P L A T S	Mottagningskostnad	↘	↘
	Lagringskostnad	↗	↗
	Intransportkostnad	↗	↗

Filarnas riktning anger hur delkostnaderna varierar då leveranskvantiteten ökar.

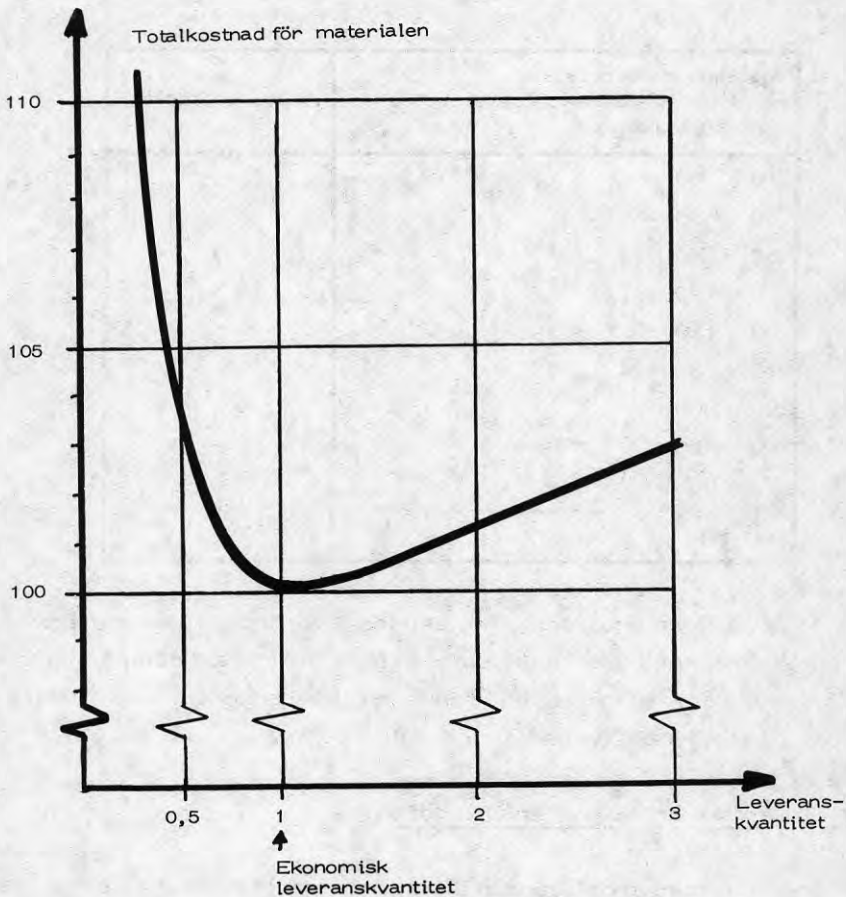
1.2 Besparingsmöjligheter

Vilket ekonomiskt utbyte man får av att använda ekonomiska leveranskvantiteter är beroende av dels hur känslig totalkostnaden är för felaktiga leveranskvantiteter (hur flackt kurvan vid optimum är) och dels av vilken leveranskvantitet man skulle välja om metoden inte utnyttjas.

För att få en uppfattning om detta har byggplats Uddared utanför Göteborg studerats.

Området består av 246 villor, som uppförs med en byggtakt på 0,5 hus per arbetsdag. På området finns gott om lagringsutrymme såväl inomhus (i garage) som utomhus (på planer utanför garagelängorna).

Nedanstående diagram visar hur kostnaderna för materialet (sammansättning av 17 olika studerade material) varierar med leveranskvantiteten.



Man kan ur diagrammet bl a se att det är dyrare att ta hem materialet i för små än i för stora kvantiteter.

Leveranskvantiteterna till Uddared var genomgående för låga. Endast ett av 17 undersökta material levererades i ekonomiska leveranskvantiteter, två levererades i för stora och resterande 14 i för små leveranskvantiteter.

Nedanstående tabell visar hur leveranskvantiteterna till Uddared fördelade sig.

Nuvarande leveranskvantitet i % av ekonomiska leveranskvantitet	Antal material
10 - 30	3
30 - 50	9
50 - 70	2
70 - 90	0
90 - 110	1
110 - 200	1
200 - 300	0
300 - 400	0
400 - 500	1
-----	-----
Summa	17

Om alla de undersökta materialen levererats i ekonomiska leveranskvantiteter hade totalkostnaden (hos leverantör och på byggplats) minskat med cirka 580 kr/hus (motsvarande 2,6 % av materialvärdet) eller för hela området cirka 140.000 kr.

1.3 När ska arbetsgången användas

Syftet med arbetsgången är att ge underlag för val av rätt leveranskvantitet vid seriebyggda småhus. Metoden kan användas både vid objektvis upphandling av material och vid utarbetande av långtidsavtal.

Objektvis upphandling

Vid objektvis upphandling måste, för varje undersökt material, både leverantörens och byggarens kostnader tas fram för olika leveranskvantiteter så att den totalt bästa leveranskvantiteten kan väljas.

Det är här viktigt att redan före materialupphandlingen göra klart för sig vilken leveranskvantitet som är mest ekonomisk, eftersom leveranskvantiteten påverkar både leverantörens och byggplatsens kostnader och därmed är av betydelse för priset.

Det ekonomiska utbytet av att använda metoden ökar med ökad objektstorlek, varför man i första hand bör använda metoden på större objekt. Också vid relativt små objekt finns det emellertid anledning att använda metoden, men då på ett mindre antal material.

Långtidsavtal

Vid upprättande av långtidsavtal kan metoden användas till att differentiera materialpriset med avseende på leveranskvantiteterna, så att varje leverans får bära sina kostnader.

Vid beställning av material är det sedan tillräckligt att undersöka byggplatsens kostnader som tillsammans med det differentierade priset kan ge underlag för val av ekonomisk leveranskvantitet.

Arbetsgången har testats vid upphandling till ett småhusområde i närheten av Göteborg.

De synpunkter och förbättringsförslag som därvid framkom har använts för att göra den så praktiskt användbar som möjligt.

2 PÅVERKADE KOSTNADER

2.1 Leverantörens kostnader

Produktionen hos tillverkaren kan ha två principiellt olika uppläggningar.

Kundorderstyrd produktion. Med detta menas att tillverkningen sätts igång först när en kundorder inkommit och att varje produkt som tillverkas är "öronmärkt" för leverans till en bestämd kund.

Lagerorderstyrd produktion. Med detta menas att produkterna lagervärdas i tillverkarens färdiglager. Tillverkningen av en viss produkt sätts igång när lagernivån för produkten nått ett visst förutbestämt värde.

En och samma tillverkare kan ha båda typerna av produktionsuppläggning för olika delar av sitt sortiment.

Beroende på tillverkningsuppläggning kommer olika delkostnader att påverkas av leveranskvantiteten enligt nedanstående uppställning.

	Kundorderstyrd produktion	Lagerorderstyrd produktion
Ställkostnad	Påverkad	Opåverkad
Lagringskostnad	Påverkad	Opåverkad
Avsändningskostnad	Påverkad	Påverkad

Också vid kundorderstyrd produktion finns ett fall då hänsyn ej behöver tas till ställkostnad och lagringskostnad hos leverantör, nämligen om produkterna ansluter helt till leverantörens "standardsortiment". I detta fall kommer nämligen ställkostnaden inte att kunna hänföras till en enskild order utan slås på samma sätt som vid lagerorderstyrd produktion ut på flera beställningar. Avvägningen mellan ställkostnader och lagringskostnader kommer i så fall inte att påverkas av leveranskvantiteten.

När vi i fortsättningen talar om kundorderstyrd produktion menar vi order som utgörs av specialprodukter som endast levereras till en byggplats.

Nedanstående figur visar hur leveranskvantiteten till byggplats och satsstorlek hos leverantör kan bestämmas. Två fall föreligger, beroende på förhållandet mellan leveranskvantitet och satsstorlek.

Fall I



Fall II



I fall 1 är satsstorleken mycket större än leveranskvantiteten, och här bestäms satsstorlek och leveranskvantitet var för sig. Satsstorleken bestäms genom att ökade lagringskostnader hos leverantör till följd av en ökad satsstorlek avvägs mot minskade ställkostnader. Leveranskvantiteten bestäms genom att ökade lagringskostnader på byggplats till följd av ökad leveranskvantitet avvägs mot minskade administrativa kostnader och minskade transportkostnader.

I fall 2 är satsstorleken och leveranskvantiteten lika stora och här sker all lagring av materialet på byggplatsen. Satsstorleken (= leveranskvantiteten) bestäms här genom att ökade lagringskostnader på byggplats vid en ökning av satsstorleken avvägs mot minskad ställkostnad och minskade administrativa kostnader. I detta fall kommer sällan transportkostnaden att påverka valet, eftersom leveranskvantiteten ofta är så stor att leveransen utgörs av ett antal fulla billass.

2.1.1 Ställkostnad

Denna kostnad påverkas endast vid kundorderstyrd produktion.

Vid denna produktionstyp planerar leverantören in beställningen i en tillverknings-sats, oftast tillsammans med andra beställningar.

Den kostnad som vi måste ta hänsyn till består av:

Kostnad för produktionsplanering. Beställningarna måste brytas ner i tillverkningsoperationer och planeras in i tillverknings-satser. Kostnaden för produktionsplanering räknat per enhet blir beroende av beställningens storlek.

Ställkostnad i produktionen. Maskinerna måste ställas om varje gång man byter produkt i tillverkningen. Kostnaden för detta kallas ställkostnad. Ställkostnaden räknat per enhet blir beroende av hur många enheter av samma slag man tillverkar i satsen.

2.1.2 Lagringskostnad hos leverantören

Lagringskostnaden hos leverantören påverkas inte av förändringar i leveranskvantiteten om leverantören har lagerorderstyrd produktion. Detta beror på att lagernivån i leverantörs-lagret inte bestäms av enskilda order. Varje artikel hålls här i lager så att leverans kan ske direkt när ordern kommer in.

Hos de leverantörer som har kundorderstyrd tillverkning kan emellertid lagringskostnaderna påverkas av leveransstorleken.

Lagringskostnaden består av två delkostnader:

- Kostnaden för lageryta
- Kapitalkostnaden för produkter i lager

Båda dessa delkostnader är proportionella mot mängden lagrade produkter. Kostnaden för lageryta påverkas endast på sikt om lagerförhållandena ändras.

2.1.3 Avsändningskostnad

Varje avsändning av material från leverantören orsakar en kostnad, här kallad avsändningskostnad. Avsändningskostnadens storlek, räknat per enhet blir alltså beroende av leveranskvantiteten.

I samband med en godsavsändning sker vanligen följande arbeten hos leverantören:

- Avropsmottagning
- Avropsbehandling
- Leveransplanering
- Uttag ur lager och lastning av fordon
- Fakturering

Många byggmaterial säljs genom en eller flera mellanhänder. Avsändningskostnaden bör innefatta också de kostnader som uppstår i dessa led.

2.2 Transportkostnad

Huvuddelen av allt byggmaterial transporteras mellan producent och byggplats med lastbil. Lastbilstransporten utförs med egna bilar eller av något åkeriföretag med vilket leverantören har avtal. Vid transport med egna bilar beräknar man transportkostnaden enligt självkostnad. Avtal med inhyrda åkare är antingen baserade på åkeriförbundets frakttaxa, och fraktkostnaden beräknas enligt denna taxa minus en avtalad rabatt, eller på ett avtal som i möjligaste mån ansluter till åkarens självkostnad.

Materialtypen kommer i viss mån att påverka hur man beräknar transportkostnaden. För material med stor åtgång kommer transporten i de flesta fall att ske med egna bilar, eller med inhyrda bilar med självkostnadsbaserat avtal. För material med liten åtgång beräknas vanligen transportkostnaden enligt Åkeriförbundets avtal.

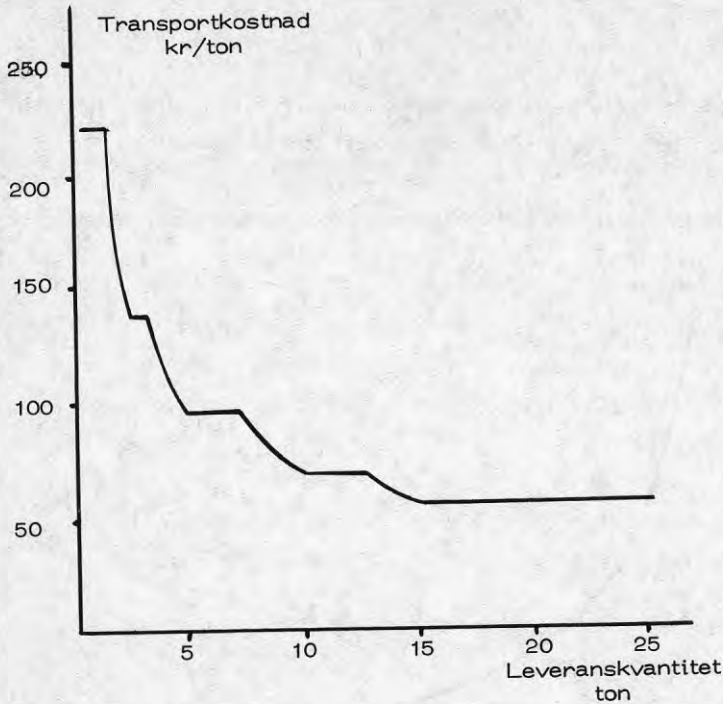
2.2.1 Åkeriförbundets frakttaxa

Frakttaxan är för närvarande uppbyggd i 6 viktsklasser där leveransstorleken bestämmer viktklass. Nedanstående diagram visar hur fraktkostnaden i kr/ton beror på leveransstorleken vid ett bestämt transportavstånd.

Intressanta leveransstorlekar finns vid sprången i frakttaxan. Observera att transportkostnaden är konstant vid leveransstorlekar över 15 ton.

Rabatt på frakttaxan är vanligt. Dessa kan vara betydande och skall tas hänsyn till.

Åkeriförbundets frakttaxa kommer under våren 1977 att ändras. Utformningen av den nya taxan är i skrivande stund inte klar.



2.2.2 Självkostnad för transporten

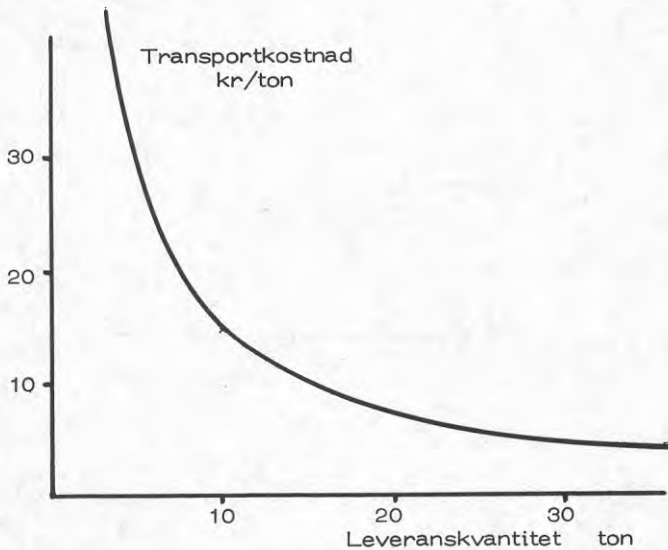
Självkostnad för transporten används dels då leveransstorleken motsvarar fulla billass och dels då leverantören har goda möjligheter att samlasta gods till flera byggplatser inom samma region.

Om goda samlastningsmöjligheter finns kan vi förutsätta att bilarna alltid går fulla under större delen av transportsträckan. Leveransstorleken kommer då endast att påverka transportkostnaden genom att antalet lossningsplatser blir fler vid små leveranser.

Det räcker alltså att ta hänsyn till de fasta kostnader som uppkommer vid lossningen på byggplatsen samt fordonets förflyttningskostnad mellan "vår" byggplats och nästa byggplats där lossning ska ske. De övriga kostnaderna lastningskostnad, förflyttningskostnad och direkt lossningskostnad är per enhet räknat oberoende av leveranskvantiteten till "vår" byggplats.

Mätningar har visat att marginalkostnaden för lossning är i storleksordningen 100 - 250 kr/byggplats i en storstadsregion.

Den marginella transportkostnaden utslaget per ton framgår av nedanstående diagram.



2.3 Byggplatsens kostnader

De kostnader på byggplatsen som påverkas av en förändrad leveranskvantitet är:

- Mottagningskostnad
- Lagringskostnad
- Kostnad för intransport

2.3.1 Mottagningskostnad

Mottagningskostnaden på byggplats är en fast kostnad förknippad med varje leverans. Räknat per enhet minskar mottagningskostnaden med ökad leveranskvantitet.

Kostnaden består av:

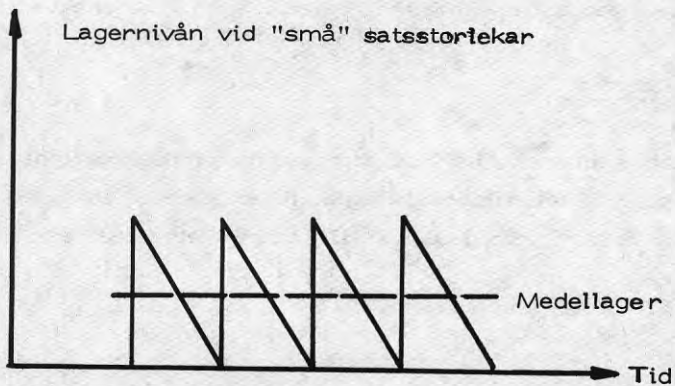
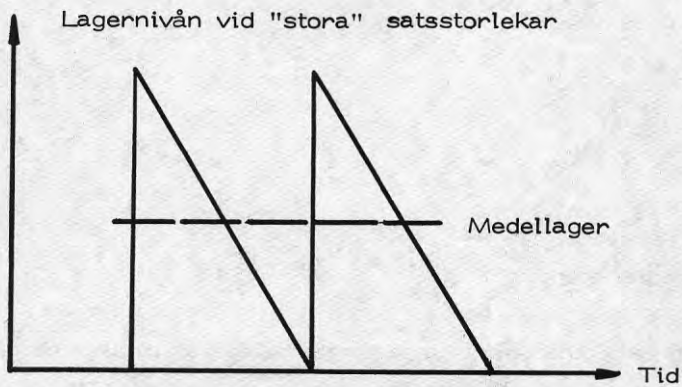
- Kostnad för leveransbevakning
- Kostnad för leveransmottagning
- Kostnad för fakturabehandling
- Ställkostnad vid lossning

2.3.2 Lagringskostnad på byggplats

Lagringskostnaden på byggplats kan delas upp i två delkostnader:

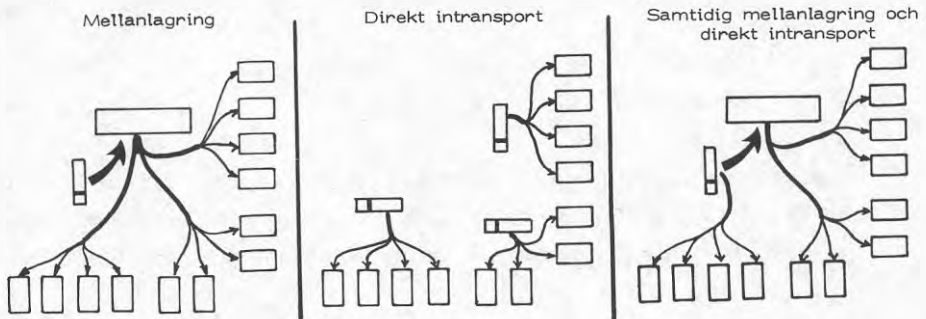
- Kapitalkostnad för lagrat material
- Kostnad för lagerplats

Båda dessa kostnader är proportionella mot lagernivån och kommer att öka med ökad leveranskvantitet. Figuren nedan visar hur lagernivå ändras vid "stora" respektive "små" hemtagningskvantiteter.



2.3.3 Kostnad för intransport

Transporten av materialet till arbetsplatsen (intransporten) kan ske på tre sätt, enligt nedanstående figur.



Direkt intransport

Vid direkt intransport lossas materialet från bilarna och transporteras in i husen direkt vid lossningen eller omedelbart efter denna. Denna metod kan endast användas vid relativt små leveranskvantiteter.

Mellanlagring

Vid större leveranskvantiteter måste materialet mellanlagras på byggsplatsen. Vid mellanlagring lossas materialet vid en lagerplats på bygget och lagras där. Intransporten till husen sker sedan från mellanlagret.

Samtidig mellanlagring och direkt intransport

För en del material kan ett tredje intransportalternativ vara intressant. Alternativet innebär att en del av leveransen transporteras in direkt medan resten mellanlagras på byggplatsen.

Den billigaste av de tre metoderna, direkt intransport, kan användas endast vid relativt små leveranskvantiteter. Vid stora leveranskvantiteter måste man tillgripa någon av de två andra dyrare metoderna.

För att jämföra olika leveranskvantiteter är det tillräckligt att beräkna merkostnaden för metoderna med mellanlagring jämfört med direkt intransport.

3 AFFÄRSFORMENS INVERKAN

Möjligheterna att enkelt uppnå ekonomiska leveranskvantiteter är beroende av under vilken affärsform materialet upphandlas. De faktorer som i detta sammanhang främst spelar in är:

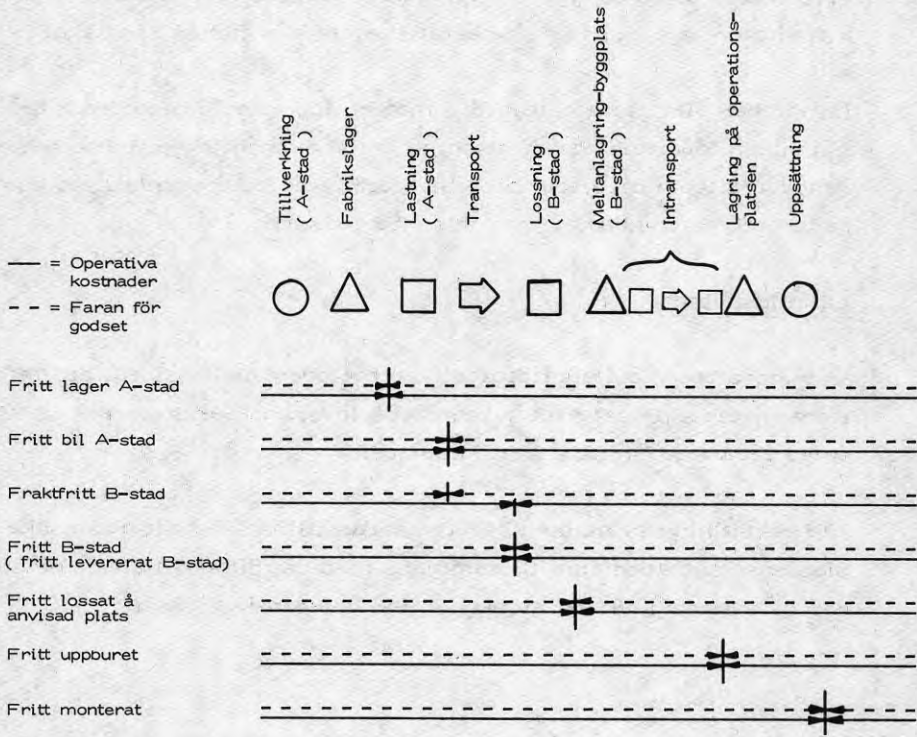
- Leveransvillkoren (t ex fritt lager, fritt bil, fraktfritt, fritt levererat)
- Avtalets omfattning (t ex objektvis upphandling eller långtidsavtal).
- Priskonstruktionen (om priset är differentierat med avseende på leveranskvantiteten).

3.1 Leveransvillkor

Med leveransvillkor avses här var i materialflödet de olika parternas kostnadsansvar upphör respektive börjar. Man skiljer mellan var godset avlämnas (vem som står faran för godset) och vem som bestrider de operativa kostnaderna. T ex vid leveransvillkoret fraktfritt avlämnas godset då det är lastat på bilen, vilket betyder att köparen står faran för godset under transporten. Frakten betalas emellertid i detta fall av säljaren (se nedanstående figur).

Ekonomiska leveranskvantiteter skulle vara enklast att uppnå om någon av parterna stod för samtliga de kostnader som påverkas av leveranskvantiteten. Detta förekommer endast om säljaren också monterar sitt material. Vid alla övriga leveransvillkor kommer både säljarens och köparens kostnader att påverkas av leveranskvantiteten.

Vanligaste leveransvillkor inom byggnadsindustrin är fritt levererat eller fraktfritt. Vid båda dessa leveransvillkor står leverantören för transportkostnaden. Detta är mest naturligt eftersom leverantören normalt har de största möjligheterna att samordna olika leveranser.



3.2 Avtalets omfattning och priskonstruktion

Objektvis upphandling

Vid objektvis upphandling måste, för varje undersökt material, både leverantörens och byggarens kostnader tas fram för olika leveranskvantiteter så att den totalt bästa leveranskvantiteten kan väljas.

Det är här viktigt att redan före materialupphandlingen göra klart för sig vilken leveranskvantitet som är mest ekonomisk, eftersom leveranskvantiteten påverkar både leverantörens och byggplatsens kostnader och därmed är av betydelse för priset.

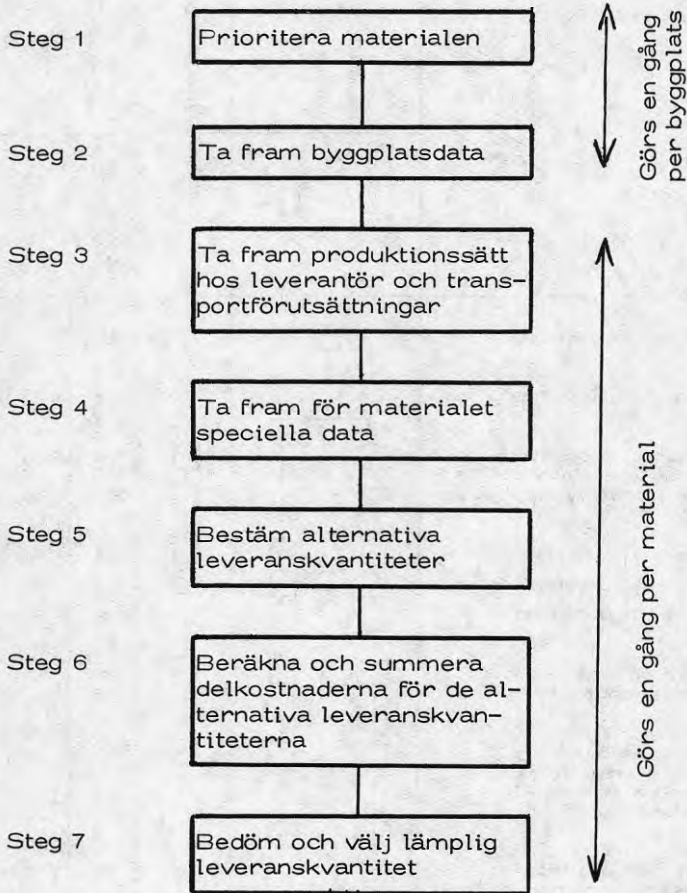
Långtidsavtal

Vid upprättande av långtidsavtal kan metoden användas till att differentiera materialpriset med avseende på leveranskvantiteterna, så att varje leverans får bära sina kostnader.












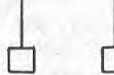

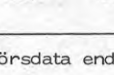
Vid beställning av material är det sedan tillräckligt att undersöka byggplatsens kostnader som tillsammans med det differentierade priset kan ge underlag för val av ekonomisk leveranskvantitet.

4 BESKRIVNING AV ARBETSGÅNGEN

Arbetsgången är uppdelad i sju steg. De två första stegen görs en gång per byggplats medan de fem sista görs en gång per undersökt material. Arbetsgången beskrivs schematiskt i nedanstående bild.



Hur arbetsgången kan användas i olika situationer.

	Inköp till nytt område		Upprättande av långtidsavtal	Hänvisning	
	Objektavtal skall slutas	Långtidsavtal finns		Arbetsgång	Bilagor
Steg 1: Prioritera materialen				25	
Steg 2: Ta fram bygplatsdata				26	52 , 54
Steg 3: Ta fram a) produktions-sätt hos leverantör och b) transportförutsättningar.				28	38
				28	48
Steg 4: Ta fram a) Materialdata b) Leverantörsdata c) Metoddata				29	54
				30	38 , 42
				30	59
Steg 5: Bestäm alternativa leveranskvantiteter				31	64
Steg 6: Beräkna och summera delkostnaderna för de alternativa leveranskvantiteterna.				33	67 , 76
Steg 7: Bedöm och välj lämplig leveranskvantitet				34	76

1) Vid långtidsavtal avses med leverantörsdata endast det differentierade priset.

Denna sida finns även sist i rapporten.

4.1 Steg 1: Prioritera materialen

För att få största möjliga utbyte av arbetet bör materialen prioriteras så att de som ger bästa ekonomiska utbytet behandlas först.

Som prioriteringsmall kan följande tjäna:

- 1 Välj först ut de material som per hus betingar högsta pris.
- 2 Välj därefter ut de vikts- och/eller volymmässigt största materialen bland återstoden.
- 3 Ju större objekt ju fler material väljs ut för undersökning.

Material med högt pris per hus bör alltid undersökas då leverans i ekonomisk leveranskvantitet ofta ger stora besparingar för dessa material.

De vikts- och/eller volymmässigt största materialen kommer att i stor utsträckning påverka lagringskostnader och transportkostnader både inom och utom byggplatsen även om materialen är lågvärda. Ett felaktigt val av leveransstorlek för denna materialtyp medför stora extrakostnader.

Ju större objektet är ju fler material kan undersökas, eftersom totala besparingen för varje material blir större ju mer material som levereras. Vid små objekt är vidare ofta leveranskvantiteten given av objektets storlek.

4.2 Steg 2: Ta fram byggplatsdata

Vid de kommande beräkningarna behöver man vissa uppgifter om byggobjektet. Dessa behöver endast tas fram en gång per byggplats. Uppgifter behövs angående:

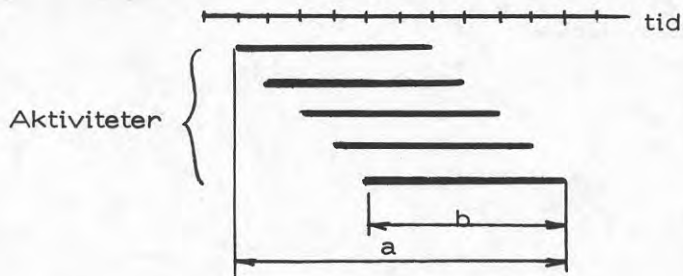
- Byggtakt
- Byggplatslager
- Leveransmottagning
- Ränta vid byggplatslagring

Byggtakt

Vid småhusproduktion anges materialåtgången i byggtakt räknat i hus per arbetsdag.

Byggtakten kan beräknas på två olika sätt:

- A Antalet hus som byggs dividerat med totala byggtiden (a i figuren nedan).
- B Antalet hus som byggs dividerat med den tid under vilken materialet monteras (b i figuren nedan).



Schematisk produktionstidplan

Använd metod B, som bättre återspeglar takten på materialförbrukningen. I vissa fall kan olika produktionsskeden på byggplatsen ha olika byggtakt. Om så är fallet, ta fram de olika byggtakterna och använd för varje material den byggtakt, som gäller för detta.

Byggtakten kommer att påverka följande delkostnader:

- Lagring hos leverantören
- Lagring på byggplatsen

Indirekt kommer ställkostnaden hos leverantören att påverkas.

Byggplatslager

Bestäm först möjliga lagerplatser på byggplatsen. Beräkna därefter kostnaden för lagerytan för varje typ av byggplatslager. I bilaga 6 finns exempel från byggplats Uddared på denna beräkning. Vi fann att ytkostnaden var för lagring i garage - 0,24 kr/effektiva m² och arbetsdag och under presenning - 0,093 kr/effektiva m² och arbetsdag.

Leveransmottagning

Varje leverans till byggplatsen medför en fast kostnad kallad mottagningskostnad. Denna omfattar administrativt arbete för ett avrop från byggplatsen. Vidare ingår ställtid vid lossningen för personal och utrustning. Se vidare bilaga 5.

Ränta vid byggplatslagring

Byggarens internränta kommer att användas vid beräkning av kapitalkostnad för lagring på byggplats.

4.3 Ta fram produktionssätt hos leverantör och transportförutsättningar

Tillverkarens produktionssätt är av betydelse för vilka kostnader man bör ta hänsyn till vid en jämförelse mellan olika leveransstorlekar.

Leverantörens produktion kan ha två principiellt olika uppläggningar.

Kundorderstyrd produktion. Med detta menas att tillverkningen sätts igång först när en kundorder inkommit och att varje produkt som tillverkas är "öronmärkt" för leverans till en bestämd kund.

Lagerorderstyrd produktion. Med detta menas att produkterna lagervärdas i tillverkarens färdiglager. Tillverkningen av en viss produkt sätts igång när lagernivån för produkten nått ett visst förutbestämt värde.

En och samma tillverkare kan ha båda typerna av produktionsuppläggning för olika delar av sitt sortiment.

Beroende på tillverkningsuppläggning kommer olika delkostnader att påverkas av leveranskvantiteten enligt nedanstående uppställning.

	Kundorderstyrd produktion	Lagerorderstyrd produktion
Ställkostnad	Fåverkad	Opåverkad
Lagringskostnad	Påverkad	Opåverkad
Avsändningskostnad	Fåverkad	Fåverkad

På samma sätt som produktionsuppläggningen kan vara olika kan också externttransporten från tillverkare till byggplats vara organiserad på olika sätt, med olika typer av transportavtal som följd.

Transportkostnaden baseras vanligen på någon av följande principer:

- Självkostnad för transporten. Detta gäller om leverantören har egna bilar. Också många transportavtal med utomstående åkare baseras på självkostnadsprincipen. Detta är till exempel vanligt då en åkare uteslutande kör för en leverantör eller har en stor del av sin fordonspark engagerad för en leverantör. Leverantören brukar här sträva efter att samlasta gods till flera närbelägna kunder i samma tur.
- Åkeriförbundets taxa. Många transportavtal baseras på Åkeriförbundets taxa, normalt med en viss rabatt.

Ta reda på vilken transportuppläggning som gäller för det material som skall behandlas. I bilaga 4 behandlas beräkningen av transportkostnaden närmare.

4.4 Steg 4: Ta fram för varje material speciella data

Vid de kommande beräkningarna behöver man vissa uppgifter specifika för varje material. Dessa data kan indelas i:

- Materialdata (tas fram en gång per material)
- Leverantörsdata (tas fram för varje tänkbar leverantör)
- Metoddata

Materialdata

Till arbetsgången hör vissa så kallade materialdata, som endast behöver tas fram en gång per material. Om långtidsavtal redan finns behöver man endast uppgift om materialvärde.

- Materialvärde. Räkna i enheten kr/hus eller motsvarande. Se bilaga 6.
- Erforderlig lageryta. Räkna i effektiv lageryta/hus. Ta hänsyn till lagerplats och beräkna med hänsyn till materialets förpackning nödvändig lageryta. Se bilaga 6.

- Fraktvikt i ton/hus då Åkeriförbundets frakttaxa används.
- Materialmängd motsvarande "fullt billass" då självkostnaden för transporten används.

Leverantörsdata

Förutom avsändningskostnad och transportavståndet behöver övriga leverantörsdata endast tas fram för material med KUNDORDERSTYRD PRODUKTION.

- Avsändningskostnad. Räkna i kr/leverans. Kostnaden omfattar ordermottagning, orderbehandling och avsändning hos leverantören. Se bilaga 3.
- Ställkostnad. Räkna i kr/sats. Se bilaga 1.
- Erforderlig lageryta hos leverantör. Räkna i effektiv lageryta/ hus. Uppgift hämtas från leverantören. Se bilaga 2.
- Lagertyp. Uppgift hämtas från leverantören. Se bilaga 2.
- Ränta. Uppgift hämtas från leverantören. Se bilaga 2.
- Transportavstånd från leverantören.

Metoddata

Olika leveranskvantiteter medför att olika intransportmetoder kan användas (direkt intransport eller mellanlagring). För att beräkna merkostnaden vid intransport via mellanlager behövs följande data.

- Lagkostnad i kr/tim. Med lagkostnaden avses kostnaden för arbetslaget som utför intransporten. Se bilaga 7.
- Tidskillnaden mellan de olika metoderna i tim/hus. Se bilaga 7.

4.5 Steg 5: Bestäm alternativa leveranskvantiteter

För att bestämma den ekonomiska leveranskvantiteten måste vi finna den leveranskvantitet där summan av alla påverkade kostnader är minst. Sökandet kan förenklas genom att minimum bara kan inträffa vid vissa förutsebara kvantiteter nämligen:

- De kvantiteter där någon av de påverkade kostnaderna ändras språngvis.
- Den kvantitet där summan av de påverkade kostnaderna har ett flackt minimum.

De alternativa leveranskvantiteterna som bör väljas ut för vidare undersökning är:

Största möjliga leveranskvantitet som medger direkt intransport

Denna leveranskvantitet är alltid intressant att undersöka, då den innebär ett minimum av påverkbara kostnader för byggaren. Över denna leveranskvantitet kommer nämligen intertransportkostnaden att öka med ett språng.

Sprången i transportkostnaden

Taxebaserad transportkostnad.

Alternativa leveranskvantiteter finns vid kvantiteter omedelbart över sprången i frakttaxan. Troligast är att den mest intressanta finns vid leveransstorlekar i översta tariffklassen. Detta innebär leveranser över 15 ton.

Självkostnad för transporten.

Om transportkostnaden beräknas enligt självkostnad bör man alltid undersöka leveranskvantiteten "fulla billass". Denna leveranskvantitet medför lägsta möjliga transportkostnad.

För material med långtidsavtal skall man här istället undersöka de kvantiteter där priset ändras språngvis.

Optimering vid större leveransstorlekar

Vid större leveransstorlekar än som framkommit ovan finns en alternativ leveranskvantitet, som kan vara intressant att undersöka. Denna tas fram genom summering och derivering av de påverkade kostnaderna.

Nedanstående formel kan användas vid framtagningen av denna leveranskvantitet.

$$M = \sqrt{\frac{50.000 D (K_A + B + A)}{Q \cdot R + 25.000 \cdot Y \cdot Z}} \quad \text{där:}$$

- D = Byggtakt i hus/arbetsdag
- K_A = Ställkostnad hos leverantör i kr/sats. (Vid lagerorderstyrd produktion sätts $K_A = 0$). (Se bilaga 1).
- B = Avsändningskostnad hos leverantör i kr/leverans. (Se bilaga 3).
- A = Mottagningskostnad på byggplats i kr/leverans. (Se bilaga 5).
- Q = Materialvärde i kr/hus.
- R = Räntesats på byggplats i %.
- Y = Ytbehov för lagring på byggplats i m^2 /hus. (Se bilaga 6).
- Z = Ytkostnad för lagring på byggplats i kr/m^2 och arbetsdag. (Se bilaga 6).

Den ur formeln framtagna leveranskvantiteten avrundas till en ur mottagnings- och transportsynpunkt lämplig leveranskvantitet (helt antal fulla billass). Formeln finns härledd i bilaga 8.

4.6 Steg 6: Beräkna och summera delkostnaderna för de alternativa leveranskvantiteterna

För de i föregående steg framtagna alternativa leveranskvantiteterna skall nu delkostnaderna beräknas och summeras.

Beroende på produktionssätt hos leverantör ska hänsyn tas till olika delkostnader enligt nedanstående tabell.

Delkostnad	Lagerorderstyrd produktion	Kundorderstyrd produktion
Ställkostnad		X
Lagerkostnad - leverantör		X ¹⁾
Avsändningskostnad	X	X
Transportkostnad	X	X
Mottagningskostnad	X	X
Lagringskostnad - byggplats	X	X
Merkostnad för intransport	X ²⁾	X ²⁾

1) Observera att i det fall leverantörens satsstorlek är lika med leveranskvantiteten blir denna kostnad noll, eftersom inget material då lagras hos leverantören.

2) Vid direkt intransport är denna kostnad noll.

Om materialet är prisdifferentierat med avseende på leveranskvantiteten skall delkostnaderna ställkostnad, lagringskostnad hos leverantör, avsändningskostnad och transportkostnad ersättas med materialkostnaden vid respektive leveranskvantitet.

Exempel på användande av arbetsgången finns i bilaga 10 - praktikfall.

4.7 Steg 7: Bedöm och välj lämplig leveranskvantitet

För att kunna välja leveranskvantitet måste hänsyn tas till:

- De i föregående steg framräknade kostnaderna.
- Risken för skador och stöld under lagringen på byggsplatsen.
- Risken för och konsekvenserna av materialbrist.

Risken för skador och stöld

Storleken av skade- och stöldkostnaden är ofta mycket svår att bedöma. Vissa kriterier kring de alternativa leveransstorlekarna kan emellertid underlätta bedömningen.

- 1 Om den totala kostnaden enligt föregående steg är minst för alternativet med direkt intransport av materialet, förstärks differensen i kostnader om hänsyn tas till skade- och stöldkostnad.
- 2 Om metoden med mellanlagring har lägst totalkostnad, måste man före valet göra en bedömning av den ökade skade- och stöldrisken då materialet mellanlagras på byggsplats.

För att underlätta en sådan bedömning kan man undersöka hur stor vinsten vid mellanlagring på byggsplats är jämfört med direkt intransport och t ex uttrycka denna i % av varuvärdet.

Som ledning vid uppskattningen av skadekostnadens storlek kan nedanstående tabell tjäna. Observera att den i tabellen angivna skadekostnaden innefattar alla skador fr o m det materialet lastas hos leverantören t o m det befinner sig inne i husen.

Material	Skade- frekvens %	Total skade- kostnad % av pris	Andel klimatska- dor av totalt	Andel skador vid intern- transport och förvaring av totalt
Gips	1,3	0,2	0-10 %	30-45 %
Mineralull	0,1	0,1	-	-
Skåp	8,0	3,1	0-5 %	55-65 %
Dörrar	4,5	1,0	0-5 %	55-65 %
Toalettstolar	1,5	1,0	0	15-20 %
Badkar	3,5	2,0	0	15-25 %
Kyl & frys	3,0	0,5	0	20-25 %
Spisar	3,0	0,5	0-5 %	30-40 %

Källa: Förpackningshandbok för byggmaterial (1976).

Risken för stöld av materialet är beroende av hur materialet lagras och var byggplatsen är belägen. Vid låsbara lagringsutrymmen (t ex i garage) är stöldrisken liten, varför det ibland kan finnas skäl att utnyttja denna lagringsform även om lagringskostnaden då blir något större.

Risken för och konsekvenserna av materialbrist

Med bristkostnad avses den kostnad som uppstår om materialet inte finns på plats vid planerat produktionstillfälle.

Genom att ta hem materialet i stora kvantiteter minskar man sannolikheten för brist, eftersom det på byggplatsen då finns en buffert av material. Härigenom minskas också kostnaderna till följd av brist.

Bristkostnaderna är olika för olika typer av material. De största bristkostnaderna förorsakas av:

- Stommaterial. Dessa material förorsakar ofta stopp i byggproduktionen vid brist.
- Specialprodukter. Dessa material lagerförs ej och kan ofta inte utbytas mot andra.
- Material med lång avropstid. En brist på dessa material blir långvarig och får därigenom värre konsekvenser för bygget.

För att bedömma om en ökad leveranskvantitet kan vara motiverad för att minska sannolikheten för brist bör man emellertid också ta hänsyn till att det finns andra metoder för att minska bristkostnaderna.

Dessa åtgärder är av tre olika typer:

- A Förebyggande av bristorsakerna
- B Buffertering av material
- C Åtgärder som lindrar konsekvenserna av brist

Förebyggande av bristorsakerna

Exempel på åtgärder av denna typ är:

- Förpackningsutveckling, för att minska hantering-, transport- och lagringsskador.
- Utveckling av rutiner och hjälpmedel som minskar felexpedieringen och felbeställningar.
- Aktiv leveransbevakning.
- Bevakning för att minska stölderna.

Buffertering av material

Genom att lägga upp ett säkerhetslager kan man ta upp störningar i materialflödet så att sannolikheten för brist minskar.

Säkerhetslagret kan antingen placeras hos leverantören eller på byggsplatsen. Rent allmänt gäller att ju närmare användningsplatsen säkerhetslagret placeras ju fler av bristorsakerna garderar man sig för. Detta tyder alltså på att säkerhetslagret skall placeras på byggsplatsen. Samtidigt gäller emellertid att om säkerhetslagret betjänar flera byggsplatser kan det relativt sett göras mindre. Detta tyder på att säkerhetslagret skall placeras hos leverantören.

Den bästa placeringen av säkerhetslagret är troligen på byggsplatsen då det gäller specialprodukter och hos leverantören då det gäller standardprodukter.

Ett sätt att minska riskerna för brist kan vara att övergå från specialprodukter till standardprodukter och därigenom utnyttja ett redan befintligt säkerhetslager hos leverantören.

Ibland kan det vara möjligt att genom att ändra intransportmetod skaffa sig en materialbuffert utan att dra på sig några extra kostnader. Exempel på detta finns på Uddared, för gipsskivor och spånskivor. Man har här övergått till att lyfta in gipsskivorna och spånskivorna i huset i samband med takstolsmontaget. Detta medför att intransporten blir billigare samtidigt som man skaffar sig en materialbuffert så att bygget inte störs omedelbart även om leveransstörningar skulle uppstå.

Åtgärder som lindrar konsekvenserna av brist

Exempel på åtgärder inom denna kategori kan vara konstruktionsändringar som medför att bygget kan fortsätta trots att materialet ej byggs in på planerad tidpunkt.

1 Ställkostnad hos leverantör

Bakgrund

Ställkostnaden är den fasta kostnad, som uppkommer vid varje tillverkningsstillfälle. Kostnaden består dels av kostnad för produktionsplanering och dels av kostnad för omställning av tillverkningen från en artikelvariant till en annan. Ställkostnaden kan påverka valet av leveranskvantitet endast vid KUNDORDERSTYRD PRODUKTION. Storleken av ställkostnaden beror på leverantörens produktionsteknik.

Vid minimering av alla påverkbara kostnader hos leverantör och på byggplats, kommer ställkostnaden inte alltid att påverka valet av leveranskvantitet.

Om en materialbeställning ansluter helt till en leverantörs "standard-sortiment" kommer inte ställkostnaden att påverka valet av leveranskvantitet beroende på att omställningarna i produktionen ej kan hänföras till en enskild order. Valet av leveranskvantitet påverkas i detta fall endast av leverantörens avsändningskostnad, transportkostnaden och byggplatsens kostnader.

Om ordern utgörs helt av specialprodukter, som endast levereras till en byggplats, kommer ställkostnaden att påverka valet av leveranskvantitet. Valet av leveranskvantitet kan i detta fall inte göras isolerat från valet av satsstorlek.

Nedanstående figur visar hur leveranskvantiteten till byggplats och satsstorleken hos leverantör kan bestämmas. Två fall föreligger, beroende på förhållandet mellan leveranskvantitet och satsstorlek.

1 Leveranskvantiteten mycket mindre än satsstorleken.



2 Leveranskvantiteten lika med satsstorleken.



Anm: Pilarna anger hur delkostnaden påverkas av ökad satsstorlek eller ökad leveranskvantitet.

I fall 1 är satsstorleken mycket större än leveranskvantiteten, och här bestäms satsstorlek och leveranskvantitet var för sig. Satsstorleken bestäms genom att ökade lagringskostnader hos leverantör till följd av en ökad satsstorlek avvägs mot minskade ställkostnader, och leveranskvantiteten genom att ökade lagringskostnader på byggplats till följd av ökad leveranskvantitet avvägs mot minskade administrativa kostnader och minskade transportkostnader.

I fall 2 är satsstorlek och leveranskvantitet lika stora och här sker all lagring av materialet på byggplatsen. Satsstorleken (= leveranskvantiteten) bestäms här genom att ökade lagringskostnader på byggplats vid en ökning av satsstorleken avvägs mot minskad ställkostnad och minskade administrativa kostnader. I detta fall kommer inte transportkostnaden att påverka valet, eftersom leveranskvantiteten är så stor att leveransen utgörs av ett antal fulla billass.

Beräkning

Ställkostnaden är uppbyggd av två delar, där storleken av varje del beror på graden av specialtillverkning. Delkostnaderna är:

- Kostnad för produktionsplanering
- Ställkostnad i produktionen

Produktionsplaneringen består främst av en arbetsberedning för varje enskild order. Denna nedbryts till interna beredningslistor och sammandrag. Leverantören genomför härvid bedömningar beträffande satsstorlekar för varje artikelvariant. Arbetsberedningen kan karaktäriseras som ett administrativt arbete för varje enskild order, så att materialet skall kunna produceras. Förväxla således ej detta med arbete för avropsmottagning, avsändning och fakturering hos leverantören.

Den sammanlagda ställkostnaden räknat per sats består enligt ovan av två delar:

- En fast - kostnad för produktionsplanering
- En rörlig del - ställkostnad i produktionen

Den rörliga delen varierar med antal artikelvarianter.

Erfarenhetsvärden

I nedanstående tabell redovisas ställkostnaden för två undersökta material vid byggplats Uddared. Materialen skiljer sig beträffande produktionsuppläggning. Fönster tillverkas helt enligt beställarens önskemål. Man har således en ren specialtillverkning. Utförandet av skåpen sker helt enligt leverantörens standard, vilket gör att ställkostnaden i produktionen inte behöver beaktas. Att kostnaden för produktionsplanering trots detta finns med beror på att vid byggplats Uddared tillåtes husägaren att bestämma färgval på luckor och dörrar.

Material	Kostnad för produktionsplanering (kr/order)	Ställkostnad i produktionen (kr/variant)
Fönster	250	250
Skåp	90	-

Angivna kostnader är uppmätta vintern 1976.

Känslighet

Genom att undersöka hur förändringar av ställkostnaden kommer att påverka det slutgiltiga valet av leveranskvantitet samt det eventuella fel man gör sig skyldig till i totalkostnaden, erhåller man ett mått på känsligheten för varje delkostnad.

Ställkostnaden kommer ej att påverka valet av ekonomisk leveranskvantitet för två undersökta material på byggplats Uddared.

2 Lagring hos leverantören

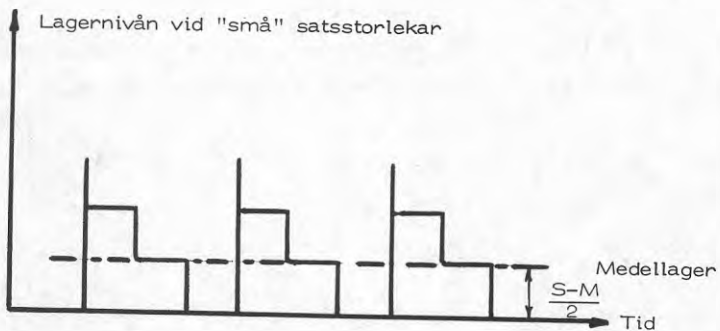
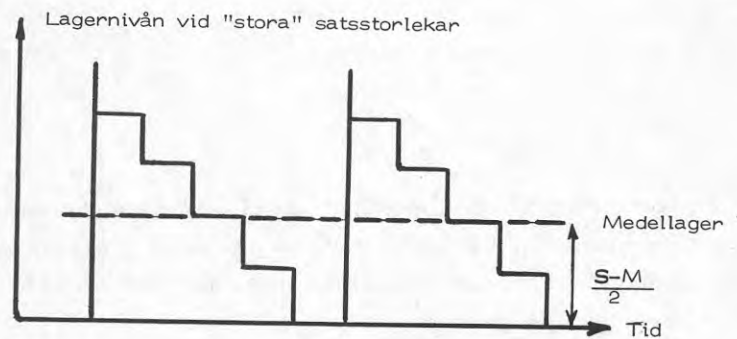
Bakgrund

Om leveranskvantiteten är mindre än leverantörens satsstorlek kommer den del av satsen som inte levereras att mellanlagras hos leverantören. Denna mellanlagring påverkar valet av leveranskvantitet endast vid KUNDORDERSTYRD PRODUKTION.

Kostnaden för mellanlagring hos leverantören består av:

- Kostnaden för lageryta
- Kapitalkostnaden för produkter i lager

Båda dessa delkostnader är direkt proportionella mot mängden lagrade produkter.



Beräkning

Kostnaden för mellanlagring hos leverantören består av två delkostnader nämligen:

- Kostnaden för lageryta (C_B)
- Kapitalkostnaden för produkter i lager (C_C)

Dessa delkostnader påverkas av följande variabler.

Variabel	Beteckning	Enhet
Ytkostnad för lagringsutrymme	Z	Kr/m ² och arbetsdag
Erforderlig lageryta	Y	m ² /hus
Byggtakt	D	Hus/arbetsdag
Materialvärde	Q	Kr/hus
Ränta	R	%

Kostnad för lageryta kan beräknas med hjälp av nedanstående formel:

$$C_B = \frac{Y \cdot Z}{2 \cdot D} \cdot (S - M) \quad (\text{kr/hus})$$

S = Satsstorleken i hus/sats

Kapitalkostnaden för produkter i lager kan beräknas med hjälp av nedanstående formel:

$$C_C = \frac{Q \cdot R}{50.000 \cdot D} \cdot (S - M) \quad (\text{kr/hus})$$

Formlerna finns härledda i bilaga 9.

Ytkostnad för lagringsutrymme

För att ta fram lagerhållningskostnaderna hos leverantören kan man resonera på olika sätt. Vilket sätt som bör användas beror i vilket tidsperspektiv man vill arbeta och på de förhållanden som råder hos leverantören.

- 1 Marginalkostnaden för ökad eller minskad lagervolym, kan användas om man vill arbeta i ett kort tidsperspektiv. Om leverantören har outnyttjad lagerkapacitet blir marginalkostnaden för lageryta noll.
- 2 Självkostnad. Omfattar underhåll, drift och avskrivningar av redan uppförd lagerlokal. Lagervolymen anses även räcka till en ökad lagring då leveranskvantiteterna förändras.
- 3 Utbyggnadskostnad. Leverantörens lager anses ej räcka till för utökad lagring, varför nybyggnation av lagerutrymmen behövs. Man kan räkna med standardkostnader för ett nybyggt lager på cirka:

Kallager	110 - 130 kr/m ² och år
Värmlager	200 - 250 kr/m ² och år

Lagerytan ovan avser total lageryta. Med total lageryta menar man hela lagerytan inklusive gångar o s v. Effektiv lageryta anger det utrymme som utnyttjas för lagring. Effektiv lageryta utgör normalt 30 - 60 % av total lageryta.

Friserna anges i prisnivån 1976.

Erforderlig lageryta

Behovet av lageryta bestäms främst av materialets dimensioner och stapelbarhet. Vissa material levereras buntade för att underlätta hanteringen och öka stapelbarheten. Jämför här med fönster och dörrar som ofta levereras i form av enhetslaster.

Den erforderliga lagerytan bör, för att få rätt storleksordning, räknas som en effektiv lageryta. I tabellen redovisas den erforderliga lagerytan hos leverantören för två material från byggplats Uddared.

Material	Erforderlig lageryta hos leverantör (effektiva m ² /hus)
Fönster	4,2
Skåp	7

Känslighet

Kostnaden för lagring hos leverantören påverkade ej valet av optimal leveranskvantitet, för två studerade material, skåp och fönster. Optimering av påverkbara kostnader visade att det var mest fördelaktigt att leverera hela satsen till byggplatsen och därvid förekom ingen lagring hos leverantören vid denna leveranskvantitet.

3 Avsändningskostnad

Bakgrund

Varje avsändning från en leverantör medför en kostnad, kallad avsändningskostnad. Denna kostnad kommer räknat per enhet att minska med ökad leveranskvantitet.

Avsändningskostnaden påverkar valet av leveranskvantitet, oberoende av produktionstyp för materialet.

Beräkning

Vid varje godsavsändning från leverantören genomförs ett härmed förknippat arbete. Omfattningen av arbetet varierar hos olika leverantörer. Normalt sker dock följande arbeten hos leverantören.

- Avropsmottagning
- Avropsbehandling
- Leveransplanering
- Fakturering

Många byggmaterial säljs genom en eller flera mellanled. Avsändningskostnaden bör då också omfatta de kostnader som uppstår i dessa mellanled.

Erfarenhetsvärden

För tre material från byggplats Uddared har avsändningskostnaden beräknats. Skillnaden i avsändningskostnad beror dels på skilda produktionstyper och dels på skilda avsändningsrutiner.

Material	Produktionstyp	Uppskattad avsändningskostnad (kr)
Fönster	Kundorderstyrd produktion	170
Skåp	Kundorderstyrd produktion	170
Mineralull	Lagerorderstyrd produktion	70

Kostnaderna är uppmätta våren 1976.

Lika för de tre materialen är att avsändningskostnaden i tabellen ovan endast speglar leverantörens egna kostnader. Kostnaden för avsändning om avrop sker via ett eller flera mellanled har inte beräknats.

Känslighet

Material	Normvärde (kr)	Möjlig avvikelse från normvärde utan att leveranskvantiteten förändras
Fönster	170	påverkar ej
Skåp	170	påverkar ej
Mineralull	70	0 - 192
Gips	170	0 - 454
Spånskivor	170	0 - 560

Då avsändningskostnaden understiger 200 kr påverkas inte den ekonomiska leveranskvantiteten för något material på byggsplats Uddared.

4 Transportkostnad

Bakgrund

Huvuddelen av allt byggmaterial transporteras mellan producent och byggplats med lastbil.

Transporten utförs med egna bilar eller med något åkeriföretag med vilken leverantören har avtal. Dessa är antingen baserade på Åkeriförbundets frakttaxa eller på ett avtal som i möjligaste mån ansluter till åkarens självkostnad.

Transportsätt	Transportkostnad
Egna bilar	Självkostnad
Inhyrda bilar	Självkostnadsbaserad taxa
Linjebilar	Åkeriförbundets frakttaxa

Transportsättet är materialberoende på så sätt att vid transport av material med stor åtgång per hus samt vid stora leveransstorlekar sker transporten oftast på egna bilar, eller med inhyrda bilar med självkostnadsbaserat avtal. Om leveransstorleken är mindre sker samlastning av material till flera byggplatser inom samma region, förutsatt att underlag finns.

För material med liten åtgång per hus beräknas oftast transportkostnaden enligt Åkeriförbundets frakttaxa, eftersom leverantörer av dessa material sällan har möjlighet att själva fylla upp en hel lastbil till någon region.

Storleken av transportkostnaden är beroende på transportsättet varför det är viktigt att välja med verkligheten överensstämmande transportsätt. Kontakt med leverantör ger ett säkert besked om transportsättet.

Beräkning

Åkeriförbundets frakttaxa

Frakttaxan är f n uppbyggd i 6 viktsklasser. Dessa beror på leveransstorleken enligt nedanstående tabell.

FRAKTSATSTABELL för sändningar över 100 kg i inrikestrafiken

Km	TARIFF						Km	TARIFF						Km	TARIFF					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
	101-499 kg	500-2499 kg	2500-4999 kg	5000-9999 kg	10000-14999 kg	15000 kg o. över		101-499 kg	500-2499 kg	2500-4999 kg	5000-9999 kg	10000-14999 kg	15000 kg o. över		101-499 kg	500-2499 kg	2500-4999 kg	5000-9999 kg	10000-14999 kg	15000 kg o. över
	Fraktsatsen i öre (inkl. m.v.-skatt) per 100 kg							Fraktsatsen i öre (inkl. m.v.-skatt) per 100 kg							Fraktsatsen i öre (inkl. m.v.-skatt) per 100 kg					
20	1890	1040	750	490	340	330	420	6300	4070	2430	1630	1140	1060	1300	11090	7350	4920	3380	2380	2220
40	1810	1040	600	500	370	250	40	6340	4100	2580	1710	1190	1160	50	11360	7570	4680	3400	2450	2280
60	2130	1470	990	620	400	360	60	6440	4240	2650	1750	1220	1140	1400	11620	7760	4910	3510	2530	2320
80	2490	1730	1020	660	420	410	80	6500	4250	2690	1780	1260	1190	50	11920	7920	4910	3570	2570	2360
100	2630	1980	1110	680	490	460	500	6650	4330	2740	1900	1310	1200	1500	12230	8130	5020	3700	2640	2420
20	2970	2050	1190	750	540	520	50	6340	4520	2910	2030	1410	1200	50	12470	8340	5020	3780	2680	2490
40	3260	2130	1340	800	570	560	600	7180	4630	3100	2140	1500	1410	1600	12750	8520	5170	3610	2750	2560
60	3640	2300	1440	860	600	580	50	7480	4690	3280	2290	1590	1470	50	13010	8730	5270	3900	2810	2590
80	3910	2400	1510	930	640	610	700	7750	4710	3380	2400	1680	1550	1700	13310	8930	5370	3980	2860	2640
200	4220	2630	1650	950	680	650	50	8030	4790	3540	2510	1750	1600	50	13610	9060	5400	4110	2950	2690
20	4440	2600	1750	1050	730	670	600	8260	4820	3630	2570	1800	1650	1800	13880	9320	5570	4150	2970	2600
40	4720	3010	1810	1100	770	700	50	8560	4820	3730	2660	1870	1700	50	14150	9500	5630	4220	3070	2640
60	4980	3160	1930	1170	860	740	900	8830	4790	3860	2740	1930	1770	1900	14410	9700	5740	4280	3140	2870
80	5240	3330	1990	1200	870	770	50	9030	4930	3940	2810	1960	1820	50	14720	9930	5840	4370	3170	2950
300	5510	3550	2090	1310	910	800	1000	9410	4910	4040	2910	2010	1870	2000	14960	10090	5910	4450	3250	2980
20	5680	3610	2130	1350	940	870	50	9670	4980	4150	2990	2100	1930	50	15250	10270	6010	4500	3300	3050
40	5330	3730	2240	1420	960	910	1100	9560	4970	4250	3050	2130	1980	2100	15520	10480	6100	4620	3350	3140
60	5950	3850	2270	1460	1030	940	50	10260	4970	4360	3140	2220	2040	50	15830	10680	6150	4700	3420	3160
80	6270	3870	2350	1520	1030	950	1200	10510	4950	4400	3240	2260	2110	2200	16090	10870	6250	4770	3480	3200
400	6190	4030	2420	1580	1100	1010	50	10780	4970	4520	3300	2320	2130							

Ur godstaxan kan fraktsatsen bestämmas, med hänsyn till leveransavstånd och sändningens fraktvikt. Som leveransavstånd räknas landsvägsavstånd. Fraktvikten beräknas efter godsslag enligt nedanstående tabell.

Godsslag	Frakttaxa efter	Ex på material
Tungt	Sändningens bruttovikt	Gips Trä, buntat Spånskivor
Skrymmande	250 kg/m ³	Isolering
Svårstuvat	1350 kg/flakmeter	Skåp Fönster Dörrar

Enligt fraktsatsen ändras fraktkostnaden språngvis vid tariffgränserna. Om taxan gällde "bokstavligt" skulle detta innebära att en ökning av leveransstorleken i vissa fall skulle medföra en minskning av sändningens fraktkostnad. För att undvika detta undersöks alltid om frakten blir lägre vid närmast högre tariffs nedre fraktgräns. Den lägre frakten väljs därefter.

Exempel

Om t ex en 4-tonns sändning skall sändas 200 km beräknas först frakten enligt tariff 3. $40 \times 16,50 = 660$ kr och därefter enligt tariff 4:as nedre tariffgräns (5 ton): $50 \times 9,5 = 476$ kr. Här väljs alltså frakten enligt tariff 4, eftersom detta ger lägsta frakt.

På den framräknade frakten ges ofta betydande rabatter till större kunder.

Självkostnad för transporten

Självkostnad för transporten används dels då leveransstorleken motsvarar fulla billass och dels då leverantören har goda möjligheter att samlasta gods till flera byggplatser inom samma region.

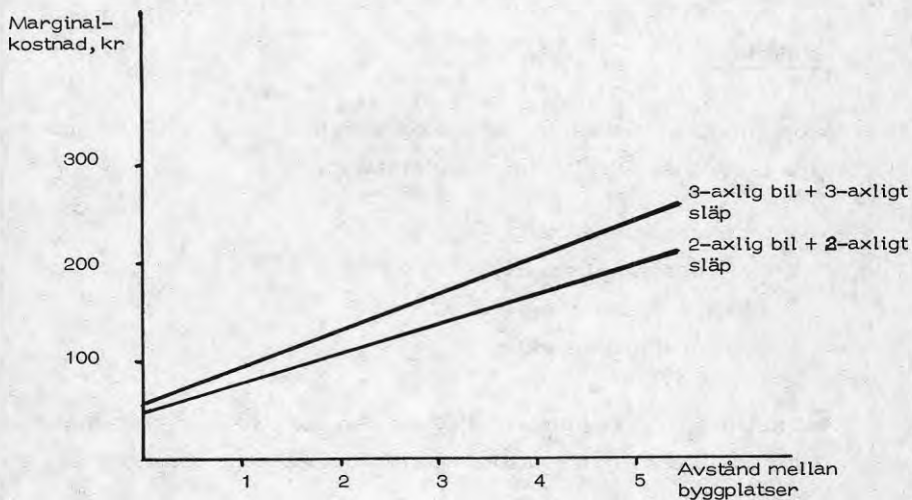
Om goda samlastningsmöjligheter finns kan vi förutsätta att bilarna alltid går fulla under större delen av transportsträckan. Leveransstorleken kommer då endast att påverka transportkostnaden genom att antalet lossningsplatser blir fler vid små leveranser.

Det räcker alltså att ta hänsyn till de fasta kostnader som uppkommer vid lossningen på byggplatsen samt fordonets förflyttningskostnad mellan "vår" byggplats och nästa byggplats där lossning ska ske. De övriga kostnaderna lastningskostnad, förflyttningskostnad och direkt lossningskostnad är per enhet räknat oberoende av leveranskvantiteten till "vår" byggplats.

Mätningar på byggplats Uddared har visat att den fasta lossningstiden är cirka 0,6 timmar per lossningstillfälle.

Inom en storstadsregion kan man anta att avståndet mellan två byggplatser som erhåller material samtidigt är relativt litet (1 - 5 mil). Det ger en marginalkostnad på 100 - 250 kr per lossningstillfälle.

Marginalkostnaden för transporten framgår av nedanstående diagram.



5 Mottagningskostnad på byggplats

Bakgrund

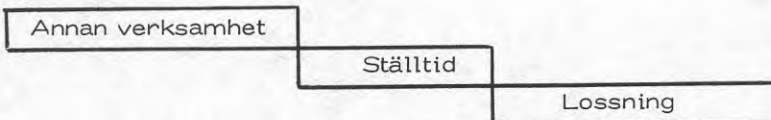
Vid varje materialleverans förorsakas byggplatsen en kostnad, kallad mottagningskostnad. Mottagningskostnaden räknat per enhet minskar med ökad leveranskvantitet. Mottagningskostnaden på byggplats påverkar valet av leveranskvantitet oberoende av produktionstyp för materialet.

Beräkning

Mottagningskostnaden kan anses som en fast kostnad förknippad med varje leverans. Den består av kostnad för:

- Leveransbevakning
- Leveransmottagning
- Fakturabehandling
- Ställtid vid lossning

Med ställkostnad vid lossning avses den ställtid som personal och hjälpmedel behöver för att kunna påbörja egentlig lossning.



Erfarenhetsvärden

För en medelleverans till byggplats Uddared uppgår mottagningskostnaden till 210 kr.

Kostnadsslag	Tidsåtgång i mantimmar/leverans
Leveransbevakning } Leveransmottagning }	2.23
Fakturabehandling	0.43
Stålltid vid lossning	0.34
Mottagningskostnad	3.0

En mantimme motsvarar en kostnad av 70 kr (våren 1976). Mottagningskostnaden blir då 210kr/leverans.

Material	Normvärde	Möjlig avvikelse från normvärde utan att leveranskvantiteten förändras (kr)
Fönster	210	-
Skåp	210	-
Mineralull	210	0 - 330
Gips	210	0 - 490
Spånskivor	210	-

Storleken av mottagningskostnaden påverkas i liten utsträckning valet av ekonomisk leveranskvantitet.

6 Kostnad för lagring på byggplats

Beräkning

När leveranskvantiteten överstiger största möjliga kvantitet som kan transporteras in direkt till produktionsstället, måste hela eller delar av leveransen mellanlagras på annan plats. Kostnaden för denna lagring består av två delar:

- Kostnad för lageryta (C_G)
- Kapitalkostnad för material i lager (C_H)

Båda dessa delkostnader är proportionella mot mängden lagrat material.

Delkostnaderna påverkas av följande variabler.

Variabel	Beteckning	Enhet
Ytkostnad för lagringsutrymme	Z	Kr/m ² och arbetsdag
Erforderlig lageryta	Y	m ² /hus
Byggtakt	D	Hus/arbetsdag
Materialvärde	Q	Kr/hus
Ränta	R	%

Kostnad för lageryta kan beräknas med hjälp av nedanstående formel.

$$C_G = \frac{Y \cdot Z \cdot M}{D \cdot 2} \quad (\text{kr/hus})$$

M = Leveranskvantiteten i hus/leverans

Kapitalkostnaden för material i lager kan beräknas med hjälp av nedanstående formel:

$$C_H = \frac{Q \cdot R \cdot M}{50.000 \cdot D}$$

Ytkostnad för lagringsutrymme

För mellanlagring på byggplatsen måste provisoriska lagerutrymmen tas i anspråk.

Det vanligaste är att lagra materialet utomhus under presenning. Ibland finns på byggplatsen sådana ytor som utan något arbete kan tas i anspråk för lagring. Kostnaden för lageryta blir i detta fall kostnaden för presenningshyra.

Ibland måste provisoriska lagerytor iordningställas på byggplatsen. Vanligen kan man då utnyttja någon yta som ändå måste iordningställas innan bygget är klart t ex parkeringsplatser. Kostnaden för lageryta blir i detta fall kostnaden för presenningshyra + kapitalkostnaden för tidigareläggandet av markarbetena.

Vid småhusområden skall ofta fristående garage uppföras. Ett mycket bra sätt att skaffa sig en låsbar lagerlokal är att tidigarelägga garagebygget. Kostnaden för lageryta blir i detta fall kapitalkostnaden för tidigareläggandet av garagebygget.

I exemplet nedan visas hur man beräknar ytkostnaden för lagring på byggplatsen. Observera att man räknar i effektiva lagerytor. Vidare gäller uppgifterna förhållanden vid byggplats Uddared.

1 Lagring under presenning.

Hyreskostnad (kr/presenning och arbetsdag)	0.56
Presenningsyta (m ²)	30
Effektiv lageryta/presenning (m ²)	6

Ytkostnad för lagringsutrymmen =

$$= \frac{0.56}{6} = 0.093 \text{ kr/effektiva m}^2 \text{ och arbetsdag}$$

2 Lagring i garage.

Garagekostnad (kr/enhet)	7200
Garageyta (m ² /enhet)	24
Ytutnyttjning	0.5
Räntesats (%)	10

Ytkostnad för lagringsutrymmen =

$$= \frac{7200 \cdot 10}{250 \cdot 100 \cdot 24 \cdot 0.5} = 0.24 \text{ kr/effektiva m}^2 \text{ och arbetsdag}$$

Erforderlig lageryta

Behovet av lageryta bestäms främst av materialets dimensioner och stapelbarhet. Vissa material t ex fönster och dörrar levereras buntade, i enheter lätta att hantera med truck. Enhetslastbildningen gör att materialet även blir stapelbart. I tabellen nedan är erforderlig lageryta redovisad för några studerade material på byggplats Uddared.

Material	Lagringsplats	Erforderlig lageryta (m ² /hus)
Fönster	Presenning	12
Skåp	Garage	7
Mineralull	Presenning	10
Gips	Presenning	4,6

Materialvärde

Vid upphandlingen av ett material bestäms priset enligt fyra huvudprinciper:

- 1 Fast pris
- 2 Rörligt index
- 3 Fast pris under bestämd tidsperiod, sedan index (språngvis ändr.)
- 4 Rörligt index (språngvis ändring)

Vid produktion av småhus i serier är priset i regel fast under en viss tidsperiod, t ex närmaste årsskifte och därefter regleras priset efter index. Detta regleras branschvis. Uppgifter om förändringar av index kan erhållas från Statistiska Centralbyrån i Stockholm eller genom respektive branschorganisation.

Ränta

Räntesats för material i lager används internräntan inom byggföretaget. Denna avspeglar kostnaden för krediter inom byggföretaget utan hänsyn till ett enskilt objekts finansiering. Storleken av internräntan är vanligen någon eller några procent högre än kreditivräntan.

Observera att för material där priset bestäms av rörligt index kommer räntan att motverkas av index vid lagring på byggplatsen (man kan göra inflationsvinster).

Känslighet

Storleken av lagringskostnaden påverkar direkt valet av leveranskvantiteten. Genom att den framräknade ekonomiska leveranskvantiteten avrundas till ett jämt antal fulla billass, tillåts förhållandevis stora variationer i lagringskostnader.

I tabellen nedan redovisas tillåtna avvikelser för några material från byggplats Uddared.

Material	Normvärde	Möjlig avvikelse från normvärde utan att leveranskvantiteten förändras (kr/hus ²)
Fönster	2.65	0 - 7.45
Skåp	2.35	0 - 16.4
Mineralull	1.58	påverkas ej
Gips	1.60	påverkas ej
Spånskivor	0.44	0.33 - 4.3

Ekonomisk leveranskvantitet för mineralull och gips innebär direkt intransport på byggplatsen , varför kostnaden för lagring inte påverkar valet av ekonomisk leveranskvantitet.

7 Merkostnad för intransport

Bakgrund

Intransporten på byggsplatsen kan ske på tre sätt:

- Direkt intransport.

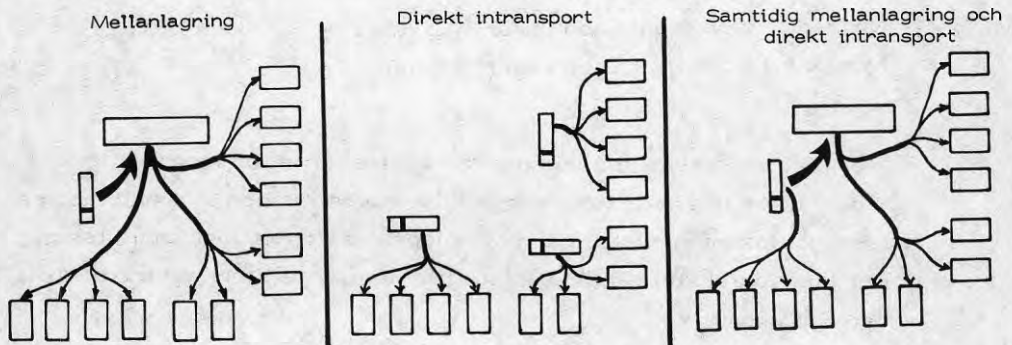
Materialet lossas direkt från bilen och transporteras in i husen vid lossningen eller omedelbart efter denna.

- Via mellanlager.

Materialet lossas vid anvisat lager på byggsplatsen och mellanlagras där. Intransport till husen sker sedan från mellanlagret.

- Samtidig mellanlagring och direkt intransport.

Med merkostnad för intransport avses skillnaden mellan kostnad för intransport via mellanlager och för direkt intransport.



Beräkning

Genom att undersöka vilka moment som ingår i intransporten kan lika moment kvittas mot varandra.

VIA MELLANLAGER	DIREKT INTRANSFORT
<u>Lossning</u> 1 Traktor till lossningsplats. 2 1 man till lossningsplats. 3 Lossning. 4 Intransport i lager (eller täckning med pressenning).	<u>Lossning</u> A Traktor till lossningsplats. B 1 man till lossningsplats. C Lossning.
<u>Intransport</u> 5 Traktor till lager. 6 1 man till lager. 7 Uttransport ur lager (eller av täckning). 8 Transport lager - hus. 9 Inbärning	D Inbärning

Moment 5 = Moment A och sker lika ofta.

Moment 6 = Moment B och sker lika ofta.

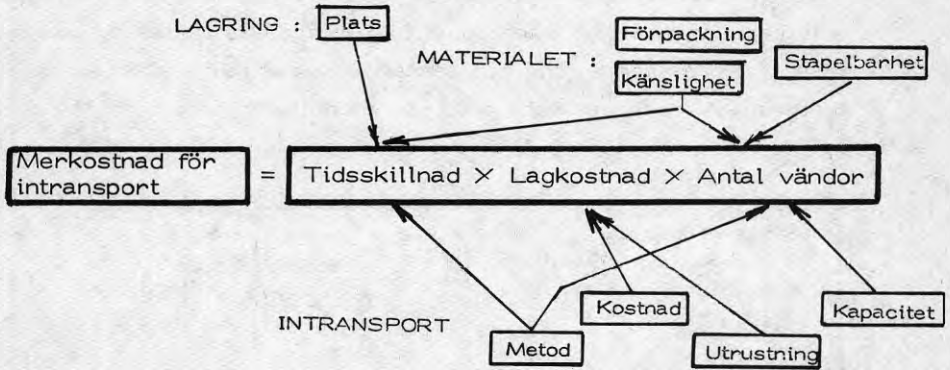
Moment 3 = Moment C och sker lika ofta.

Moment 9 = Moment D och sker lika ofta.

Merkostnaden är alltså summan av kostnaderna för moment 1, 2, 4, 7 och 8. Av dessa är kostnaderna för moment 1 och 2 (traktor och en man till lossningsplats) vid mellanlagringsalternativet små utslaget per hus och vi kan därför bortse från dem. Återstår gör moment 4, 7 och 8 d v s:

- Intransport i lager
- Uttransport ur lager
- Transport lager-hus

Merkostnaden för intransport beräknas enligt:



Erfarenhetsvärden

Tidsskillnaden mellan metoderna med intransport via mellanlager och direkt intransport har uppmätts på byggplats Uddared, och redovisas i nedanstående tabell. Intransporten har här skett med hjullastare och transportavståndet var i medeltal cirka 55 m.

För lagring i garage:

Intransport i lager (3 min)	=	=	0,05 tim/stuv
Uttransport ur lager (3 min)	=	=	0,05 tim/stuv
Cykeltid t o r (2 min)	=	=	<u>0,033 tim/stuv</u>
Metodtid			0,133 tim/stuv
Drifttid (Apl = 30 %)	=	=	<u><u>0,20 tim/stuv</u></u>

För lagring under presenning.

Täckning (5 min/stuv)	=	=	0,083 tim/stuv
Avtäckning (5 min/stuv)	=	=	0,083 tim/stuv
Cykeltid t o r (2 min)	=	=	<u>0,033 tim/stuv</u>
Metodtid			0,20 tim/stuv
Drifttid (Apl = 30 %)	=	=	<u><u>0,30 tim/stuv</u></u>

Erfarenhetsvärden från byggplats Uddared på merkostnaden för intransport via mellanlager jämfört med direkt intransport redovisas i nedanstående tabell.

Material	Lagerplats	Utrustning vid intransport	Merkostnad för intransport (mantim/hus)
Fönster	Presenning	Hjullastare	0,64
Skåp	Garage	Vagn	1,43
Mineralull	Presenning	Hjullastare	0,93
Gips	Presenning	Hjullastare	2,14
Spånskivor	Presenning	Hjullastare	0,36

Samtidig mellanlagring och direkt intransport har för några studerade material vid byggplats Uddared inte inneburit någon förändring av ekonomisk leveranskvantitet. I tabellen redovisas vilka besparingar man erhåller vid detta intransportalternativ jämfört med att intransport sker via mellanlager för hela leveransen.

Material	Besparing av materialvärde (%)
Fönster	0.5
Skåp	1.5
Mineralull	2.8
Spånskivor	0.2

Känslighet

Merkostnaden för intransport har genom en analys av några material för byggplats Uddared, visat sig ha liten betydelse när man väljer den slutgiltiga leveranskvantiteten.

Avvikelsen från normvärdet anger ett intervall inom vilken merkostnaden för intransport kan variera utan att ändra slutgiltig leveranskvantitet.

Material	Merkostnad för intransport (kr/hus)	
	Normvärde	Tillåten avvikelse
Fönster	47.25	0 - 152
Skåp	100	0 - 246
Mineralull	63	43 -
Gips	147	80 -
Spånskivor	25	0 - 100

x) Gips bör levereras med direkt intransport.

8 Härledning av formler för framtagning av ekonomisk leveranskvantitet

Då man söker den ekonomiska leveranskvantiteten för ett byggmaterial söker man först vid de leveranskvantiteter där någon av de påverkade kostnaderna har ett språng.

Det är emellertid inte säkert att man härigenom finner den absolut bästa leveranskvantiteten. De andra inverkanse kostnaderna kan medföra att minimum ligger över språngkvantiteterna. Denna leveranskvantitet kan bestämmas genom summering och derivering av de påverkade kostnaderna, då dessa uttrycks som en funktion av leveranskvantiteten.

Två fall finns:

Lagerorderstyrd produktion

Vid lagerorderstyrd produktion summeras kostnaderna:

- Avsändningskostnad
- Mottagningskostnad
- Lagringskostnad på byggplats

Transportkostnaden behöver inte medtas eftersom den vid de kvantiteter det här är fråga om inte sjunker med ökad leveranskvantitet.

Avsändningskostnad (kr/hus):

$$C_D = \frac{B}{M}$$

B = Avsändningskostnad i kr/leverans

M = Leveranskvantitet i hus

Mottagningskostnad (kr/hus):

$$C_F = \frac{A}{M}$$

A = Mottagningskostnad i kr/leverans

Lagringskostnaden består av kapitalkostnad för lagrat material och ytkostnad för lagerplats.

Kapitalkostnaden är:

$$C_G = \frac{Q \cdot R \cdot M}{100 \cdot 2 \cdot 250 \cdot D}$$

Q = Materialvärde kr/hus

R = Räntesats

D = Byggtakt hus/arbetsdag

Ytkostnaden är:

$$C_H = \frac{Y \cdot Z \cdot M}{D \cdot 2}$$

Y = Ytbehov i m²/hus

Z = Ytkostnad i kr/m² och arbetsdag

$$C = C_D + C_F + C_G + C_H = \frac{B+A}{M} + \left(\frac{Q \cdot R}{50.000 D} + \frac{Y \cdot Z}{2 \cdot D} \right) M$$

$$\frac{dC}{dM} = - \frac{A+B}{M^2} + \frac{Q \cdot R}{50.000 D} + \frac{Y \cdot Z}{2 D}$$

Derivatans sätts lika med noll ger:

$$M^2 = \frac{D(A+B)}{\frac{Q \cdot R}{50.000} + \frac{Y \cdot Z}{2}}$$

$$M = \sqrt{\frac{50.000 D (A+B)}{Q \cdot R + 25.000 Y \cdot Z}}$$

Vilket således är den kvantitet som är intressant att undersöka i alternativet med lagerorderstyrd produktion. Avrunda M till en ur mottagnings- och transportsynpunkt lämplig storlek.

Kundorderstyrd produktion

Samma resonemang kan här föras som vid lagerorderstyrd produktion. Enda skillnaden är att här skall hänsyn också tas till ställkostnaden i produktionen (K_A).

Motsvarande alternativa leveranskvantitet blir i detta fall:

$$M = \sqrt{\frac{50.000 D (A + B + K_A)}{Q \cdot R + 25.000 Y \cdot Z}}$$

Den framräknade leveranskvantiteten skall avrundas till närmast jämt antal fulla billast då transportkostnaden beräknas enligt självkostnad.

9 Beräkningsuttryck och blanketter

I detta avsnitt redovisas använda beräkningsuttryck och blanketter. Dessa blanketter är endast exempel på hur arbetsgången kan sammanfattas och systematiseras. Att använda blanketterna direkt utan nödvändig teoretisk bakgrund, har visat sig vara mycket svårt.

Ställkostnad

Ställkostnaden påverkas endast vid kundorderstyrd produktion och beräknas enligt:

$$K_A = IV + N \quad \text{där:}$$

K_A = Ställkostnaden i kr/sats

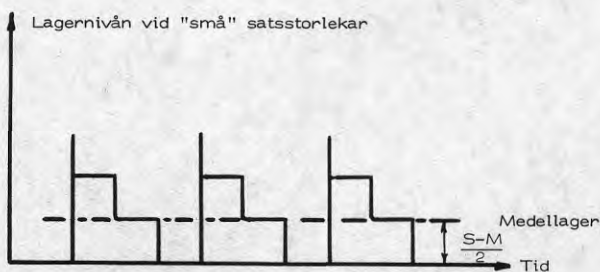
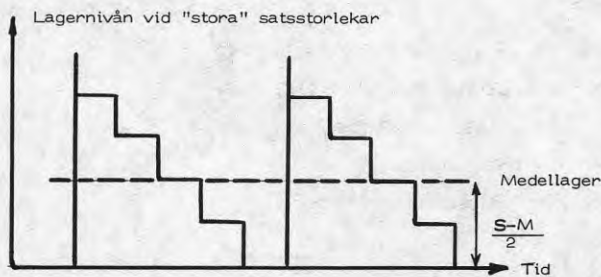
I = Omställningskostnad vid produktion, kr

V = Antal artikelvarianter per hus

N = Kostnad per iläggningstillfälle, kr

Kostnad för lagring hos leverantören

Då satsstorleken vid tillverkningen är större än leveranskvantiteten uppkommer en lagring hos leverantören. Lagernivån kan mycket förenklat beskrivas enligt nedanstående figur.



Kostnaden för lagring består av två delkostnader:

a Kostnaden för lageryta

$$C_B = K_B \cdot (S - M) \text{ där:}$$

$$K_B = \frac{Y \cdot Z}{2 \cdot D}$$

C_B = Kostnaden för lageryta, kr/hus

K_B = , kr/hus²

D = Byggtakt, hus/arbetsdag

M = Leveranskvantitet, hus

S = Leverantörens satsstorlek, hus

Y = Erforderlig lageryta, m²/hus

Z = Ytkostnad för lageryta, kr/m² och arbetsdag

b Kapitalkostnaden för material i lager

$$C_C = K_C \cdot (S - M) \text{ där:}$$

$$K_C = \frac{R}{100} \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{250}$$

C_C = Kapitalkostnaden för material i lager, kr/hus

K_C = , kr/hus²

D = Byggtakt hus/arbetsdag

M = Leveranskvantitet, hus

Q = Materialvärde, kr/hus

R = Räntesats, %

S = Satsstorlek, hus

Avsändningskostnad

$$K_D = \frac{B}{M} \quad \text{där:}$$

K_D = Avsändningskostnad kr/hus

B = Totala avsändningskostnaden, kr

M = Leveranskvantitet, hus

Transportkostnad

Transportkostnaden beräknas olika beroende på transportsättet.

Taxebaserad transportkostnad. Kostnaden för transporten bestäms med hänsyn till den totala transportvolymen. Denna anger tariffklassen för vilken kostnaden kan beräknas.

Självkostnad för transporten. Hänsyn tas endast till den marginella kostnaden, som antas vara "fast" och är förknippad med varje lossning.

Mottagningskostnad

$$K_F = \frac{A}{M} \quad \text{där:}$$

K_F = Mottagningskostnad, kr/hus

A = Total mottagningskostnad, kr

M = Leveranskvantitet, hus

Kostnad för lagring på byggplats

I samband med lagring på byggplatsen uppkommer kostnader därför som beror dels av kostnaden för lageryta och dels av kapitalkostnaden för material i lager. Då leveranskvantiteten överstiger största möjliga med direkt intransport till respektive hus måste annan lagringsplats användas, och därvid tillkommer kostnaden för lageryta.

a Kostnaden för lageryta

$$C_G = K_G \cdot M \text{ där:}$$

$$K_G = \frac{Y \cdot Z}{2 \cdot D}$$

C_G = Kostnaden för lageryta, kr/hus

K_G = Kostnaden för lageryta, kr/hus²

D = Byggtakt, hus/arbetsdag

M = Leveranskvantitet, hus

Y = Erforderlig lageryta, m²/hus

Z = Ytkostnad för lageryta, kr/m² och arbetsdag

b Kapitalkostnaden för material i lager

$$C_H = K_H \cdot M \text{ där:}$$

$$K_H = \frac{R}{100} \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{250}$$

C_H = Kapitalkostnaden, kr/hus

K_H = Kapitalkostnaden, kr/hus²

D = Byggtakt, hus/arbetsdag

M = Leveranskvantitet, hus

Q = Materialvärde, kr/hus

R = Räntesats, %

Merkostnad för intransport

$$K_I = T C F \text{ där:}$$

K_I = Merkostnad för intransport, kr/hus

C = Timkostnad för intransport, kr

P = Fall eller stuvantal per hus

T = Tidsåtgång per vända, tim

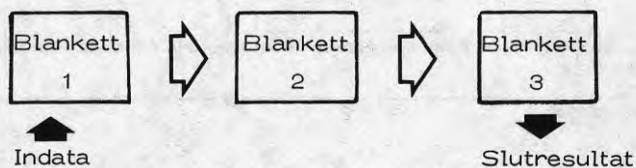
Blanketter

För att underlätta beräkningen har vi använt blanketter, där alla väsentliga beräkningar finns med. Blanketterna är tre till antalet, där följande moment utföres:

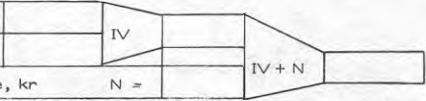
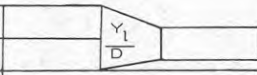
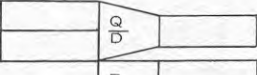
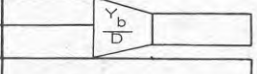
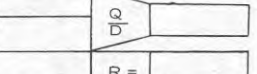

Blankett 1: Beräkning av delkostnader

- " 2: Alternativa leveranskvantiteter och satsstorlekar
- " 3: Sammanställning - totalkostnader

Till blankett 1 hör också en diagrambilaga. Beräkningsarbetet utföres i ordningsföljd, så att på blankett 3 erhålls det slutliga resultatet.



Blankett 1

BERÄKNING AV DELKOSTNADER	
Allmän data	Material: _____ Leverantör: _____
KUNDORDERSTYRD PRODUKTION	LAGERORDERSTYRD PRODUKTION
A STÄLLKOSTNAD HOS LEVERANTÖR.	
Omsättningskostnad, kr I = _____	
Artikelvarianter st/hus V = _____	
Kostnad per tilläggningstillfälle, kr N = _____	
$K_A = \text{_____} \text{ kr/sats}$	
B KOSTNAD FÖR LAGERYTA HOS LEVERANTÖR	
Lageryta, m ² /hus Y _l = _____	
Byggtakt hus/dag D = _____	
Typ av lager _____	
$K_B = \frac{Z_l Y_l}{2 D}$ eller DIAGRAM B	
$K_B = \text{_____} \text{ kr/hus}^2$	
C RÄNTEKOSTNAD HOS LEVERANTÖR	
Materialvärde kr/hus Q = _____	
Byggtakt hus/dag D = _____	
Räntesats, % R = _____	
$K_C = \frac{Q R_l}{50000 D}$ eller DIAGRAM C	
$K_C = \text{_____} \text{ kr/hus}^2$	
D AVSÄNDNINGSKOSTNAD	
$K_D = \text{_____} \text{ kr/lev.}$	
E TRANSPORTKOSTNAD	
E 1. Taxebaserad transportkostnad. E 2. Självkostnad, för transporten	
$K_E = \text{_____} \text{ kr/lev}$	
F MOTTAGNINGSKOSTNAD	
$K_F = \text{_____} \text{ kr/lev.}$	
G KOSTNAD FÖR LAGERYTA PÅ BYGGPLATS	
Lageryta, m ² /hus Y _b = _____	
Byggtakt hus/dag D = _____	
Lagerplats _____	
$K_G = \frac{Z_b Y_b}{2 D}$ eller DIAGRAM G	
$K_G = \text{_____} \text{ kr/hus}^2$	
H RÄNTEKOSTNAD PÅ BYGGPLATS	
Materialvärde kr/hus Q = _____	
Byggtakt hus/dag D = _____	
Räntesats, % R = _____	
$K_H = \frac{Q R_b}{50000 D}$ eller DIAGRAM H	
$K_H = \text{_____} \text{ kr/hus}^2$	
I MERKOSTNAD FÖR INTRANSPORT	
Lagerplats garage T = 0,2	
pressenning T = 0,3	
Stuvantal/hus P = _____	
Hantering C = _____	
$K_I = T C P$	
$K_I = \text{_____} \text{ kr/hus}$	

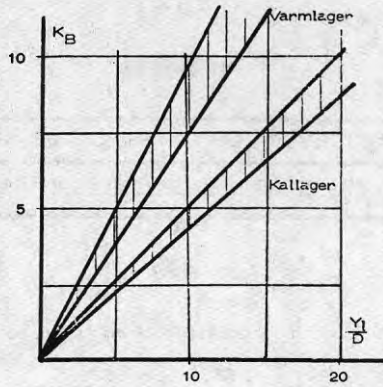


DIAGRAM B

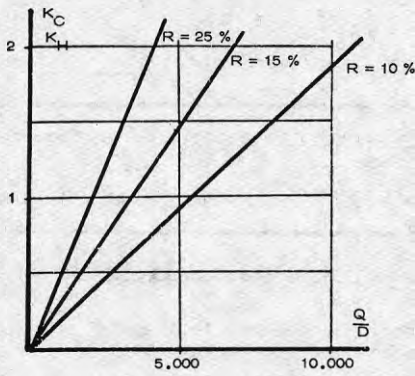


DIAGRAM C, H

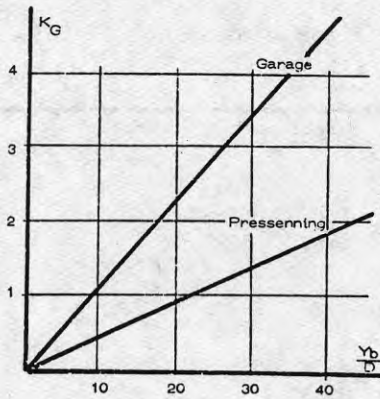


DIAGRAM G

Blankett 2

ALTERNATIVA LEVERANSKVANTITETER OCH SATSSTORLEKAR	
Största möjliga leveranskvantitet som medger direkt intransport $M_1 =$ _____	
<u>Sprången i transportkostnaden</u>	
<u>Taxebaserad transportkostnad</u>	
Sprången i frakttaxan bestämmer leveranskvantiteter. Fraktvikt, ton/hus $H =$ _____	
$M_2 = \frac{0,5}{H} =$ _____, $M_3 = \frac{25}{H} =$ _____, $M_4 = \frac{5}{H} =$ _____	
$M_5 = \frac{10}{H} =$ _____, $M_6 = \frac{15}{H} =$ _____	
<u>Självkostnad för transporten</u>	
Leveranskvantitet "fulla billass", hus/leverans $M_2 =$ _____	
<u>Optimering vid större leveransstorlekar</u> (Vid lagerorderstyrd produktion är $K_A = 0$)	
Beräkna $M_7 = \sqrt{\frac{50.000 D (K_A + B + A)}{Q \cdot R + 25.000 \cdot Y \cdot Z}}$	Avrunda till närmast jämt antal fulla billass. $M_7 =$ _____
<u>Satsstorlekar hos leverantören</u> (Endast vid KUNDORDERSTYRD PRODUKTION)	
S_1	: Satsstorlek S . Uppgift hämtas från leverantör alt. optimering av leverantörens kostnader $S_1 =$ _____
$S_2 - S_6$: Om ovanstående satsstorlek S_1 är mindre än beräknad leveranskvantitet M , höj satsstorleken $S = M$ $S =$ _____
S_7	: Satsstorleken $S_7 =$ leveranskvantiteten M_7 $S_7 =$ _____

10 Praktikfall

Arbetsgången redovisas för två material med skilda produktionsuppläggningar. Vi har valt att redovisa arbetsgången stegvis med kommentarer för varje steg.

De två undersökta materialen är:

- Fönster
- Mineralull

Fönster är ett material med kundorderstyrd produktion, där varje produkt är "öronmärkt". Materialet har ofta mycket lång avropstid, med små möjligheter att tidigare lägga leveranser. Ersättningsmaterial är mycket kostsamt att skaffa på grund av den höga specialiseringsgraden hos fönster.

Mineralull är ett typiskt material av gruppen lagerorderstyrda. Materialet har mycket kort avropstid och ersättningsmaterial kan anskaffas mycket lätt.

Steg 1: Prioritera materialen

Noteras bör att fönster och mineralull tillhör den grupp av material som alltid är intressant att undersöka.

Beskrivning av byggobjektet

Byggobjektet ingår som sista etapp av Uddaredsområdet och byggs av AB Armerad Betong. Byggnationen omfattar 246 st enheter fördelade på tre olika hustyper. Etappen är fördelad på 14 grupper om vardera cirka 20 st hus samlade kring en närlekplats med kvarterstuga.

Inom varje grupp förekommer både friliggande hus och radhus. Garagen är placerade i separata längor i anslutning till parkeringsytorna och innehåller utöver bilplatsen även förrådsdel.

Drivningen av projektet har skett gruppvis. Husen har helt tillverkats på platsen. Gavelspetsar och takstolar har förtillverkats på en fältfabrik inom byggplatsen.

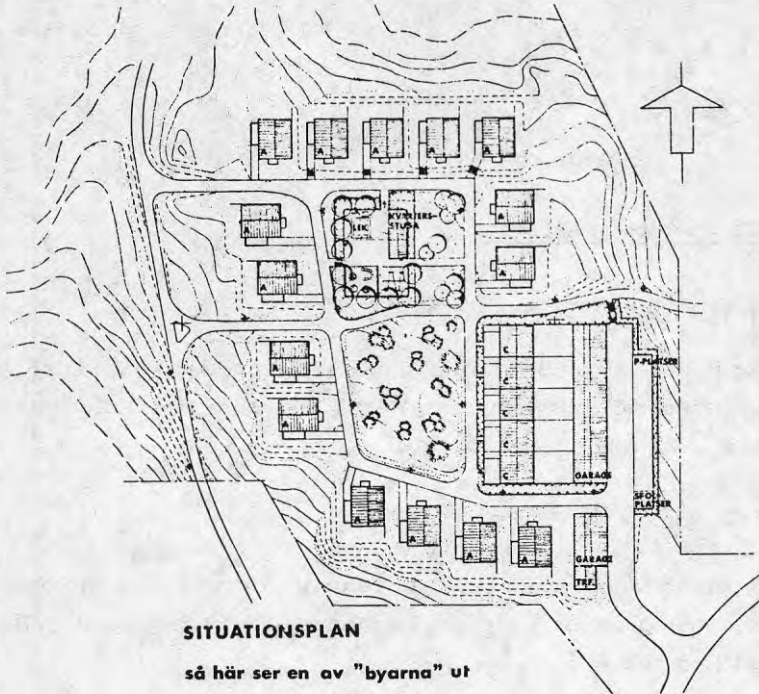
Allmänna data för byggprojektet

Byggherre	AB Armerad Betong
Markexploatör	ÄLKAB
Huvudkonsult	Celander, Forser, Lindgren Arkitektkontor AB
Läge	NV delen av Floda, Lerums Kommun
Hustyper	151 st A-hus, 1 1/2 plan, 148 kvm 36 st B-hus, 1 1/2 plan, 141 kvm 59 st C-hus, 1 1/2 plan radhus, 121,5 kvm

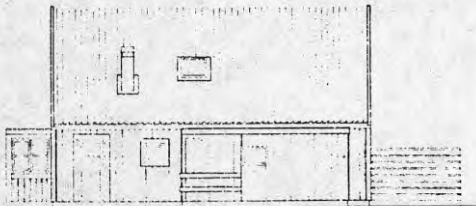
Kortfattad byggnadsbeskrivning

Grundläggning (bjälklag direkt på mark)	Lättklinkergrund med direktslipad betongplatta.
Ytterväggar	Frofilspontad panel, asfboard, mineralull, mellan regler, plastfolierade gipsskivor.
Lägenhetsskiljande väggar (avser radhus)	Dubbla gipsskivor, mineralull mellan regler, mineralull, mineralull mellan regler, dubbla gipsskivor.
Innerväggar	Gipsskivor på regelstomme.
Mellanbjälklag	Träbjälklag med spånskiva på översida, gipsplank på glespanel på undersida samt mineralull mellan bjälkarna som ljudabsorbent.

Taklag	Gipsplank på glespanel, diffspärr, mineralull med vindtät papp på ovansidan mellan bjälkar, luftspalt, oljehärdad board, betongtakpannor på läkt.
Fönster och fönsterdörrar	SIS-standard, laserad furu, utåtgående.
Ytterdörrar	Laserad furu.
Innerdörrar	Laserad karm, fanerat dörrblad.
Skåpsinrede	Fabriksmålade.
Trappor	Trä med fanerade steg.
Plåtarbeten	Plastbelagd plåt.
Målning	Utvändig panel - 1 gång lasyr tapeter - väggplast

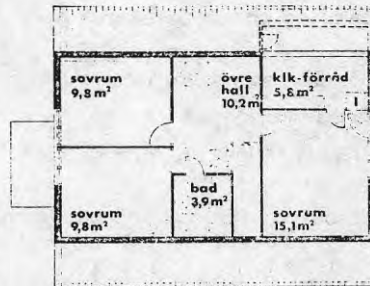


hustyp A

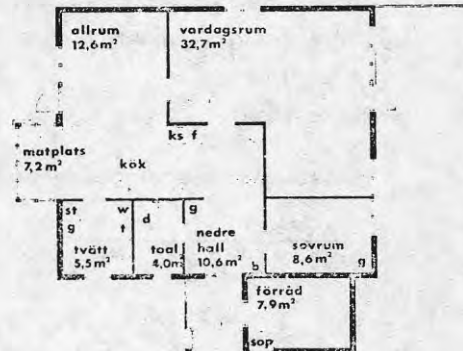


entréfasad

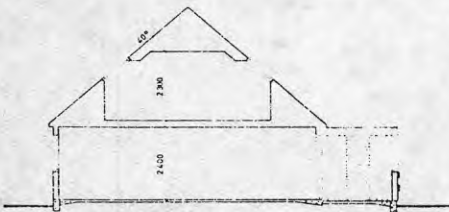
hustyp A
 basplan



övre plan
 57,0 m²



entréplan
 91,0 m²



sektion



Steg 2: Ta fram byggplatsdata

Enligt kapitel 3.2 erfordras uppgifter om:

- Byggtakt. Vi har bestämt byggtakten ur produktionstidplan. Byggtakten D (hus/arbetsdag) erhålls genom att antalet hus divideras med effektiv byggtid.

$$D = \frac{246}{500} = 0,5 \text{ hus/arbetsdag}$$

- Byggplatslager. Lagring sker centralt för grupp av hus under presenning eller i garage. Kostnaden för respektive lagring bestäms ur:

1 Lagring under presenning.

Hyreskostnad (kr/presenning och arbetsdag)	0.56
Presenningsyta (m ²)	30
Effektiv lageryta/presenning (m ²)	6

Ytkostnad för lagringsutrymmen =

$$= \frac{0.56}{6} = 0.093 \text{ kr/effektiva m}^2 \text{ och arbetsdag}$$

2 Lagring i garage.

Garagekostnad (kr/enhet)	7200
Garageyta (m ² /enhet)	24
Ytutnyttjning	0.5
Räntesats (%)	10

Ytkostnad för lagringsutrymmen =

$$= \frac{7200 \cdot 10}{250 \cdot 100 \cdot 24 \cdot 0.5} = 0.24 \text{ kr/effektiva m}^2 \text{ och arbetsdag}$$

- Leveransmottagning. Kostnaden kallas här för mottagningskostnad. Denna har beräknats till totalt 210 kr/leverans och för respektive delkostnad har nedanstående kostnader erhållits.

<u>Kostnadsslag</u>	<u>Tidsåtgång i mantimmar/leverans</u>
Leveransbevakning	2.23
Leveransmottagning	
Fakturabehandling	0.43
Ställtid vid lossning	0.34
Mottagningskostnad	3.0

En mantimme motsvarar här 70 kr, varför mottagningskostnaden här blir 210 kr/leverans.

- Ränta vid byggplatslagring. Internräntan har vi uppskattat till 10 %. Då materialpriset för fönster regleras med index med språngvis ändring kommer index ej att påverka räntan.

Fönster

Steg 3: Ta fram produktionssätt hos leverantör och transportföresättningar

Produktionen av fönster är kundorderstyrd, varför följande kostnader hos leverantören bör undersökas:

- Ställkostnad
- Lagringskostnad
- Avsändningskostnad

Transporten sker i detta fall med egen bil, varför kostnaden för transporten beräknas enligt självkostnad.

Steg 4: Ta fram för varje material speciella data

För material fönster behövs:

- Materialdata
- Leverantörsdata
- Metoddata

Materialdata

- Materialvärde. Till ett hus på byggplats Uddared ingår totalt 16 st fönster, fördelade på 5 typer. Materialvärdet räknat per hus är 3900 kr (vintern 1976).
- Erforderlig lageryta. Fönstren kan lagras under presenning utan att skada uppstår. Vidare levereras fönstren i lastenheter (se bild 1) innehållande 7 - 10 fönster, i vårt fall 9 fönster. Lastenheterna gör fönstren stapelbara. Med hänsyn till lagerplats kan erforderlig lageryta beräknas till $12 \text{ m}^2/\text{hus}$ enligt nedanstående tabell.

Typ	Antal stugar/ et	Stuvstorlek B x D	Ytbehov i m^2 1 stuv i höjd	Verkl yt- behov på bpl
FD 1	1	2,12 x 1,10	2.66	2.66
FD 2	0.5	2.12 x 1.10	2.66	
F 1	0.5	1.80 x 1.10	2.28	2.28
F 2	5	1.21 x 1.10	1.57	4.71
F 5	1	0.6 x 1.10	0.84	0.84
Div	1	1.20 x 1.10	1.56	1.56
	9			<u><u>12.05</u></u>

Leverantörsdata

Då fönster är ett material med kundorderstyrt produktion behövs följande data:

- Avsändningskostnad. Uppskattning av avsändningskostnaden vid leverans av fönster gav 170 kr per leverans (vintern 1976).
- Ställkostnad. Denna beräknas enligt bilaga 10.1.

I = Omställningskostnad vid produktion antas vara 250 kr, enligt egna uppskattningar.

N = Kostnad per iläggningstillfälle antas till 250 kr. Omfattar leverantörens satsplanering.

V = Antal artikelvarianter är 5 st.

Ställkostnaden = IV + N = 1500 kr/sats (vintern 1976).

- Erforderlig lageryta hos leverantör beräknas till $4.2 \text{ m}^2/\text{hus}$. Uppgift om antal stugar i höjd har hämtats från leverantör.

Typ	Antal stugar/et	Stuvstorlek B x D	Ytbehov i m^2 1 stuv i höjd	Verkl ytbehov på bpl	Ytbehov vid fabrik	
					stugar i höjd	Ytbehov i m^2
FD 1	1	2,12 x 1,10	2.66	2.66	2	1.33
FD 2	0.5	2.12 x 1.10	2.66		2	1.33
F 1	0.5	1.80 x 1.10	2.28	2.28	4	0.57
F 2	5	1.21 x 1.10	1.57	4.71	4	0.39
F 5	1	0.6 x 1.10	0.84	0.84	4	0.21
Div	1	1.20 x 1.10	1.56	1.56	4	0.39
	9			<u>12.05</u>		<u>4.22 m^2</u>

- Lagertyp hos leverantören. Fönstren lagras i ett kallager där kostnaden för lageryta beräknas vara 138 kr/m^2 och år. Omräkning till kr/effektiv m^2 och arbetsdag ger $Z_b = 1.1$.
- Ränta. Vi har antagit 10 % ränta för material i leverantörens lager.

Metoddata

Merkostnad för intransport beräknas enligt 10.7, varvid följande data erfordras.

- Lagkostnad, kr/tim . Intransporten sker med hjullastare, som kostnad av 70 kr/tim . $C = 70$ (våren 1976).
- Fall- eller stuvantal, st/hus . Avser antalet vändor vid intransporten. Fönstren levereras i pallar, där varje pall bryts först efter intransport till respektive hus. En leverans av fönster till Uddared hade följande fördelning.

Typ	Antal stugar/et	Stuvstorlek B x D
FD 1	1	2,12 x 1,10
FD 2	0.5	2.12 x 1.10
F 1	0.5	1.80 x 1.10
F 2	5	1.21 x 1.10
F 5	1	0.6 x 1.10
Div	1	1.20 x 1.10
	9	

Då varje byggnadsetapp omfattar 4 hus blir $F = \text{fall- eller stuvantal per hus} = 9/4 = 2.25$.

- Metodtid, tim/stuv. Intransporten sker med hjullastare och lagringen sker under pressening. Centralt inom varje områdesgrupp eller "by". Vi antar därför att medelavståndet mellan lager och hus är lika för alla hus inom gruppen. Vid beräkning av metodtiden har vi använt följande beräkning.

För lagring i garage:

Intransport i lager (3 min)	=	=	0.05 tim/stuv
Uttransport ur lager (3 min)	=	=	0.05 tim/stuv
Cykeltid t o r (2 min)	=	=	<u>0.033 tim/stuv</u>
Metodtid			0.133 tim/stuv
Drifftid (Apl = 30 %)	=	=	<u><u>0.20 tim/stuv</u></u>

För lagring under presening.

Täckning (5 min/stuv)	=	=	0.083 tim/stuv
Avtäckning (5 min/stuv)	=	=	0.083 tim/stuv
Cykeltid t o r (2 min)	=	=	<u>0.033 tim/stuv</u>
Metodtid			0.20 tim/stuv
Drifftid (Apl = 30 %)	=	=	<u><u>0.30 tim/stuv</u></u>

Steg 5: Bestäm alternativa leveranskvantiteter

- 1 Största möjliga leveranskvantitet med direkt intransport. På byggplats Uddared kan fönster till 4 hus transporteras in direkt i husen. Emellertid är intransportens tidsutrymme, IT mycket kort, cirka 2 - 3 dagar, varför svårigheter med att passa in leveranserna är stora.

IT anger skillnaden mellan tidigaste och senaste inleverans.
- 2 Minimering av transportkostnaden. Transporten av fönster sker med egna bilar varför transportkostnaden beräknas enligt självkostnad. "Fullt billass" innebär för fönster leveranskvantiteten 12 hus.

- 3 Optimering av delkostnader vid större leveransstorlekar. Optimering av påverkbara kostnader ger:

$$M_3 = \sqrt{\frac{50000 \cdot 0,5 \cdot (210 + 170 + 1500)}{3900 \cdot 10 + 25000 \cdot 12 \cdot 0,093}} = 26,5 \text{ hus/leverans}$$

Avrundning till närmast jämna antal "fulla billass" ger $M_3 = 24$ hus/leverans.

Steg 6: Beräkna och summera delkostnaderna för alternativa leveranskvantiteter

För att underlätta och systematisera beräkningarna har vi använt blanketter för detta.

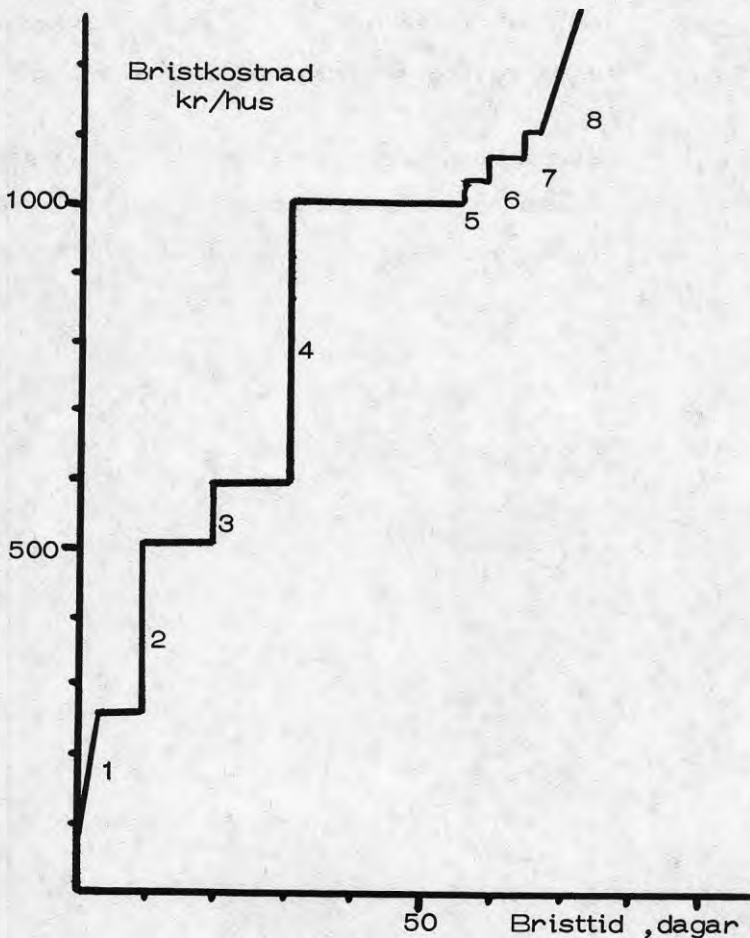
På blankett 1 genomförs beräkningar av delkostnader med hjälp av diagramblad 1. Resultatet i högra kolumnen överförs till blankett 3. Blankett 2 behandlar intressanta leveranskvantiteter och satsstorlekar. Dessa förs sedan in på blankett 3, varefter beräkning och summering av delkostnader kan ske.

Steg 7: Bedöm och välj lämplig leveranskvantitet.

Summeringen av delkostnader vid olika leveransstorlekar visar att den optimala leveransstorleken är 24 hus. Denna leveransstorlek innebär ett minimum av kostnader för leverantören men en ökning av byggplatsens kostnader. Resultatet pekar mot en prisdifferentiering av materialet, d v s byggplatsen får kompensation för sina ökade kostnader. Noteras skall att den optimala leveranskvantiteten innebär totalt sett lägre kostnader.

Risken för skador och stöld under den förlängda lagringen på byggplatsen bör beaktas. Leverans i ekonomiska leveranskvantiteter innebär att lagringstiden på byggplatsen ökar från 16 till 48 arbetsdagar. Stöldrisken på byggplats Uddared anses mycket låg. Inga notabla stölder av viktigare material har hittills skett. Skaderisken består främst av risken för fuktskador. Under tiden oktober till mars lagras man fönster i mån av plats i garagen.

Risken för brist kan ej kvantifieras. Notabelt är dock att fönster är ett material med hög specialiseringsgrad och är därför svår att skaffa ersättningsmaterial till. En analys av hur brist påverkar den övriga produktionen, visade att man faktiskt kan flytta in i husen utan att fönster finns. Detta klaras med vissa justeringar i produktionen. Diagrammet visar vilka kostnader som uppkommer då bristen blir långvarig.



Dag	Pkt	Produktionsmoment	Kostnader	
0	1	A	Ändrad produktionstidpunkt (2g + 1a) x 1 tim	210 kr/et
		B	Omflyttning, 2g x 1 tim	140 kr/et
		C	Effektivitetsförsämring 20% 2g x 1,6 tim/dag x 3 dag/et	224 kr/dag, et
8	2	A	Inplastning, 1g x 3 tim/hus	210 kr/hus
		B	Material, 40 kr/hus	40 kr/hus
18	3	A	Foderlag, omflyttning, 2g x 1 tim	140 kr/et
		B	Effektivitetsförsämring 20% 2g x 1,6 tim/dag x 1 dag/et	224 kr/dag, et
30	4	A	Spackling, annan metod 1g x 4 tim	280 kr/hus
		B	Material, 125 kr/hus	125 kr/hus
55	5		Justering före slutbesiktning, ny justering, 2g x 1 tim	140 kr/et
58	6		Slutstädning, extra, 1g x 2 tim	140 kr/et
63	7		Besiktning, extra, 1g x 2 tim	140 kr/et
65	8		Ändrad inflyttning	77 kr/dag

Blankett 1

BERÄKNING AV DELKOSTNADER

Allmän data Material: Fönster Leverantör: _____

KUNDORDERSTYRD PRODUKTION

LAGERORDERSTYRD PRODUKTION

A STÄLLKOSTNAD HOS LEVERANTÖR.

Omsättningskostnad, kr	I =	250	IV	1250	IV + N	1500	$K_A = 1500$ kr/sats
Artikelveianter st/hus	V =	5					
Kostnad per tilläggningsstillfälle, kr	N =	250					

B KOSTNAD FÖR LAGERYTA HOS LEVERANTÖR

Lageryta, m ² /hus	Y ₁ =	4.2	Y ₁ D	8.4	$K_B = \frac{Z_1 Y_1}{2 D}$ eller	DIAGRAM B	$K_B = 4.62$ kr/hus ²
Byggtakt hus/dag	D =	0.5					
Typ av lager	kalllager						

C RÄNTEKOSTNAD HOS LEVERANTÖR

Materialvärde kr/hus	Q =	3.900	Q D	7.800	$K_C = \frac{Q R_1}{50000 D}$ eller	DIAGRAM C	$K_C = 1.52$ kr/hus ²
Byggtakt hus/dag	D =	0.5					
Räntesats, %	R	10					

D AVSÄNDNINGSKOSTNAD

$K_D = 170$ kr/lev.

E TRANSPORTKOSTNAD

- E 1. Taxebaserad transportkostnad.
- E 2. Självkostnad. för transporten

$K_E = 150$ kr/lev

F MOTTAGNINGSKOSTNAD

$K_F = 210$ kr/lev.

G KOSTNAD FÖR LAGERYTA PÅ BYGGPLATS

Lageryta, m ² /hus	Y _b =	12	Y _b D	24	$K_G = \frac{Z_b Y_b}{2 D}$ eller	DIAGRAM G	$K_G = 1.13$ kr/hus ²
Byggtakt hus/dag	D =	0.5					
Lagerplats	pressenning						

H RÄNTEKOSTNAD PÅ BYGGPLATS

Materialvärde kr/hus	Q =	3.900	Q D	7.800	$K_H = \frac{Q R_b}{50000 D}$ eller	DIAGRAM H	$K_H = 1.56$ kr/hus ²
Byggtakt hus/dag	D =	0.5					
Räntesats, %	R =	10					

I MERKOSTNAD FÖR INTRANSPORT

Lagerplats	garage	T =	0,2	TGP	47,25	$K_I = TGP$	$K_I = 47,25$ kr/hus
	pressenning	T =	0,3				
Stuvantal/hus	P =	225					
lantering	Q =	70					

Blankett 2

ALTERNATIVA LEVERANSKVANTITETER OCH SATSSTORLEKAR	
Största möjliga leveranskvantitet som medger direkt intransport $M_1 =$	<u>4</u>
<u>Sprången i transportkostnaden</u>	
<u>Taxebaserad transportkostnad</u>	
Sprången i frakttaxan bestämmer leveranskvantiteter. Fraktvikt, ton/hus $H =$ _____	
$M_2 = \frac{0,5}{H} =$ _____, $M_3 = \frac{25}{H} =$ _____, $M_4 = \frac{5}{H} =$ _____	
$M_5 = \frac{10}{H} =$ _____, $M_6 = \frac{15}{H} =$ _____	
<u>Självkostnad för transporten</u>	
Leveranskvantitet "fulla billass", hus/leverans $M_2 =$ <u>12</u>	
<u>Optimering vid större leveransstorlekar</u> (Vid lagerorderstyrd produktion är $K_A = 0$)	
Beräkna $M_7 = \sqrt{\frac{50.000 D (K_A + B + A)}{Q \cdot R + 25.000 \cdot Y \cdot Z}}$	Avrunda till närmast jämt antal fulla billass. $M_7 =$ <u>24</u>
<u>Satsstorlekar hos leverantören</u> (Endast vid KUNDORDERSTYRD PRODUKTION)	
S_1 :	Satsstorlek S . Uppgift hämtas från leverantör alt. optimering av leverantörens kostnader $S_1 =$ <u>16</u>
$S_2 - S_6$:	Om ovanstående satsstorlek S_1 är mindre än beräknad leveranskvantitet M , höj satsstorleken $S = M$ $S =$ <u>24</u>
S_7 :	Satsstorleken $S_7 =$ leveranskvantiteten M_7 $S_7 =$ <u>24</u>

MINERALULL

Steg 3: Ta fram produktionssätt hos leverantören och transportförutsättningar

Mineralull är en typisk lagervara, där produktionen kan sägas vara lagerorderstyrd. Hos leverantören behöver man därför endast ta hänsyn till avsändningskostnaden då övriga kostnader inte påverkas.

Transporten mellan producent och byggplats sker med inhyrd åkare där taxeringen sker efter specialavtal. Detta avtal speglar självkostnaden för transporten. Transportkostnaden räknas som en marginalkostnad, där varje lossning kostar 150 kr oberoende av leveranskvantiteten.

Steg 4: Ta fram för varje material speciella data

För mineralull behövs:

- Materialdata
- Leverantörsdata
- Metoddata

Materialdata

- Materialvärde. Till ett hus på byggplats Uddared används 5 sorters isolering med sammanlagt materialvärde av 1640 kr per hus (vintern 1976).
- Erforderlig lageryta. Mineralull kan utan olägenhet lagras under presenning. Man bör dock beakta att mineralullen kan ta skada vid markkontakten. Högstapling och täckning av mineralullen är svår att utföra varför vi endast har räknat med stapling till 1,5 m höjd. Då materialåtgången är $18,3 \text{ m}^3$ per hus behövs en lageryta av $\frac{18,3}{1,5} \approx 12 \text{ m}^2$.

Leverantörsdata

- Avsändningskostnad. Interna beräkningar hos leverantören gav en kostnad av 70 kr per tillfälle (våren 1976).

Övriga leverantörsdata erfordras icke då mineralull är ett material med lagerorderstyrd produktion.

Metoddata

Intransport på byggsplatsen från mellanlager till respektive hus sker med hjullastare. Denna är försedd med en stor skopa.

- Lagkostnad, kr/tim. Kostnad för hjullastare med förare är 70 kr/tim (vintern 1976).
- Fall eller stuvantal, st/hus. Varje skopa antas rymma 10 kollin och totalt behövs 6 vändor per hus.
- Metodtid, tim/stuv. Enligt bilaga 7, är metodiken vid lagring under presenning = 0.30 tim/stuv. Vi antar liksom i fallet med fönster att alla avstånd inom områdesgruppen är lika.

Steg 5: Bestäm intressanta leveranskvantiteter

- 1 Största möjliga leveranskvantitet med direkt intransport. På byggsplats Uddared är denna 4 hus.
- 2 Minimering av transportkostnader. Leveranskvantiteten "fullt billass" innebär i detta fall 6 hus/leverans.

- 3 Optimering av delkostnader vid större leveransstorlekar. Optimering av påverkbara kostnader ger:

$$M_3 = \sqrt{\frac{50.000 \cdot 0.5 \cdot (210 + 70)}{1640 \cdot 10 + 25.000 \cdot 12 \cdot 0.093}} = 12.6 \text{ hus/leverans}$$

Närmast jämnt antal "fulla billass" är 12 hus varför denna leveranskvantitet väljs.

Steg 6: Beräkna och summera delkostnaderna för alternativa leveranskvantiteter

I följande blankett-bilaga redovisas beräkningen enligt arbetsgången för material mineralull.

Steg 7: Bedöm och välj lämplig leveranskvantitet

Summering av delkostnader visar att alternativet med direkt intransport är mest fördelaktig. Om materialet prisdifferentieras kan leveranskvantiteten 12 hus bli intressant.

Om mineralull prisdifferentieras kan andra leveranskvantiteter bli intressanta.

Leveranskvantitet	Prisdifferens % av materialvärde
6	3.2
12	2.7

Tabellen visar hur stor prisdifferentiensen minst måste vara för att denna angivna leveranskvantitet skall ge lägst totalkostnad.

Beträffande brist kan ersättningsmaterial anskaffas från byggvaruhandel. Detta medför en högre materialkostnad men störningarna på byggsplatsen minskas. Totalt leveransstopp av mineralull medför också total stopp i byggproduktionen redan inom en vecka

Blankett 1

BERÄKNING AV DELKOSTNADER

Allmän data Material: MINERALULL Leverantör: _____

KUNDORDERSTYRD PRODUKTION

LAGERORDERSTYRD PRODUKTION

A STÄLLKOSTNAD HOS LEVERANTÖR.

Omsättningskostnad, kr	I =		IV	IV + N
Artikelvarianter st/hus	V =			
Kostnad per tilläggningstillfälle, kr	N =			

$K_A =$ _____ kr/sats

B KOSTNAD FÖR LAGERYTA HOS LEVERANTÖR

Lageryta, m ² /hus	Y _l =		Y _l
Byggtakt hus/dag	D =		
Typ av lager			

$K_B = \frac{Z_l Y_l}{2 D}$ eller

DIAGRAM B

$K_B =$ _____ kr/hus²

C RÄNTEKOSTNAD HOS LEVERANTÖR

Materialvärde kr/hus	Q =		Q
Byggtakt hus/dag	D =		
Räntesats, %	R		

$K_C = \frac{Q R_l}{50000 D}$ eller

DIAGRAM C

$K_C =$ _____ kr/hus²

D AVSÄNDNINGSKOSTNAD

$K_D =$ 70 kr/lev.

E TRANSPORTKOSTNAD

- E 1. Taxebaserad transportkostnad.
- E 2. Självkostnad. för transporten

$K_E =$ 150 kr/lev

F MOTTAGNINGSKOSTNAD

$K_F =$ 210 kr/lev.

G KOSTNAD FÖR LAGERYTA PÅ BYGGPLATS

Lageryta, m ² /hus	Y _b =	<u>10</u>	Y _b	20
Byggtakt hus/dag	D =	<u>0,5</u>		
Lagerplats		<u>pressenning</u>		

$K_G = \frac{Z_b Y_b}{2 D}$ eller

DIAGRAM G

$K_G =$ 0,94 kr/hus²

H RÄNTEKOSTNAD PÅ BYGGPLATS

Materialvärde kr/hus	Q =	<u>1640</u>	Q
Byggtakt hus/dag	D =	<u>0,5</u>	
Räntesats, %	R =	<u>10</u>	

$K_H = \frac{Q R_b}{50000 D}$ eller

DIAGRAM H

$K_H =$ 0,66 kr/hus

I MERKOSTNAD FÖR INTRANSPORT

Lagerplats garage	T =	<u>0,2</u>	TGP
pressenning	T =	<u>0,3</u>	
Stuvant/hus	P =	<u>3</u>	
hantering	C =	<u>70</u>	
			<u>63</u>

$K_I = T C P$

$K_I =$ 63 kr/hus

Blarkett 2

ALTERNATIVA LEVERANSKVANTITETER OCH SATSSTORLEKAR	
Största möjliga leveranskvantitet som medger direkt intransport $M_1 = \underline{4}$	
<u>Sprången i transportkostnaden</u>	
<u>Taxebaserad transportkostnad</u>	
Sprången i frakttaxan bestämmer leveranskvantiteter. Fraktvikt, ton/hus $H = \underline{\hspace{2cm}}$	
$M_2 = \frac{0,5}{H} = \underline{\hspace{2cm}}$, $M_3 = \frac{25}{H} = \underline{\hspace{2cm}}$, $M_4 = \frac{5}{H} = \underline{\hspace{2cm}}$	
$M_5 = \frac{10}{H} = \underline{\hspace{2cm}}$, $M_6 = \frac{15}{H} = \underline{\hspace{2cm}}$	
<u>Självkostnad för transporten</u>	
Leveranskvantitet "fulla billass", hus/leverans $M_2 = \underline{6}$	
<u>Optimering vid större leveransstorlekar</u> (Vid lagerorderstyrd produktion är $K_A = 0$)	
Beräkna $M_7 = \sqrt{\frac{50.000 D (K_A + B + A)}{Q \cdot R + 25.000 \cdot Y \cdot Z}} = \underline{12,6}$ Avrunda till närmast jämt antal fulla billass. $M_7 = \underline{12}$	
<u>Satsstorlekar hos leverantören</u> (Endast vid KUNDORDERSTYRD PRODUKTION)	
S_1	: Satsstorlek S . Uppgift hämtas från leverantör alt. optimering av leverantörens kostnader $S_1 = \underline{\hspace{2cm}}$
$S_2 - S_6$: Om ovanstående satsstorlek S_1 är mindre än beräknad leveranskvantitet M , höj satsstorleken $S = M$ $S = \underline{\hspace{2cm}}$
S_7	: Satsstorleken $S_7 =$ leveranskvantiteten M_7 $S_7 = \underline{\hspace{2cm}}$

REFERENSER

Bengtsson , Metod för planering av byggplatsens interna transporter (Statens råd för byggnadsforskning) . Rapport R 37:73 , Stockholm.

Datagruppen i Göteborg , Rationellare byggnadsproduktion. (Statens råd för byggnadsforskning). Rapporter R 8:69, R 9:69 , R 46:71 , R 14:73 , R 65:73 , Stockholm.

Förpackningsforskningsinstitutet , Förpackningshandbok för byggmaterial , Del 1 och 2 , 1976 , Stockholm.

Grundén mfl , ABM 75 - Allmänna bestämmelser för leveranser av byggmaterial , Kommentarer , 1976 , Stockholm.

Haakenstad , Väntetider för leveransfordon på byggarbetsplatser , (Statens råd för byggnadsforskning) , Rapport R 31:71 , Stockholm.

Ringsberg , Samordning transport - byggprocess , (Statens råd för byggnadsforskning) , Rapport R 45:72 , Stockholm.

Sellfors , Distributionskostnader för byggmaterial , (Statens råd för byggnadsforskning) , Rapport R 5:74 , Stockholm.

	Inköp till nytt område		Upprättande av långtidsavtal	Hänvisning	
	Objektavtal skall slutas	Långtidsavtal finns		Arbetsgång	Bilagor
Steg 1: Prioritera materialen				25	
Steg 2: Ta fram byggplatsdata				26	52 , 54
Steg 3: Ta fram a) produktions-sätt hos leverantör och b) transportförutsättningar.				28	38
				28	48
Steg 4: Ta fram a) Materialdata b) Leverantördata c) Metodddata				29	54
				30	38 , 42
				30	59
Steg 5: Bestäm alternativa leveranskvantiteter				31	64
Steg 6: Beräkna och summera delkostnaderna för de alternativa leveranskvantiteterna.				33	67 , 76
				34	76

1) Vid långtidsavtal avses med leverantördata endast det differentierade priset.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 740414-0 från
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för transportteknik,
CTH, Göteborg**

R44: 1977

**ISBN 91-540-2714-4
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600644
Abonnemangsgrupp:
R. Bygandets ekonomi och organisati**

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

Cirka pris: 30 kronor + moms