



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

R170:1984

Materialval vid projektering av hus

Förstudie

Britt-Inger Nilsson
Sture Samuelsson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	<i>Ser</i>

*R
att*

Byggforskningsrådet

R170:1984

MATERIALVAL VID PROJEKTERING AV HUS

Förstudie

Britt-Inger Nilsson

Sture Samuelsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820069-4 från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen för byggnadsmateriallära, Tekniska högskolan, Stockholm

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

R170:1984

ISBN 91-540-4272-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

FÖRORD

Materialval är en viktig del av projektörernas arbete vid projektering av hus. "Fel" materialval kan medföra stora konsekvenser för byggnaden i framtiden. Utveckling av metoder för ett optimerat materialval är därför av stort intresse. Detta har även uppmärksammats inom utbildningen vid de tekniska högskolorna. Vid Institutionen för Byggnadsmateriallära, KTH, ges sedan hösten 1981 en kurs under titeln Materialval. Kursen ges på sektionen för Väg- och Vattenbyggnad för elever i fjärde årskursen. I samband med att den gavs första gången uppmärksammades bristen på litteratur som på ett sammanhängande och avgränsat sätt redogör problemområdet. Statens råd för byggnadsforskning har finansierat denna inledande studie.

Av författarna har Britt-Inger Nilsson svarat för sammanställningen av en stor del av underlaget för rapporten. Sture Samuelsson har tillsammans med Britt-Inger Nilsson planerat arbetet, samt bearbetat, analyserat och färdigställt rapporten. Brita Roman har gett synpunkter under arbetets gång och på det färdiga manuskriptet. Karin Wallgren och Hatice Köylüoglu har svarat för utskriften av manuskriptet. Ett stort tack även till Ingvar Karlén för goda råd och synpunkter på rapporten.

Stockholm i oktober 1983

Britt-Inger Nilsson

Sture Samuelsson

SAMMANFATTNING

Att välja mellan olika material och utförandealternativ är en viktig arbetsuppgift för olika projektörer. Valet kan stå mellan kända alternativ eller också måste man söka nya lösningar genom produktutveckling. Med material avses såväl det specifika materialet som produkter ingående i olika delsystem och med utförandealternativ avses för- eller platsbyggda delsystem med en given funktion. Delsystem utgörs av byggsystem, byggnadsdelar eller komponenter.

Valsituationen är komplex. Materialval sker i olika skeden i byggprocessen och oftast i en komplicerad gruppbeslutsprocess som involverar arkitekter, konstruktörer och övriga konsulter samt även andra beslutsfattare såsom byggare, brukare och myndigheter. Hitintills har beslut främst baserats på erfarenhet, kompletterat med mindre omfattande utredningar t.ex. avseende kostnad. Det saknas genomarbetade materialvalsmetoder som är tillämpbara i en praktisk projekteringsituation.

Materialval innebär problemlösning som kräver information som beslutsunderlag. Insamling och strukturering av den utgör en central del av projektörens materialvalsarbete.

Begrepp såsom kvalitet och värde är väsentliga. Kvantitativ och/eller kvalitativ värdering av hur materialalternativen uppfyller ställda krav med avseende på ekonomi, funktion och utformning utgör en viktig del av materialvalet.

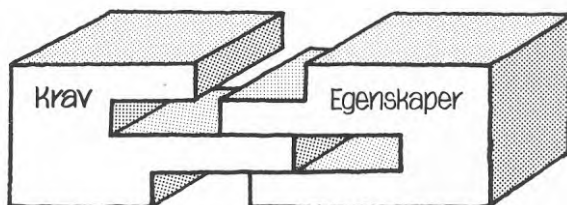


Fig. 1, Ställda krav och egenskaper hos den tekniska lösningen bör i största utsträckning satisfiera varandra.

Projektören bör arbeta med en systematisk arbetsmetod. Den bör basera sig på upprättandet av en kravspecifikation och egenskapsredovisningar för tänkbara materialalternativ. Värdering och beslut kan då utföras från dessa hjälpmedel. Materialvalsprocessen visas med följande figur:

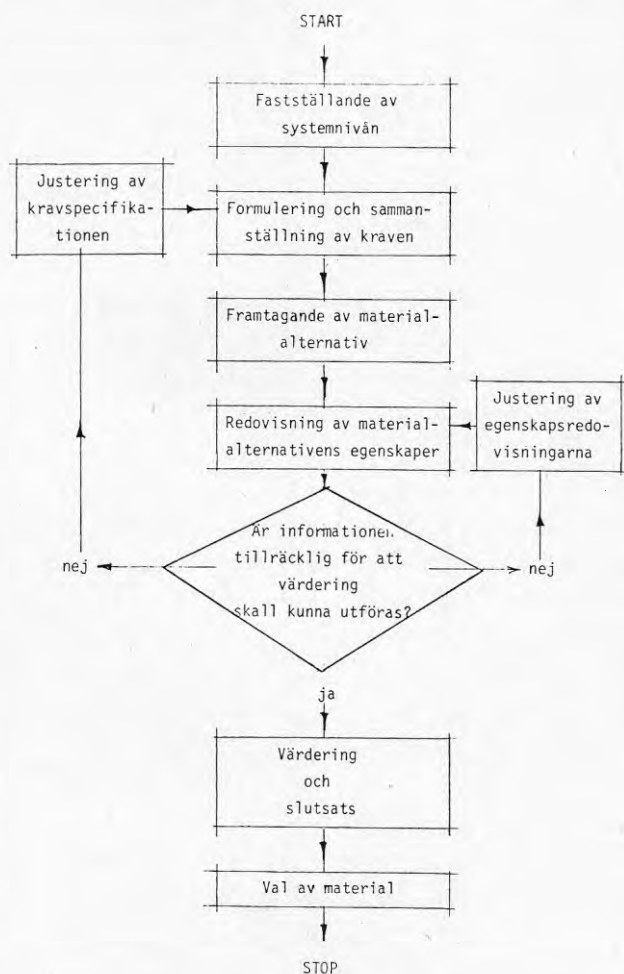


Fig. 2, Materialvalsprocessen vid projektering av hus.

Projektet "Materialval vid projektering av hus" är att betrakta som ett inledande arbete inom området. Syftet har varit att få en överblick över problemområdet genom litteraturstudier, intervjuer och analyser av tillgängligt underlag. Närliggande vetenskapsområden har genomsökts i syfte att finna övergripande teoriutbildningar. Inom flera områden finns information som kan bilda underlag för en teoriutveckling avseende materialval. Teorier har utvecklats inom mekan- och konstruktionsområdena där man stått inför problemet att välja rätt materialkvaliteter för t ex maskinkonstruktioner. Inom produktutvecklingsområdet används olika tekniker för värdering t ex värdeanalys och utformningsanalys. Man har inom det området tillämpat metoder som är mera resurskrävande än vad som är möjligt att använda vid projektering av hus.

En användbar metodik för materialval kan bygga på systemvetenskap och informatik. Det grundläggande systemteoretiska synsättet är användbart då det gäller att indela byggnader i system och för att strukturera och analysera påverkningar, krav och egenskaper av olika slag.

I slutet av rapporten ges förslag på en arbetsmetod, "MVAL", som kan vara tillämpbar vid materialval. Analys genomförs med hänsyn till ekonomi, funktion och utformning. "MVAL" visar på hur krav och egenskaper kan redovisas samt hur jämförelse dem emellan är möjlig att utföra. Upprättandet av en kravspecifikation och egenskapsredovisningar för tänkbara materialalternativ utgör centrala delar av beslutsunderlaget.

Den föreslagna materialvalsmetoden bör utvecklas vidare genom att den testas i praktiska projekteringssituationer. Kravspecifikationer och egenskapsredovisningar bör testas och utvecklas, eventuellt för tillämpning med datorteknik. Dessutom bör man skaffa sig en bättre kunskap om var i byggprocessen som olika beslut som styr materialvalet fattas. Vilka är beslutsfattare och vilka befattningshavare påverkar materialvalet på olika sätt? Inom hela problemområdet finns behov av fortsatta arbetsinsatser.

INNEHÅLL

FÖRORD

SAMMANFATTNING

1.	INLEDNING.....	1
1.1	Problemet - materialval	1
1.2	Uppläggnig av arbetet	2
1.3	Översikt av problemområdet	3
2.	LITTERATURÖVERSIKT - MATERIALVAL	9
2.1	Materialvalsteorier	10
2.2	Produktutveckling	25
2.3	Krav och egenskaper	34
2.4	Värdering	47
2.5	Beslut	55
2.6	Kostnader	64
3.	DISKUSSION OCH ANALYS	70
3.1	Materialval i projekteringsprocessen	70
3.2	Systemteori - användbart vid materialval?.....	75
3.2.1	Hur skall projektören angripa problemet - material- valet?	78
3.2.2	Systemanalys av byggnaden vid materialval.....	80
3.3	Beslutsunderlag vid materialval	85
3.3.1	Information och dess betydelse vid materialval	86
3.3.2	Informationsflödet inom byggbranschen	90
3.3.3	Krav och egenskaper	92
3.3.4	Materialvalshjälpmedel.....	98
3.4	Slutsatser	102
3.4.1	Slutsatser - information.....	103
3.4.2	Slutsatser - materialvalsteorier	103
3.4.3	Slutsatser - produktutveckling	103

3.4.4	Slutsatser - krav och egenskaper	104
3.4.5	Slutsatser - värdering	105
3.4.6	Slutsatser - beslut	105
3.4.7	Slutsatser - kostnad	105
4.	MATERIALVALSMETOD	106
4.1	Aktivt materialval	106
4.2	Identifiering av system	110
4.3	Förslag till materialvalsmetod - "MVAL".....	117
5.	BEHOV AV FORTSATT ARBETE.....	121
5.1	Grundläggande teoribildning	121
5.2	Redovisning av krav och egenskaper	121
5.3	Testa teoretiska "verktyg".....	122
5.4	Värdering	122
5.5	Samarbete	122
	LITTERATUR.....	129
	BILAGA 1 Materialvalsmetod "MVAL" vid projektering av hus	
	BILAGA 2 Värderingstabell enligt Egnell, S. Larsson, L (1981).....	137
	BILAGA 3 Försäkringspremieeffekter vid material- val enligt Akenes, P (1980).....	140
	BILAGA 4 Litteraturförteckning till avsnitt 2	143

MATERIALVAL VID PROJEKTERING AV HUS

1. INLEDNING

1.1 Problemet - materialval

I projekteringsarbete ställs man ofta inför uppgiften att välja lämpligt material. I samband med drift, underhåll, förvaltningsfrågor får materialfrågor en framträdande plats. Utvecklingsuppdrag behandlar ofta på ett mycket ingående sätt materialvalsfrågor. Inte sällan är det där frågan om att utveckla system eller metoder som skall användas för serieproduktion och där kan ett felaktigt materialval få mycket stora konsekvenser. Rätt materialval kan å andra sidan ge stora besparingar.

Under byggprocessens olika skeden sker beslut som successivt styr valet av material. Besluten tas av olika parter - enskilt eller i grupp - på ett komplicerat sätt där såväl rationella som irrationella faktorer spelar roll vid bedömningen.

Önskvärt vore att kunna basera ett materialvalsarbete på en teoretisk grund. Hittills har det dock i mycket stor utsträckning baserats på erfarenhet och det finns inte i litteraturen någon komplett metod som visar tillvägagångssättet steg för steg. Arbetet får baseras på sunt förnuft kompletterat med några hjälpmedel - "verktyg" - som kan underlätta arbetet i komplexa fall. Från arkitekternas arbetsområde finner man en del teoretiskt material som behandlar projekteringsmetodik, från ekonomiområdet får man kalkylmetoder, från informatik och systemvetenskap en del teoretiska modeller som kan vara till hjälp när det gäller att ta fram beslutsunderlag. För industriellt utvecklingsarbete har utvecklats metoder som kan stimulera kreativitet och som används för att värdera produktidéer och alternativa utföranden. De går under namn såsom värdeanalys, utformningsanalys etc.

I övrigt får man försöka utnyttja den erfarenhet som finns om olika materials möjligheter att klara olika krav. Det gäller att ha god kunskap om möjligheterna att inhämta information och det

är nödvändigt att kunna värdera den information som lämnas av olika tillverkare. Begreppet information omfattar all "input" som är relevant i projekteringskedets faser. Det är av stor betydelse att informationen struktureras på så sätt att "rätt" information enkelt och resurssnålt kan erhållas i "rätt" fas. Klassifikation och kodning utgör hjälpmedel vid struktureringen. En fördjupad kunskap om begrepp är grundläggande. Ekonomin styr i hög utsträckning materialvalet. Vid ekonomiska beräkningar är det nödvändigt att man tar hänsyn till allt som i framtiden har betydelse t ex skötsel, underhåll och möjligheter till utbyte. Därvid är också kunskap om byggnadsvård och restaurering av värde. Vid utlandsbyggande måste man ofta använda lokala material med okända egenskaper. Att kunna utvärdera sådana material är då nödvändigt.

Man kan beskriva materialvalet som en problemlösningssprocess. Ett virrvarr av faktorer skall hanteras, struktureras, processas och samordnas till ett rationellt beslutsunderlag. Förenklingar och avgränsningar är nödvändiga. Väsentliga delar av problemområdet får inte skäras bort eller sidoeffekter försummas. Har skall man klara detta?

1.2 Uppläggning av arbetet

Syftet med avsnitt 2 är dels att sammanställa, bearbeta och analysera befintlig kunskap om val av material i byggandet - speciellt vid projektering - dels att påvisa luckor i det teoretiska underlaget. Denna del behandlar dagsläget (1983) av materialvalsproblematiken inom byggandet och angränsande områden som är intressanta att studera. Omfattande litteraturstudier har utförts. En litteraturöversikt behandlande materialval ur olika synvinklar redovisas. Därefter följer diskussion och analys samt slutsatser.

I avsnitt 4 har vi försökt använda oss av ett systemorienterat synsätt på materialvalsproblematiken vid projektering av hus. Systemteorins sätt att angripa komplexa problemsituationer kan även vara ett sätt att bringa ordning vid materialval. Syftet med avsnittet samt bilaga 1 är att ge förslag på en systematisk materialvalsmodell och arbetsmetod.

Rapporten baserar sig i huvudsak på litteraturstudier samt intervjuer av personer med speciell kunskap inom området eller med en intressant position i beslutsprocessen vid projektering.

1.3 Översikt av problemområdet

Vad är materialval?

Materialval är problemlösning, som karakteriseras av beslutsfattande av olika parter inom byggandet och brukandet. Materialval kan sägas vara en dynamisk process, som till vissa delar är irrationell.

Materialval kan innebära dels att välja bland redan kända materialalternativ dels att söka efter nya lösningar som bättre satisfierar ställda krav. Allmänt innebär materialval informationsinsamling och val bland tänkbara materialalternativ.

Två motpoler - Krav och Egenskaper

Materialvalsproblematiken kan enkelt ses som en jämförelse mellan å ena sidan de krav som ställs på materialet och å andra sidan de egenskaper materialet har. Det blir alltså en fråga om att hantera information så att jämförelse och värdering kan ske.

Karlén, I. (1973) behandlar krav och egenskaper på ett principiellt och systemorienterat sätt. Krav är ett begrepp som används för att ange vad man vill uppnå och preciseras i regel som krav på vissa egenskaper. Egenskaper är karaktäristika hos ett system. För att man skall kunna hantera egenskaper krävs i allmänhet metoder att verifiera dessa. De beslut som fattas i byggprocessen består av serier av vägningar mellan krav på det färdiga resultatet och egenskaper hos de tekniska lösningar som är aktuella.

Krav bör återspegla de önskemål man har om funktion hos den färdiga byggnaden eller byggnadsdelen. "Performance"-begreppet inom kravsidan tillämpas ofta vid ett funktionsorienterat synsätt. Man talar om vad man begär av byggnaden och dess ingående system utan att ange hur de tekniska lösningarna skall utföras eller med vilka material. Att verifiera uppfyllelsen av funktionskrav innebär ofta stora

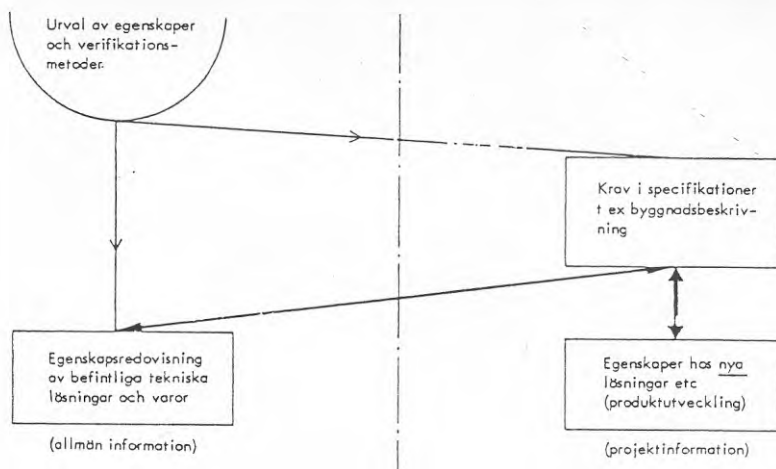


Fig. 3. Urval av egenskaper och verifikationsmetoder för byggnadsdel som betjänar både egenskapsredovisning och krav i byggnadsbeskrivningar och andra specifikationer enligt Karlén, I. (1973).

svårigheter. Det är svårt att särskilja den funktion som provningen skall avse och funktionen är även i hög grad beroende av den specifika användning som gäller. Funktionskrav kan omformas till egenskapskrav för att bli mer hanterliga.

Krav kan vara av många olika slag och ställas på olika nivåer. Sålunda kan man ställa krav på t ex hela byggnadens stabilitet och hållfasthet, men man kan också ha krav på den enskilda väggens ljudisolerande egenskaper. Det är därför nödvändigt att kraven relateras till rätt nivå av systemet - byggnaden. Detta har blivit föremål för studier såväl inom som utom Sverige och det finns ett flertal olika sätt att se på byggnaden som ett system.

Kraven kan också ha olika angelägenhetsgrad. Vissa krav kan vara absoluta krav medan andra är av mer förhandlingsbara karaktär.

När väljs material?

Byggprocessen indelas ofta i olika skeden. Varje skede kan indelas i ett flertal faser som är beroende av varandra och som parterna är engagerade i samt beslutsfattare för. Skedena och de ingående faserna följer inte nödvändigtvis efter varandra i tid utan en förskjutning och återgång stämmer mer med verkligheten.

Ombyggnad och renovering samt drift och underhåll av byggnader tilldrar sig större intresse från parterna inom byggandet och samhället än vad som var fallet under 1960- och 1970-talet. Byggprocessen kan därför, som modell, liknas vid ett omloppssystem där projektörer utför materialval för såväl nybyggnad som ombyggnad, restaurering, renovering och underhåll.

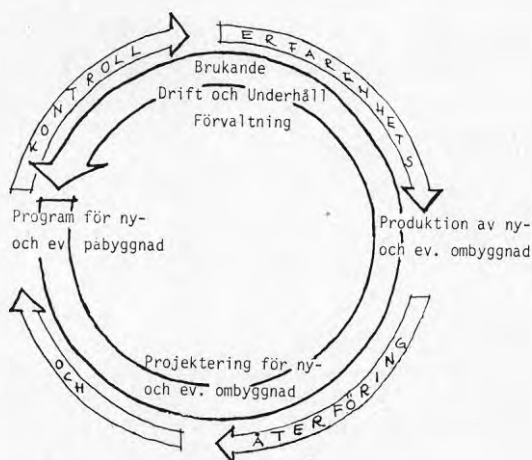


Fig. 4, Byggprocessens omloppssystem med erfarenhetsåterföring och kontroll.

Varje projekt inom byggandet är mer eller mindre specifikt och unikt. Projektören kan i de flesta fall inte använda sig av någon "standardlösning" utan är tvungen att för varje projekt identifiera och analysera ställda krav och egenskaper hos respektive materialalternativ. Detta sker inte efter någon speciell metod. Valet sker bland kända alternativ och baserar sig nästan uteslutande på erfarenhet.

Allmänt med produktutveckling menar man arbete med en produkt, som skall industriellt tillverkas och som kan finna användning i många situationer. Produkten är ny och utvecklas utifrån ställda marknadskrav. Kännedom om dessa krav är nödvändig och endast genom ett systematiskt arbetssätt kan tillfredsställande resultat uppnås. Därför har inom produktutvecklingens område tagits fram metoder som till vissa delar kan vara användbara även vid materialvalssituationer inom byggandet.

Vem beslutar i materialvalsfrågor?

Vid projektering av hus involveras många parter, framförallt arkitekter och konstruktörer. Allt eftersom projekteringen detaljeringsgrad ökar inkopplas även andra såsom EI- och VVS-konsulter. Omfattningen av ett projekt samt i vilken fas projekteringen befinner sig avgör antalet involverade projektörer. Projektörerna samarbetar i olika hög grad och med olika resursintensitet inom respektive fas av projekteringen.

Byggprocessens faser	Deltagande fackmän	Viktiga moment i arbetet
Utredning. Byggprogram	Byggherre tillsammans med egna eller anlitade fackmän	Fastställande av grundläggande krav på byggnadens funktion och storlek <i>Önskemål om byggnadssätt och viktiga byggvaror</i>
Förprojektering	Arkitekt och konstruktörer för bygg och installation	Upprättande av alternativa utkast med förslag till konstruktiva lösningar <i>Förslag till varuval samt kostnadsuppskattningar</i>
Projektering Planering för vald lösning. Upprättande av byggnadslovhandlingar	"	Utformning av planlösning <i>Val av de viktigaste varuslagen, t ex fasadutformningen</i>
Uppgörande av arbetsritningar och beskrivningar	"	Slutligt fastställande av konstruktioner och detaljlösningar <i>Slutligt val av varuslag. Ev uppställning av egenskapskrav</i>

Fig. 15, Varuinformation i byggprocessen enligt Svensk Byggtjänst.
(1981)

Det materialval som görs under projekteringskedets första faser påverkar och styr till stor del ekonomin, funktionen, utformningen och även drift och underhåll av byggnaden. Det är således viktigt att redan under projekteringsens inledning utreda påverkande faktorerens sammanhang och inverkan på byggnaden under hela byggnads- och brukstiden. Ett felaktigt materialval får ofta inte enbart konsekvenser för det valda materialet utan även för angränsande delar av systemet. Det är i projekteringskedets första faser som områden som drift, underhåll och förvaltning kan påverkas gynnsamt genom val av lämpligt material.

Beslut sker i projekteringsgrupper som upplöses då projekten är genomförda. För ett nytt projekt tillsätts en ny projektgrupp med nya relationer och med bl a nya styrkeförhållanden. Dessutom kan materialvalet ske över projektgruppens huvuden.

Definitionen av och målen för materialval är områdesspecifika. Detta innebär skillnader i såväl innehållet som i syftet med dessa. En ekonom och marknadsförare ser annorlunda på materialvalsprocessen och syftet med den, än den projekterande konstruktören.

Avsikten med denna inledning har varit att visa att då man behandlar materialvalsfrågor är man tvungen att ta hänsyn till många olika faktorer inom många olika områden. Det är viktigt att under arbetet kunna bibehålla helhetssynen. Det är här som ett systemteoretiskt angreppssätt kan vara till nytta. Det kan leda fram till att ett väl övervägt beslutunderlag tas fram, där missstag undviks i form av deloptimeringar av olika slag.

En enskild byggnad kan indelas i olika delsystem samt påverkas av en mängd övergripande system i sin omgivning. Se fig. 6. Ett systemteoretiskt synsätt innebär kortfattat att man noga definierar de system dvs de problemområden man skall arbeta med och indelar detta i hanterbara delsystem. Det som inte tillhör systemet utgör systemets omgivning och kan påverka systemet. Man kan använda sig av systemanalys vars syfte är att i detalj ange vad hela systemet är, i vilken miljö det verkar, vilka mål det har och hur dessa främjas av de olika delarnas aktiviteter.

För att effektivisera och systematisera materialvalsarbetet, vore det önskvärt att ha tillgång till hjälpmedel eller verktyg av olika slag. Sådana finns inom angränsande teoriområden men är inte direkt tillämpbara för materialvalssituationen. Låt oss därför se vad som finns att tillgå i litteraturen inom olika områden.

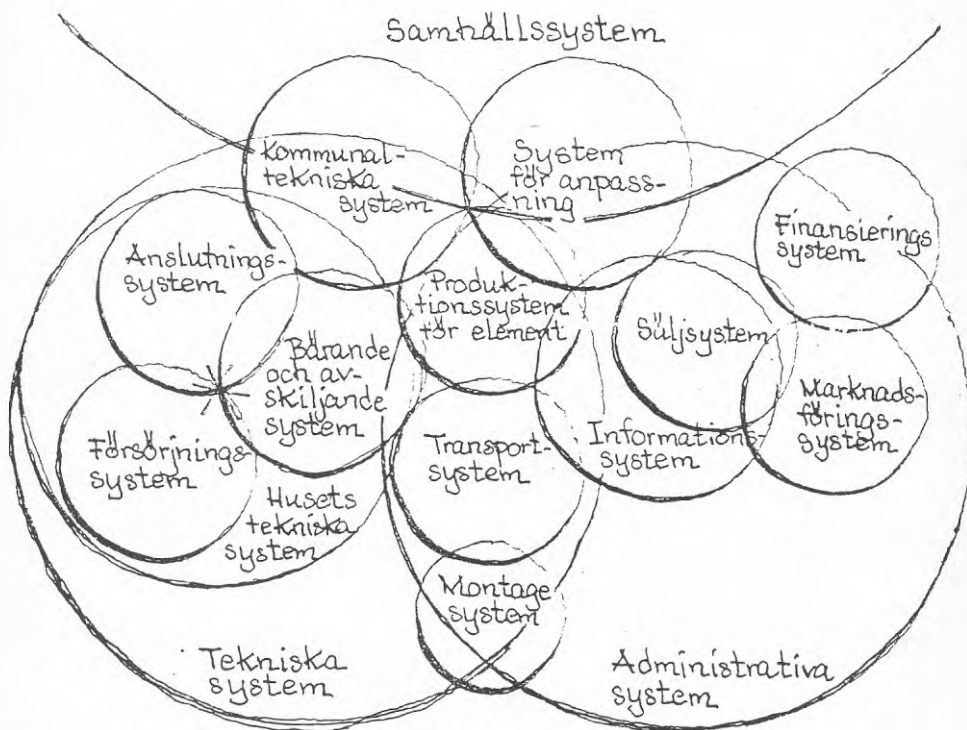


Fig.6, Systemsyn enligt Pettersson, L.F, Samuelsson, S, (1978).

2 LITTERATURÖVERSIKT - MATERIALVAL

Syftet med denna översikt av litteratur som behandlar materialval är att visa på dagsläget*inom problemområdet. Litteratursökning har visat att litteratur om materialval ofta återfinns som en integrerad del inom en rad olika områden och inom olika teorier och analyser. En enkel strukturering av översikten i form av exempelvis materialvalslitteratur avseende teori och praktik har därför visat sig svår att genomföra. Litteraturstudier har visat på specifika områden i vilken materialvalsproblematiken utgör en central del. Produktutveckling har medfört utveckling av materialvalsteorier och materialvalshjälpmedel. Det gäller framförallt inom mekan- och konstruktionsområdet samt till viss del inom lättbyggnadsområdet. Krav och egenskaper utgör väsentliga begrepp för en projektör i en materialvalssituation. Materialvalshjälpmedel bl a i form av krav- och egenskapsprofiler har utvecklats, för att underlätta beslutsfattandet vid materialval. Beslut och värdering karakteriserar materialvalsprocessen i hög grad. Beslut avseende materialval fattas av parterna i olika skeden av byggandet och brukandet. Beslut kan påverkas av byggmaterialtillverkare, marknadsförare och myndigheter. Kunskap om hur beslut fattas och av vem är därför väsentligt vid materialval. Ekonomiska faktorer är viktiga drivkrafter vid utveckling av materialvalsmetoder och materialvalshjälpmedel. Kan ett systematiskt utfört materialval medföra minskade kostnader för drift- och underhåll?

Vi har valt att indela litteraturöversikten enligt följande:

- o Materialvalsteorier
- o Produktutveckling
- o Krav och egenskaper
- o Värdering
- o Beslut
- o Kostnad

* (1983)

2.1 Materialvalsteorier

Hillerborg, A. (1974) har i en kompendiesamling "Allmän kurs i Byggnadsmateriallära", kortfattat beskrivit några grundläggande principer för materialval.

Vid materialval strävar man efter att uppfylla krav (som man måste uppfylla), eller önskemål (som man gärna vill få uppfyllda) beträffande olika egenskaper såsom ljudisolering, värmeisolering etc. Kostnaden måste beaktas, varvid även drifts- och underhållskostnader bör inräknas. Hillerborg använder begreppet kvalitet för att uttrycka i hur hög utsträckning de uppställda kraven och önskemålen uppfylls av det valda materialet eller av materialkombinationer. Vid materialval skall man söka sig fram till gynnsammast möjliga kombination av kvalitet och kostnad med beaktande av att minimikraven måste uppfyllas. Med minimikrav avses exempelvis de i Svensk Byggnorm, SBN, angivna kraven avseende säkerhet, skydd och hygien samt vissa av byggherrens krav.

Hillerborg fastställer att någon exakt metod att räkna sig fram till gynnsammaste materialvalet inte finns, eftersom kvalitetsbedömningen är mer eller mindre subjektiv. Dock kan man förbättra förutsättningarna för ett gynnsamt materialval genom att systematisera beslutsunderlaget. Detta redovisas genom ett exempel, se fig 7. Exemplet avser val av golvmaterial för ett kök i en villa. Arbetsgången är följande:

1. Lista de egenskaper som har betydelse för det aktuella materialvalet.
2. Bedöm vikten hos de olika egenskaperna.
3. Bedöm egenskaperna kvalitativt i en poängskala.
4. För varje material som uppfyller minimikraven multiplicera de olika egenskapspoängen med motsvarande vikter. Summering av dessa värden ger materialets kvalitetsvärde för den avsedda användningen.
5. Beräkna anläggningskostnader och framtida kostnader och multiplicera med de vikter som tilldelats.
6. Jämför kvalitetsvärde och kostnadsvärde.
7. Välj ut det materialalternativ, för vilket sambandet mellan kvalitet och kostnad är mest gynnsamt.

Egenskap	Vikt	Minimi- krav	Skumburen plastmatta		Parkett		Nålfiltmatta		Keramiska plattor	
			Poäng	Viktad poäng	Poäng	Viktad poäng	Poäng	Viktad poäng	Poäng	Viktad poäng
Rengörbarhet	0,15	3	4	0,6	4	0,6	②		5	
Ökänslighet för mat- spill	0,15	3	4	0,6	3	0,45	①		5	
Nötningsåtlighet	0,10	1	3	0,3	4	0,4	4		5	
Skadetålighet	0,10	2	3	0,3	3	0,3	4		4	
Mjukhet, värmebehag- lighet	0,20	2	4	0,8	2	0,4	5		①	
Halksäkerhet	0,10	2	4	0,4	3	0,3	5		①	
Utseende	0,20	1	2	0,4	4	0,8	4		3	
Kvalitetsvärde				3,4	3,25					
Anläggningskostnad kr/m ²	0,7		20	14	70	49	40	28	80	56
Framtida kostnad (nuvärde) kr/m ²	0,3		20	6	10	3	20	6	0	0
Kostnadsvärde				20	52		34		56	

② = värde, under minimikravet.

Fig. 7. Materialval för köksgolv i villa enligt Hillerborg, A. (1974).

Ett antal publikationer från institutet för Verkstadsteknisk Forskning, IVF, utgivna av Sveriges Mekanförbund behandlar materialval. Publikationerna är resultat av konstruktionsteknisk forskning. I "Produktutveckling - Materialval, Problemlösning och konstruktionsstrategier" av Bengtsson, U. Rydnert, B. (1980) beskrivs och diskuteras materialval med utgångspunkt från praktiska fall samt anges ett ökat behov av materialmedvetande vid produktutveckling och konstruktionsarbete. Produktutvecklingsfrågor med materialanknytning utgör ett allt svårare problem för konstruktörer och produktutvecklare. Det beror på att vid sidan av funktion, ekonomi och tillverkningstekniska frågor måste de även lösa problem som har anknytning till ansvarsförhållanden, resursknapphet och produktens livslängd. Materialval ingår som en integrerad del av allt produktutvecklingsarbete och låter sig inte isoleras från det övriga tekniska arbetet. På grund av denna integrering av materialaspekterna försvåras möjligheterna att göra en enkel och klar beskrivning av materialval vid problemlösning. Ett problem är valet av lämpliga undersökningsmetoder. Konstruktören kan lösa problem med hjälp av en traditionell teknisk-naturvetenskap-

lig rationell problemlösning som följer givna teorier för beräkning och slutsatser. Han/hon kan också använda en teknologisk-samhällsinriktad problemlösning styrd av värderingar och "subjektiva" antaganden.

Skriften är indelad i avsnitt som i stora drag följer konstruktörens arbetsgång:

- Problemformulering
- Problemanalys
- Information
- Problemlösning

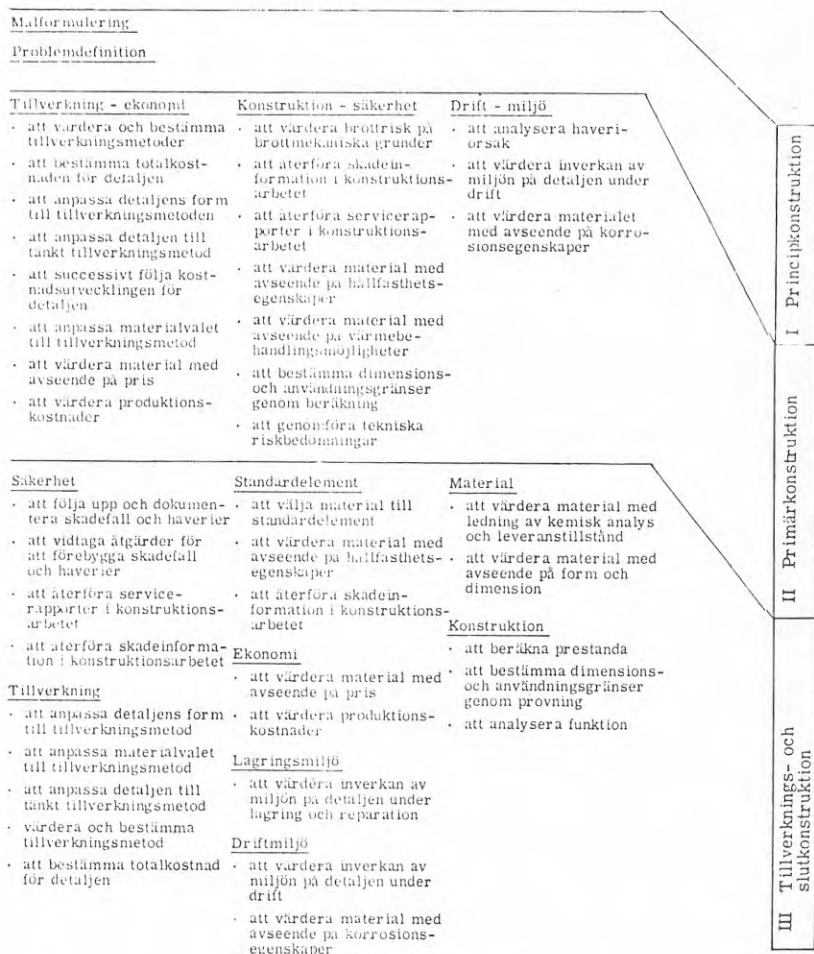


Fig. 8, Problemlösningens olika stadier kräver i varierande grad översiktlig eller detaljerad uppdelning av arbetsuppgifternas

Beträffande "problemformulering" behandlas synpunkter på produkt-karaktärisering samt teknik- och materialkunskapers relationer till olika konstruktörers arbetsuppgifter. När det gäller "problemanalys" behandlas ett urval randvillkor av betydelse för produktutvecklingen samt några ur materialsynpunkt angelägna konstruktionsstrategier. "Materialinformation" behandlar betydelsen av individens förmåga att göra sammanvägningar och tendens till förenklingar. Inom avsnittet "problemlösning" presenteras en generell modell byggd på erfarenheter från praktikfall mot bakgrund av randvillkor, konstruktionsstrategier och informationstyper.

Allmän beskrivning av karaktäristiska steg vid problemlösning

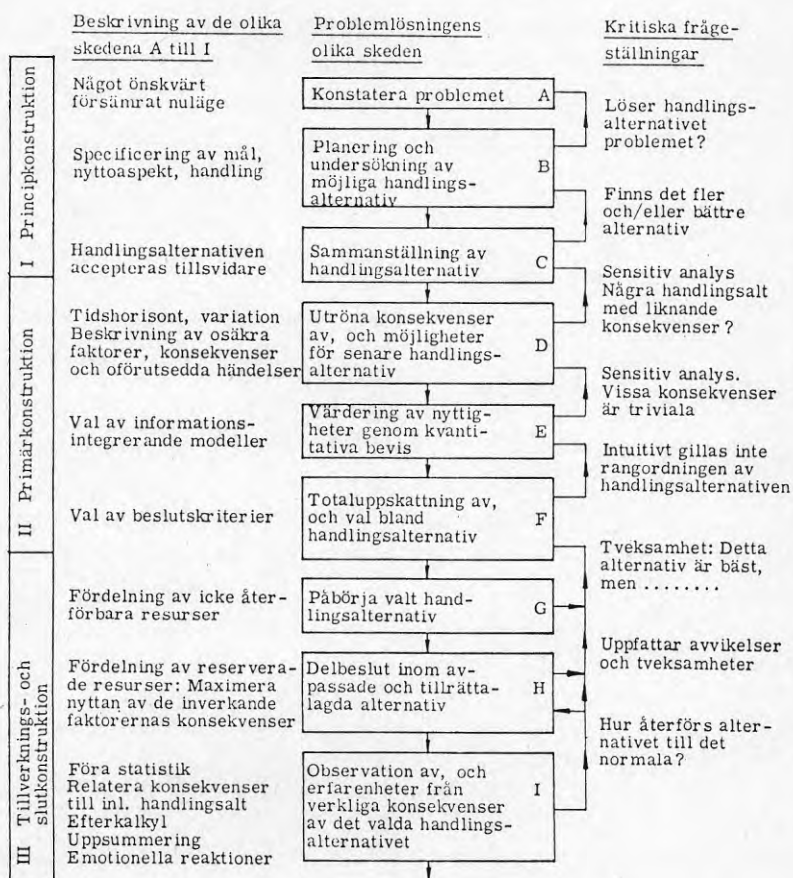


Fig. 8, (forts. innehåll enligt Bengtsson, U, Rydnert, B, (1980).

I ett annat IVF-resultat "Materialval i mekaniska konstruktioner" av Fischmeister, H. Larsson, L-E. (1974) behandlas val av material främst för metalliska maskinkonstruktioner. Grundtanken är att materialvalet innebär en anpassning mellan kravprofil och egenskapsprofil med kostnad som randvillkor.

Varje materialval innebär en avvägning av ett stort antal parametrar med många bivillkor. Meritsiffror, som väger samman olika materials egenskaper med hänsyn till en viss tänkt funktion, kan användas vid en första gallring. Valet av material genomförs slutligen med avseende på en eller flera optimeringsparametrar. Arbetsgången vid materialval redovisas med följande figur 9.

Materialvalet baserar sig således på krav- och egenskapsprofiler. Kravprofilen sammanfattar de krav som resulterar i de funktioner detaljen skall fylla och inom den miljö i vilken den skall fungera. Egenskapsprofilen omfattar materialets egenskaper i "normaltillstånd" samt variationer på grund av bl a bearbetning och tillverknings sätt, mikrostruktur och miljöpåverkan. Pris och bearbetbarhet ingår även i egenskapsprofilen. Se fig. 10 och fig. 11, som visar exempel på krav- och egenskapsprofil.

I en bilaga till skriften sammanfattas en enkätundersökning angående materialvalsfrågors hantering inom svensk verkstadsindustri. Följande generella slutsatser kan dras:

- o För samtliga företagsstorlekar dominerar nyproduktion som orsak till materialval.
- o För små företag utgör produktionsbetingelserna en viktig faktor vid initiering av materialbyte. Vikten av denna faktor avtar med ökande företagsstorlek.
- o Samtliga företagsstorlekar anger "för bra" material som den parameter, som mest sällan orsakar materialutbyte.

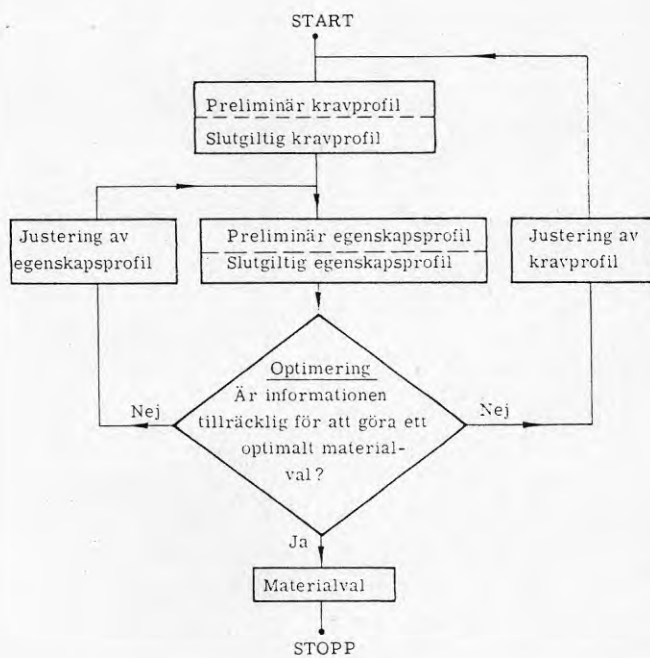


Fig. 9. Flödesschema enligt Fischmeister, H. et al (1974).

KRAVPROFIL		EGENSKAPSPROFIL	
MEKANISK MILJÖ	formbevarande	I KOMBINATION MED TID OCH TEMPERATURKRAV	hårdhet, slitstyrka, densitet värmeutvidgningskoefficient
	lastbärande spänning spänningskoncentr		elasticitets- och skjuvmodul; E , G , ν sträckgräns, σ_s , σ_f , σ_b kryphällfasthet, $\sigma_c(T, t_F)$, σ_c brottseghet, anvisningskänslighet, förspröd- ningstendens vid viss behandl eller kyla utmattningshällfasthet, anvisningskänslig- het vid utmattning, korrosionsutmattning temperaturväxlingsbeständighet (termisk utmattning, termochock)
	växelbelastning		sprödbrottrisk $\sigma_{sc}(T)$, $\sigma_F(T)$ slagseghet, omslagstemp. brottseghet $K_{Ic}(T)$
	slagpåkänning		slitstyrka, hårdhet torrsmörjningsegenskaper smörjmedelsvidhäftning
funktion	nötning	hårdhet, sträckgräns; E-modul	Jämte egenskapernas variation vid olika • kemisk sammansättning • mikrostruktur • tillverkningsgång • värmebehandling • ytbehandling • arbetstemperatur • riktning (relativt bearbetningsriktningen)
	lastfördelande energiupptagande plastisk elastisk kinetisk	brottgräns och brottöjning, slagseghet fjädringsarbete $\sigma_s E$ friktionskoefficient, temperatur- växlingsbeständighet värmekapacitet, värmeledningsförmåga värmeutvidgningskoefficient temperaturväxlingsbeständighet	
KEMISK MILJÖ		korrosionsbeständighet	
STRÅLNINGSMILJÖ		åldringsbeständighet, optiska egenskaper (absorption, reflexion, emission)	
ELEKTRISK MAGNETISK MILJÖ		elektrisk resistivitet magn permeabilitet, mättningsinduktion koercitivkraft	
BIOLOGISK MILJÖ		toxiska och oligodynamiska egenskaper korrosionsbeständighet	
FORM OCH KOSTNAD		gjutbarhet ^{x)} : smältpunkt, stelningsintervall flytförmåga, värmekapacitet och smältvärme plastisk formbarhet ^{x)} : deformationshårdnande, anisotropifaktor, sträckgränsförhållande; brottöjning; Erichsen-tal m fl teknol. testvärden skärbarhet ^{x)} : teknologiska testvärden formrelation halvfabrikat färdig form (->skrotförluster, bearbetn. -omfattn.) bearbetningskostnad kontrollkostnad densitet och kilopris indirekta materialkostnader	

x) endast exempel

Fig. 10. Krav- och egenskapsprofil enligt Fischmeister, H. et al (1974).

MATERIALETS FUNKTION I KONSTRUKTIONEN		Exempel:
Formbevarande lastbärande lastfördelande energiupptagande elastisk deformationsenergi kinetisk energi värme		navkapsel, speltärning vevstake, kugghjul underläggsbricka, packning fjäder bucklingszon i bilkaross bromsband och belägg
MILJÖ		
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Mekanisk miljö + Tid + Temp</div>		
spänning spänningskoncentration växelbelastning slagpåkning nötning : :		krypning, spänningsrelax utmattning, korrosions- utmattning
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Kemisk miljö + Tid + Temp</div>		
Makromiljö: nominell atmosfär/medium föroreningar stänk		marin luft, inlandsluft; sötvatten, saltvatten; matarvatten, bränsle, smörjmedel
Mikromiljö: atmosfärväxling transportmiljö : :		fukt, elektrolyt i spalter, cirkulerande stagnant miljö
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Strålningsmiljö + Tid + Temp</div>		
ljus ultraviolett strålning infraröd strålning röntgenstrålning radioaktiv strålning		färg bleknar plaster åldras plaster mjuknar, metaller åldras; för radiatorer: emissionsförmåga org material försprödas plaster nedbryts, metaller försprödas
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Elektrisk/magnetisk miljö + Tid + Temp</div>		
ström, laddning elektrodynamisk kraftverkan strömvarme elektrofores isolation vagabonderande strömmar i marken		kraftledning: antistatic-golv kopplingskenor, generatorledning gnistskaor i strömförande lager nedbrytn av isolationsmaterial för undvikande av galvanisk korrosion
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Biologisk miljö + Tid + Temp</div>		
mikroorganismer makroorganismer		nedbrytning av trä; hydrauloljor i slutna system kan angripas av anaeroba bakterier fåglar i jetmotorer: gnagare; påväxningar i skeppsskrov
FUNKTIONSBETINGAD FORM		
FUNKTIONSBETINGAD KOSTNAD		

Fig.11, Kravprofil enligt Fischmeister, H. et al (1974).

IVF-resultatet "Plaster, Materialval och materialdata" av Hill, L-E. (1978) behandlar plastens möjligheter som konstruktionsmaterial inom verkstadsindustrin. Skriften är avsedd att tillgodose konstruktörens behov av kunskap och information om plaster samt skall vara ett redskap vid bedömning av vilka plastmaterial som kan användas i en produktdetalj. Hill menar att materialvalet ofta sker utan större tankemöda och att konstruktören gärna håller sig till tidigare erfarenheter, vilket medför att metalliska material blir det naturliga valet. Detta trots att plastens egenskapsprofil i kombination med kostnadsfaktorn motiverar en större användning inom verkstadsindustrin. Det framhålls att för att förbättra denna situation behövs inte endast en kunskapsuppbyggnad om denna relativt nya materialgrupp utan även ett systematiskt tänkande vid materialval på konstruktionsstadiet.

Ett exempel på en materialvalsmodell för optimering av arbetsgången av mekaniskt belastade detaljer i plast ges i fig. 12.

1. Definition av funktionerna.
2. Upprättande av kravprofil.
3. Grovsållning av material.
4. Upprättande av egenskapsprofiler för möjliga material.
5. Konstruktiv detaljutformning.
6. Val av bearbetningsmetoder.
7. Val av material.
8. Tillverkning av provserier - kontroll av verktyg och produkt.
9. Justering och trimning av verktyg.

Steg 7 - val av material, innebär en anpassning av en egenskapsprofil till den uppställda kravprofilen samtidigt som hänsyn måste tas till detaljens konstruktiva utformning och bearbetningsmetod. Kravprofilen och egenskapsprofilerna är utformade i enlighet med tidigare IVF-resultat, Fischmeister et al, (1974).

Hill anger att materialvalet kompliceras av att den information, som sammanställs i egenskapsprofilen, utgör ett idealiserat fall av verkligheten. Han menar att det är lämpligt att göra ett primärt materialval och sedan tillverka en prototyp för funktions-testning.

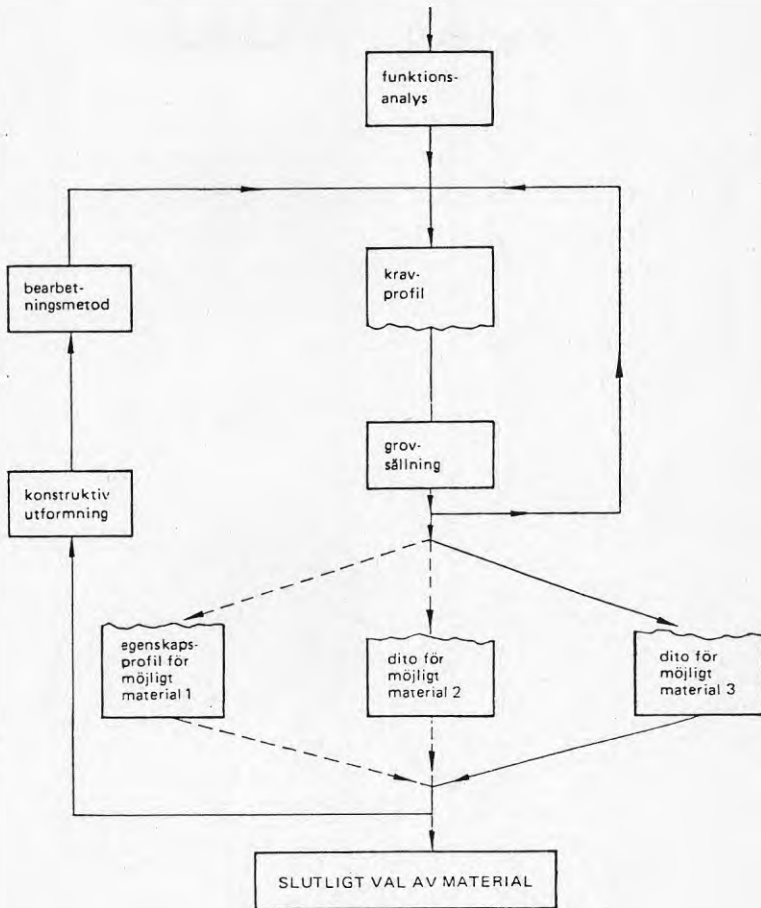


Fig. 12, Arbetsgången vid konstruktion och materialval av mekaniskt påkända konstruktioner i plast enligt Hill, L-E. (1978).

Svenska Ingenjörssamfundet och Tjänstemännens Bildningsförbund har tagit fram en rapport "Materialvalsteknik" av Pettersson, S. (1979). Rapporten behandlar materialstandardens möjligheter och begränsningar, internationell materialstandard och problem vid materialöversättning, metallernas korrosionsegenskaper samt olika metoder att öka miljötåligheten. Rapporten redovisar också plasternas egenskapsprofil och deras möjligheter att ersätta metaller samt jämförelser mellan olika plastbeteckningssystem, moderna elaster och deras konstruktions- och processtekniska data samt jämförelser mellan olika gummibeteckningar. Nya och speciella materials möjligheter och begränsningar samt jämförelser mellan konventionella och nya konstruktioner och slutligen värdering av potentiella vikt- och kostnadsbesparingar med nya material behandlas också.



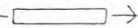


		↑ ökar	↓ minskar	~ påverkar ej						
Framställarens	Avsändarens	Möjligheter att påverka ALUMINIUM beträffande								
				Hållfasthet, stat	Utmattningshållf	Seghet A5	Dimensionsstabilitet	Korrosionshållförmåga	Spänningskorrosion	Slårbarhet
×	Legeringstillsatser Cu, Zn, Mg, etc	↑↑↑	↑	↓		↓↓	↑↓	↑↑		
×	Hög renhet, små tillsatstoleranser		↑				↑			
×	(x) Kornstorlek, minskning 		↑							
×	Kallbearbetning 	↑↑	↑	↓	↓		↓	↑		
×	Avspänningssträckning ←  →		~		↑↑	~	~	~		Ej plåt < 3 mm
×	×	Värmebehandling — upplösningsbehandling	-	-	↑↓					
	×	Värmebehandling — kallåldring	↑↑	↑	↓		↑	↑		
	×	Värmebehandling — varmåldring	↑↑↑	↑	↓		(↓)	↑↑		Överåldring minskar känsl för SPK
×	×	Snabkylning vid gjutning	↑	↑						
×	Dimensionsminskning 	↑	↑	↑						Gäller spec gjutgods
×	Formgivning 		↑↑				↑			
×	Ytbehandling		↓				↑↑	↑	~	

Fig. 13, Metalltyp-översikter enligt Pettersson, S, (1979). Forts. nästa sida.

Det är svårt att skilja på metod och hjälpmedel vid materialval. Med materialvalshjälpmedel avses i rapporten speciella dokument som underlättar jämförelsen av materialdata. Materialöversikter är sådana dokument. Översikterna begränsas av praktiska skäl till att gälla någon eller några besläktade egenskaper. I fig 13 visas metalltypöversikter, som ger lättläst information i ett tidigt skede av materialvalet.

		↑ ökar ↓ minskar ~ påverkar ej									
Framställarens Användarens		Möjligheter att påverka STÅL beträffande		Hållfasthet, statisk	Utmattningshållfasth.	Seghet (A ₅)	Slagsyrka	Svetsbarhet	Dimensionsstabilitet	Korrosionshårdighet	Anm Begränsningar
×	Legeringstillsatser C			↑↑↑	↑↑	↓↑	↑↑	↓	~		
×	Legeringstillsatser Cr -Ni/Mo/etc			↑↑↑	↑↑	↓↑	↑↑	↓↑	↑↑		Stora variationer
×	Hög renhet, slagfrihet			↑	↑	-	-	↑	-	↑	
×	Kornstorlek, minskning			↑↑	↑	↑	-	-	-	-	
×	Kallbearbetning			↑↑	↑	↓	↑	~	~	↑	Klenta dimensioner Komb ofta med kallbearbetning
×	Dimensionsminskning			↑↑	↑	↓	↑	~	~	~	
×	Ytjämnhet, ökning			~	↑↑	~	~	~	~	↑	Sätthärdn. nitring
×	Ythärdning			↑	↑↓	~	↑↑	~	~	↑	
×	Seghärdning			↑↑	↑	↑	↑↑	↓	~		
×	"Härdhärdning"			↑↑↑	↑↓	↓	↑↑	↓↓	↓	~	
×	Formgivning			↑	↑↑	~	~	↑	~	↑	
×	Ytbehandling			~	↓	~	↑	~	~	↑↑	

Fig, 13, forts.

Att välja rätt material är komplicerat, vilket försvårar en logisk avgränsning mot andra verksamheter. Pettersson slår fast att någon universalmetod genom vilken man snabbt och säkert optimerar materialvalet inte finns. "Vissa generella systematiska metoder har visserligen presenterats och diskuterats livligt, men alla dessa sköna system har ofta haft stora svårigheter att hitta fotfäste i den grå vardagens pressade läge".

Pettersson hävdar att en jämförelse mellan produktkrav och materialegenskaper är den vanligaste metodiken i materialvalssammanhang. Enligt rapporten kan vissa svårigheter uppstå vid vägning och värdering av olika krav och egenskaper. Han visar också på en annan metodik den s k Stegmetoden, som till viss del bygger på kravredovisning. Stegmetoden, se fig 14, förutsätter en relativt bred kunskap om alternativa konstruktionsmaterial. Materialvalet sker i följande steg:

1. Val av materialgrupp
2. Val av materialtyp
3. Val av materialsort
4. Kontroll av form och dimension
5. Val av ytkvalité
6. Övriga krav

Steg	Utgångsläge Krav/Önskemål	Alternativ Val	Dokument	Anm
1a b	Val av material- grupp Hållfast Styvhet	Metall- plast Metall	Material- översikt	Komposit för dyrt
2a b	Val av material- typ =1b	Stål, titan aluminium Aluminium	Meritvärden för maxlast	
3a b c d	Val av material- kvalité =1b Kontroll av form o dimension Kontroll av bearb egenskaper, ex avsp-behandling	Al Cu eller Al Zn Al Zn Stång, profil smide Tillstånd	Aluminium översikt Material standard Formöversikt Dimensions- standard Material- standard	Al Zn-leg kan svetsas Lagerlistor Värmebehand- lingsutrustn
4	Värmehärdighets- krav	—	Översikt	
5	Spänningskorro- sionskrav	—	Översikt	
6	Övrigt Tillgänglighet Pris		Kataloger	Kartotek

Fig. 14. Stegmetoden enligt Pettersson, S. (1979).

Pettersson beskriver även hur Master-materialmetoden kan användas vid materialval. Metoden baserar sig på att i ett tidigt stadium preliminärt välja ett välbekant material "Master-materialet", vilket därefter används som jämförelsematerial då man behöver särbehandla någon speciell egenskap, se fig 15. Jämförelserna baseras på utförliga egenskapsöversikter.

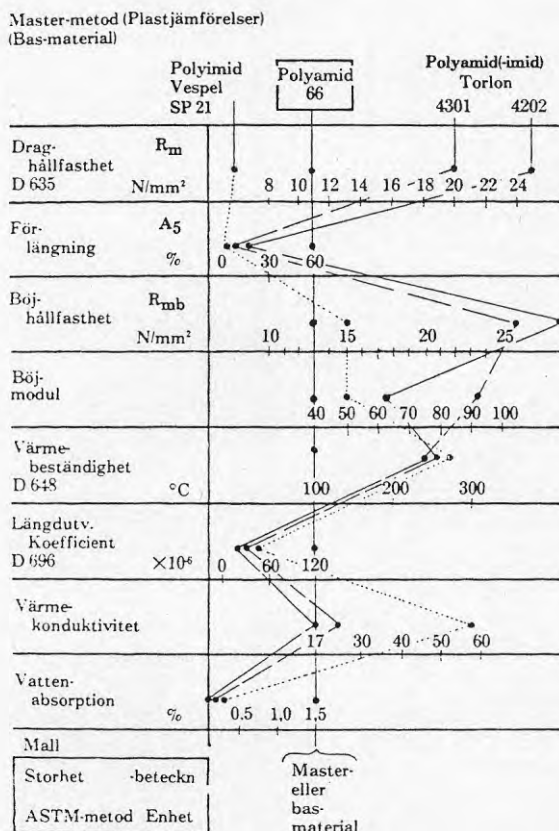


Fig. 15. Master- eller basmaterialmetoden enligt Pettersson, S. (1979).

Materialvalsproblematiken behandlas även internationellt, till exempel i Japan. I en rapport från Japan "On the systematic method for selecting building materials" av Building Research Institute, BRI, (1968), behandlas materialvalsproblematiken. Syftet med projektet är att ta fram en rationell metodik för att lösa problemet - hur att välja och hur att använda byggmaterial. Som första steg klassificeras de materialegenskaper som det finns bestämda krav på. Steg två innebär att man definierar egenskaperna hos varje material relaterat till egenskapskraven. Huvuddelen av arbetet har utförts inom detta steg. I steg tre används den rationella metodiken för beslut och val av det material som bäst överensstämmer med egenskapskraven, enligt steg ett.

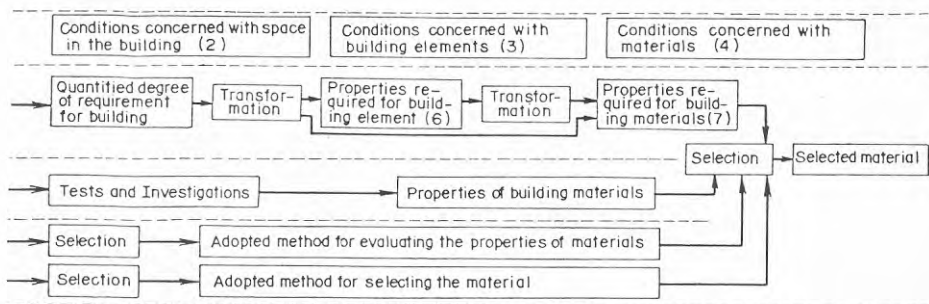
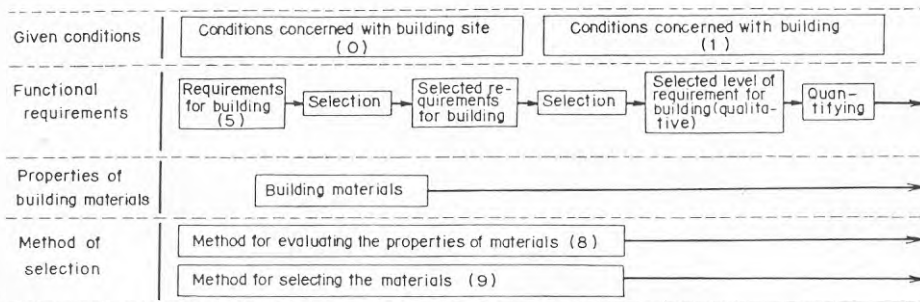


Fig. 16, Flödesschema för materialval enligt BRI Research paper no 36, (1968).

2.2 Produktutveckling

Enligt IVF-resultatet "Produktutveckling - Materialval. Problemlösning och konstruktionsstrategi" (1980) kan ingen produktutveckling ske utan materialval. Materialval kommer in i produktutvecklingsprocessen när nya materialalternativ eller nya kombinationer av välkända materialalternativ skall väljas. Materialalternativ vars egenskaper skall motsvara ställda funktions- och egenskapskrav. Även vid produktutveckling av tjänster berörs materialvalsproblematiken.

Baehre, R. (1978) har i rapporten "Lättbyggnadsteknikens utvecklingskaraktäristika" behandlat frågeställningar som berör utvecklingsmetodik för lätta byggsystem och samverkan mellan olika material i sådana. Baehre visar på den marknadsframgång som profilerad plåt haft för takkonstruktioner till hallbyggnad. Han menar att det är resultatet av en målinriktad produktutveckling där slutprodukten med dess funktionskrav tagits som utgångspunkt för utvecklingsarbetet. Baehre inordnar funktions- och egenskapskrav i huvudgrupper. Därefter kan ett översiktligt lämplighetschema utvecklas i relation till angivna egenskapskrav i syfte att finna materialkombinationer som kan tillfredsställa flera egenskapskrav, se fig.17. Målsättningen vid produktutvecklingen bör vara att komponera för ändamålet lämpliga materialkombinationer då ett "idealmaterial" ofta inte finnas att tillgå.

Jämförelser mellan egenskapsprofiler kan ge intressanta aspekter på produktutvecklingen. Baehre menar bl a att produktutveckling inom lättbyggnadsteknik kräver en kvalificerad analys av materialvalssituationen med utnyttjande av ett flertal kunskapsområden exempelvis byggnadsstatik, byggnadsteknik, materiallära, produktion och byggnadsekonomi.

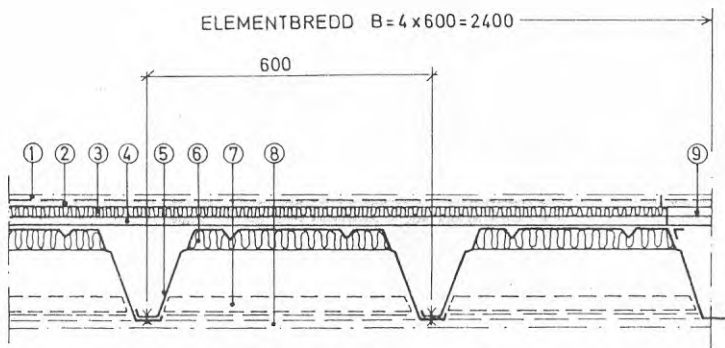
Enligt rapporten är det nödvändigt att upprätta användningsspecifika egenskapsprofiler och ett därtill avstämt optimalt urval av materialkombinationer. Systematiken för material- och produktval redovisas med exempel, se fig.18 och 19.

TABELL 1: Lämplighetschema för byggmaterial och produkttyper inom lättbyggnadstekniken med avseende på egenskapskrav		EGENSKAPSKRAV						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
		DRÄNFÖRMÅGA	STYVHET	BESTÄNDIGHET	BRÄNSKYDD	LJUDSKYDD	KLIMATSKYDD	RUMSMILJÖ
■ = Lämpligt vid höga anspråk ◉ = Lämpligt vid måttliga anspråk □ = Lämpligt vid låga anspråk ▢ = Olämpligt								
BYGGMATERIAL/PRODUKTYP (EXEMPEL)								
1	Öförstyvade plåtpaneler, fz	◉	◉	◉	—	—	—	—
2	som 1, fz + skyddsbeläggning	◉	◉	●	—	—	—	—
3	Förstyvade plåtpaneler, fz	●	●	◉	—	—	—	—
4	som 3, fz + skyddsbeläggning	●	●	●	—	—	—	—
5	20 mm fiberbeton	◉	◉	●			—	
6	13 mm gipsplattor			◉	◉		—	◉
7	26 mm gipsplattor	◉	◉	◉	●	◉	—	●
8	13 mm plywood	◉	◉	◉			—	◉
9	Träfiberskivor					—	—	●
10	Boardskivor	—	—		—			◉
11	Mineralullsskivor	—	—	◉	●	●	●	—
12	Cellplast			◉		◉	●	—
13	Önskvärt kompositmaterial för ① - ④	◉	◉	●	●	●	●	●

Fig. 17, Lämplighetschema för byggmaterial och produkttyper inom lättbyggnadstekniken med avseende på egenskapskrav enligt Baehre, R, (1978).

EGENSKAPSKRAV		KVALITETSKRAV					LÄMPLIGA ÅTGÄRDER FÖR ATT UPPFYLLA KVALITETSKRAVEN
		0	1	2	3	4	
BÄRFÖRMÅGA	BÖJMOMENT						FÖRSTYVADE PLÅTPANELER
	TVÄRKRAFT						ADEKVAT LIVAVSTÅND
	PUNKTLAST						TVÄRFÖRBAND + KOMPOSITER
	SKIVVERKAN						TVÄRFÖRBAND
	NORMALKRAFT						INGA SPECIELLA ÅTGÄRDER
STYVHET	BÖJSTYVHET						SAMVERKAN MED KOMPOSITER
	TVÄRSTYVHET						TVÄRFÖRBAND + KOMPOSITER
	EGENFREKVENNS						JFR BÖJSTYVHET
	DÄMPNING						ENERGIUPPTAGNING I KOMPOSITER
BESTÄNDIGHET	KORROSIONSSKYDD						FÖRZINKADE PLÅTPANELER 25 µm
	TRÅSKYDD						K-PLYWOOD
	TIDSHÅLLFASTHET						LÄMPLIGT LIM; BORRANDE SKRUVAR
	FUNKTIONS- BESTÄNDIGHET						LÄMPLIG MATERIALKOMBINATION
BRANDSKYDD	BRANDMOTSTÅND						UNDERTAK: 13 mm GIPSPLATTA
	YTSKYDD (OVANSIDA)						GIPS-GOLVPLATTA ELLER ANDRA LÄMPLIGA ISOLERMATERIAL
	RÖKGASUTVECKLING						INGA GIFTIGA GASER
LJUDSKYDD	STÅGLJUD						HELTÄCKANDE MATTA + ISOLERING
	LUFTLJUD						FLERSKIKTSKONSTRUKTION
	FLANKTRANSMISSION						INGA SPECIELLA ÅTGÄRDER
KLIMATSKYDD	VÄRMEISOLERING						MINERALULL ELLER CELLPLAST
	KÖLDBRYGGOR						INGA SPECIELLA ÅTGÄRDER
	LUFTKONVEKTION						- " -
RUMSMILJÖ	YTBEHANDLING						MJUK GOLVBELÄGGNING
	LJUDABSORPTION						UNDERTAK MED LJUDABSORPTION

Fig. 18, Exempel på egenskapsprofil: Källarbjälklag i fristående enfamiljshus mellan hobbyrum och vardagsrum enligt Baehre, R, (1978).



KOMPONENTER : (VERKSTADSPRODUKTION ②-⑦)

- ① HELTÄCKANDE MATTA
- ② TRÄFIBERSKIVA
- ③ 13 MM MINERalfIBERPLATTA
- ④ 13 MM PLYWOOD (SAMVERKAN MED ⑤ GENOM BORRANDE SKRUVAR OCH LIMFÖRBAND)
- ⑤ BJÄLKLAGSPROFIL AV TUNNPLÅT
- ⑥ 50 MM MINERALULLSPLATTOR
- ⑦ TVÄRFÖRSTYVNINGAR
- ⑧ 13 MM GIPSPLATTOR
- ⑨ UTJÄMNINGS-(SKARV-) ELEMENT PÅ STÖDPROFILER (PLATSMONTAGE)

Fig,19 , Exempel på bjälklagskonstruktion med egenskapsprofil enligt fig 18 (Baehre, R, (1978)).

Jansson, L-E, (1975) förklarar i en VBB-rapport "Produktutveckling med precision" vad som menas med utformningsanalys och hur den kan användas vid produktutveckling. " Utformningsanalys är ett hjälpmedel som snabbt klargör vilka samband som kan tänkas mellan en produkts olika egenskaper och dess funktion, mellan produkten som komponent i ett system och andra komponenter. En utformningsanalys anvisar vad som bör studeras närmare men inte hur. Den medför att det tekniska utvecklingsarbetet systematiseras."

Enligt Jansson betsår utformningsanalysen av tre steg. I det första steget bedöms vilken produktnivå som skall studeras. I regel studeras tre nivåer - produkten i ett system, produkten själv och materialet i produkten. Steg två innebär en skedesindelning av byggprocessen med avseende på de krav som kan komma att ställas. I det tredje steget studeras vilka krav som kan komma att ställas på en ny produkt i olika skeden. Samtidigt studeras vilka värderingsmetoder som finns tillgängliga för att bli kontrollera hur olika krav uppfylles. Resultatet av en utformningsanalys kan presenteras i en sk morfologisk uppställning eller med andra ord i en matris. På ena axeln redovisas de olika krav som den nya produkten bör motsvara och på den andra axeln olika tänkbara tekniska lösningar. Jansson menar att i en utvecklad form kan resultaten av utformningsanalysen även kvantifieras.

Jansson, L-E, Lagergren, S, har studerat utvecklingsmetodik för nya byggmaterial. Det har skett med hjälp av utformningsanalys. Arbetet har resulterat i rapporterna " Fönster; Utformningsanalys av fönster, Studie av plastfönsters lämplighet " (1977), och " Utformningsanalys av ytterväggar. En metodstudie." (1979). Enligt den sista rapporten är utformningsanalys dels användbar i samband med utveckling av nya produkter, dels användbar vid val av alternativ. Utgångspunkten vid den senare användningen kan vara att några olika tekniska lösningar föreslagits och uppgiften består i att välja eller rangordna alternativen.

Samuelsson, S, (1979), har i rapporten "Utveckling av lätta byggsystem" på ett generellt sätt behandlat utvecklingen av dessa. Efter en övergripande diskussion av begrepp och förhållanden inom området, ges en beskrivning av en utvecklingsprocess för utveckling av stomelement/komponenter, fig 20. Den omfattar många steg och arbete måste ägnas åt flera olika systemområden och hänsyn måste tas till ett stort antal faktorer.

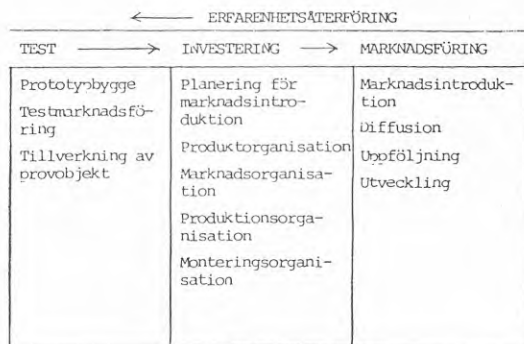


Fig. 20, Utvecklingsprocessen för byggsystem enligt Samuelsson, S, (1979).

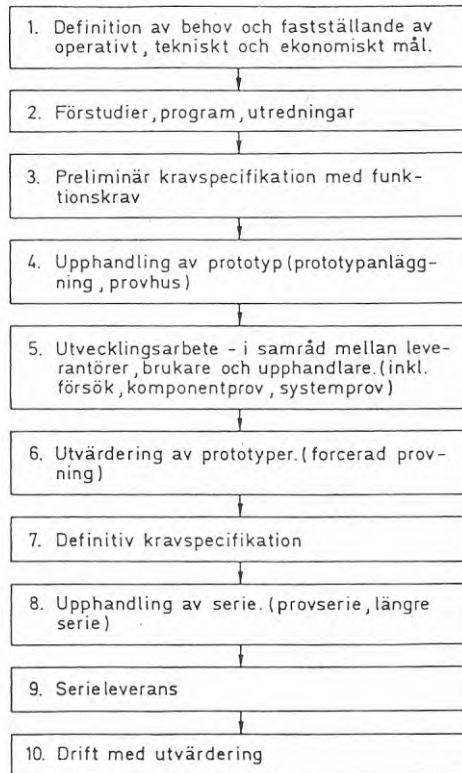
Att rätt bestämma resursbehovet är väsentligt. En modell för projektanalys föreslås, vilken bygger på ett systemteoretiskt synsätt, fig 21. Med den som underlag fastställs omfattningen av det system som måste bearbetas samt de krav som ställs med hänsyn till teknisk funktion och samordning med andra delsystem och faktorer i produktens omgivning.

Samuelsson menar att för att bättre lyckas med projekt bör förmågan att kombinera teknik med ett stort antal påverkande faktorer av annan art förbättras. Genom information och diskussion av begrepp och grundläggande systemfilosofi underlättas kommunikation och samordnas krafter så att utvecklingen främjas.

PÅVERKAS AV (INSTORHETER)	SYSTEMOMFATTNING FÖR UTVECKLINGSARBETE	PÅVERKAR (UTSTORHETEN)
- Produktens funktionskrav z)	<u>Husets tekniska system</u>	- grundläggning
- intag, el	- stomme för vägg	- beläggning och ytbehandling
- tak, bjälklag	- isolering, tätskikt	- materialval
- fasader	- (tak)	
- rumsskiljare	- (bjälklag)	
- inredning	<u>Produktionssystemet - element</u>	
- uppvärmning - luftbehandling	- produktionsenhet	- ev. legotillverkare
- elinstallationer, belysning	- produktanpassning	- investeringsbehov
- vatten o. avlopp - internt	- produktionsberedning (och styrning)	- emballage
- kapacitetsbehov	- lagerhantering	
- befintlig produktionsapparat	- tillverkning	
- tillverkningsmetod	- leverans- och transportsystem - internt	
- hanteringsbehov	- sammansättning - komponenter	
	- märkning	
- material- eller halvfabrikatleverantörer	<u>Logistik, Transportsystem</u>	- samarbetsformer - köpare
- transportavstånd	- lokalisering - producerande enhet	
- arbetskraft	- produktionskedjor	
	- hanterings- och transportkedjor	
	- ev. lagringspunkter etc.	
Köpande företags:	<u>Monteringssystem - byggplats</u>	- montering o. ev. hjälpmedel
- montering	- anvisningar	
- transporter, lager	- instruktioner	
- inköpsorganisation	<u>Marknadsföringssystem</u>	
- marknader	- analysystem	- Produkten
- konkurrenter	- säljsystem - konsument	
	- säljsystem - företag	
	- säljsystem - kommun	
	- offertsystem	
	- ordersystem	
	- teknisk service	- ev. etablerade säljkanaler
	- projekteringshjälp	
- finansierings-system	<u>Institutionella system</u>	
- normsystem	- byggnadslov	
- kommunala service-system	- typgodkännande	
	<u>Övriga informations-system</u>	
	<u>Projektorganisation (Centralorganisation)</u>	- kontorsrutiner
		- bokföring
		- inköp
		- personal etc.

Fig. 21, System för utveckling enligt Samuelsson, S, (1979).

Materialvalsproblematiken har beröringspunkter med teknikupphandling. Upprättandet av kravspecifikation med funktionskrav samt utvärdering av materialalternativen utgör en central del av materialvalsprocessen vid projektering av hus.



Fig, 22, Förslag till steg vid teknikupphandling enligt Westling, H, (1982).

I "Teknikupphandling i byggbranschen" av Westling, H. (1982), hävdas det att teknikupphandling kan vara ett sätt att systematiskt bygga in utvecklingsmoment i byggbranschen både för konsulter, entreprenörer och leverantörer. Teknikupphandling är en hel anskaffningsprocess där utveckling stimuleras - från målformulering över upphandling enligt funktionskrav till prototyp och serietillverkning med driftskostnadsutvärdering. Teknikupphandling med hjälp av funktionskrav på slutprodukten ger större frihet för framtagande av tekniska lösningar och nya idéer kan resultera i rationellare produktion och förenklad drift. Teknikupphandling kräver definierade målspecifikationer. Därigenom kan väl anpassade kravspecifikationer upprättas och kraven preciseras till funktionskrav. Man kan dela upp sina krav i "skall-krav" och "bör-krav" såsom Försvarets Materielverk, FMV, arbetar.

2.3 Krav och egenskaper

Hur bör kraven formuleras? En exakt målformulering medför ökade möjligheter för att ett totaloptimerat materialval skall kunna genomföras. Projektören kan formulera kraven på ett funktionsorienterat sätt och/eller välja att formulera dem med angivande av en viss teknisk lösning och material.

Kraven kan sammanställas i specifikationer av olika typ. Kravredovisningar, kravprofiler, kravmatriser, kravspecifikationer och kravlistor är alla synonymbeteckningar, vilkas uppbyggnad och innehåll kan vara av mycket skiftande karaktär. Materialvalshjälpmedel utgörs till stor del av kravspecifikationer och egenskapsredovisningar.

Krav ställs på funktioner och egenskaper hos materialalternativen. I de fall då kraven är funktionsorienterade har projektören friheten att välja ut materialalternativ för en närmare granskning utan att styras av produktionsmål från kravställaren. Funktionskraven måste nästan alltid omformas till egenskapskrav, antingen i egenskapsgrupper eller i enskilda egenskaper, för att bli praktiskt hanterbara då det för många funktioner saknas verifieringsmetoder som anger varmed funktionskraven kan anses vara uppfyllda.

Indelning av krav och egenskaper i grupper är nödvändigt. Indelningen är dels beroende på hur kraven och egenskaperna är definierade dels på vilka avgränsningar som har gjorts. Det finns flera olika sätt att gruppera kraven och egenskaperna. Enligt Cronberg, T. (1973), kan exempelvis egenskaperna grupperas med avseende på:

- o strukturella och funktionella egenskaper
- o kvalitativa och kvantitativa egenskaper
- o tekniska egenskaper och egenskaper som avser subjektiva upplevelser och värderingar

Enligt Baehre, R. (1978), kan funktions- och egenskapskrav översiktligt indelas i huvudgrupper. Därefter kan kraven ytterligare indelas med varierande omfattning och betydelse beroende på byggnadens och byggnadselementets typ och funktion.




Indelning i huvudgrupper enligt Baehre:

- I Bärförmåga
- II Styvhet
- III Beständighet
- IV Brandskydd
- V Ljudskydd
- VI Klimatskydd
- VII Rumsmiljö

Antoni, N. (1969), har arbetat med kravmatriser som är upprättade på funktionsbasis i möjligast utsträckning. I rapporten "Projekteringsunderlag för skolbyggnad för grundskolan. Egenskapskrav på byggnadsdelar" har Antoni valt ut, sammanställt och formulerat väsentliga egenskaper och krav på byggnadsdelar i skolbyggnader. Rapporten är avsedd att användas som ett systematiskt hjälpmedel vid kravspecifisering och som "mall och värderingsskala för offertlämnarens och leverantörers redovisning av erbjudna produkters egenskaper". Krav bör ställas på byggnaders funktionella, klimatologiska och byggnadstekniska egenskaper. Egenskaperna har indelats i allmänna egenskaper (exempelvis mått), isoleringsegenskaper (exempelvis värmekapacitet) och ytegenskaper (exempelvis tålighet mot rengöringsmedel). Krav på byggnadsdelars egenskaper bör vara funktionellt betingade. Antoni anser att de skall vara baserade på kunskaper om de funktioner och verksamheter som skall äga rum i byggnader i vilka byggnadsdelarna skall ingå. Kravformuleringen skall klargöra på vilket sätt kraven ställs, kravets nivå eller kvantitet samt redovisa på vad sätt kravets uppfyllnad kan kontrolleras i olika byggnadsskeden.

Sambandet mellan krav och egenskaper redovisas i matrisform, se fig 23. I rapporten definieras och förklaras egenskaperna, kraven och de olika kravklasserna. Även mätmetoder, beräkningsmetoder och provmetoder relaterbara till kraven och krav redovisas i den utsträckning det varit möjligt.

KRAVMATRISER FÖR EGENSKAPER

	YTEGENSKAPER, FASADYTOR
	ALLMÄNNA EGENSKAPER SKÄRMINGSEGENSKAPER
	YTEGENSKAPER MOT YTTERVÄGGARS INSIDOR REDOVISAS UNDER INNERVÄGGAR

YTTERVÄGGAR

EGENSKAP	KLASS 0 = INGA KRAV			KLASS				KLASS 9 = SPECIELLA KRAV	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
ALLMÄNNA EGENSKAPER									
A01 FLYTTBARHET	DEMONTERBAR EFTERLÄGN, EJ REMONTERBAR	DEMONTERBAR INGA EFTERLÄGN EJ REMONTERBAR	DEMONTERBAR EFTERLÄGN, REMONTERBAR	DEMONTERBAR INGA EFTERLÄGN, REMONTERBAR	-	-	-	-	
A02 TJOCKLEK, MAX	1 M	1,5 M	2 M	2,5 M	3 M	3,5 M	4 M	-	
A10 INSTALLATIONS- BARHET, VA	INFÄSTNING AV UTANPÄLIGGANDE LEDNINGAR SPEC ZONER	INFÄSTNING AV UTANPÄLIGGANDE LEON O GENOMFÖRING AV LEON I SPEC ZONER	INFÄSTNING AV UTANPÄLIGGANDE LEON, GENOMFÖRING OCH INBYGGNAD AV LEON I SPEC ZONER	INFÄSTNING AV UTANPÄLIGGANDE LEON, GENOMFÖRING OCH INBYGGNAD AV LEON, GENERELLT	INFÄSTNING AV UTANPÄLIGGANDE LEON O GENOMFÖRING AV LEON, GENERELLT	INFÄSTNING AV UTANPÄLIGGANDE LEON, GENOMFÖRING OCH INBYGGNAD AV LEON, GENERELLT	INFÄSTNING AV UTANPÄLIGGANDE LEON, GENOMFÖRING OCH INBYGGNAD AV LEON, GENERELLT	-	
A11 INSTALLATIONS- BARHET, VEST									
A12 INSTALLATIONS- BARHET, EL									
ISOLERINGSEGENSKAPER									
I01 VÄRMEISOL- NINGSFÖRMÅGA, K-VÄRDE	0,6	0,5	0,4	0,35	0,3	0,25	-	-	
I02 VÄRMEKAPACITET, K CAL/M ² .C ⁰	10 - 20	20 - 50	50 - 70	-	-	-	-	-	
I03 DIFFUSIONSTÄTHET, REL LUFTFUKTIGHET INNE	35 %	55 %	-	-	-	-	-	-	
I04 MOTSTÅNDSFÖRMÅGA MOT BRAND	1/	B 30	B 60	-	A 60	-	-	-	
I08 ISOLERING MOT LUFTLÅD	1/	1/	1/	-	-	-	-	-	
YTEGENSKAPER, FASADYTOR									
Y01 PLANHET	1/	1/	1/	-	-	-	-	-	
Y02 VÄGGARS LÖSNÄRHET AVVIKELSE FRÅN LÖSPLAN	1,0 %	0,6 %	0,5 %	0,4 %	-	-	-	-	
Y04 SMUTSTÄLIGHET	MYCKET LÅGA KRAV	LÅGA KRAV	MEDELKRAV	HÖGA KRAV	MYCKET HÖGA KRAV	-	-	-	
Y05 MOTSTÅNDSFÖRMÅGA MOT RENGÖRINGSMEDEL	MED FUKTIG TRASA	MED VATTEN O NORMALA RENGÖRINGSMEDEL	MED VATTEN O T-SPRIT, TRINER, TRI ETC	LIKA KLASS 2+VATTENSPÖLNING	LIKA KLASS 3+VATTENSPÖLNING	-	-	-	
Y08 MOTSTÅNDSFÖRMÅGA MOT BE- LASTNINGAR	VINDLAST ELLER JORDTRYCK	1/	1/	1/	-	-	-	-	
Y09 MOTSTÅNDSFÖRMÅGA MOT SLAG OCH STÖTAR	LÅGA KRAV	MEDELKRAV	HÖGA KRAV	MYCKET HÖGA KRAV	-	-	-	-	
Y11 TÄTHET MOT NEDERBÖRD	ZON 1	ZON 2	ZON 3	-	-	-	-	-	
Y12 FASADYTORS VINDTÄTHET	LÅGA PÅ- FREST- NINGAR	MEDELPÅ- FREST- NINGAR	HÖGA PÅ- FREST- NINGAR	-	-	-	-	-	
Y13 MOTSTÅNDSFÖRMÅGA MOT AN- TÄNING	KLASS II	KLASS I	KLASS II, TÄND- SKYDDANDE	KLASS I, TÄND- SKYDDANDE	KLASS I, OBRÄNNBAR	-	-	-	

1/ 35.1 EGENSKAPER OCH KRAV

Fig. 23, Kravmatris enligt Antoni, N, (1969).

"Performance"- eller funktionsproblematiken är ett stort och väsentligt område som det arbetas med såväl i Norden som internationellt. "Performance"-begreppet låter sig inte entydigt översättas med funktion. Begreppet spänner över ett vidare spektrum, varför man hellre bör använda det försvenskade ordet *performans*. I en finsk VTT-rapport "On the structure of the performance concept" av Sneek, T, (1973) definieras vad det hela handlar om (citat av Eberhard and Wright, (1969)) "The performance concept is an organized procedure of framework within which it is possible to state the desired attributes of a material, component or system in order to fulfill the needs and demands of the intended user without regard to the specific means employed in achieving the result". Enkelt uttryckt kan man säga att krav ställda från *performans*-basis specificerar hur något skall vara utan att tala om med vad som skall till för att uppfylla det. *Performans*krav eller funktionskrav kan indelas enligt fig 24.

R.1	Human requirements
R.1.1	Physiological
R.1.2	Anthropometric
R.1.3	Psychological
R.1.4	Sociological
R.2	Technical (or physical and chemical requirements)
	Ability to resist
R.2.1	Loads and forces
R.2.2	Water and moisture
R.2.3	Heat
R.2.4	Fire
R.2.5	Air and gases (including dust, odour toxic fumes)
R.2.6	Electricity
R.2.7	Sound
R.2.8	Radiation
R.2.9	Materials and products
R.2.10	Animals, plants and micro-organisms
R.3	Economic requirements

Fig, 24, *Performans*-krav enligt Sneek, T, (1973).

Funktionsanalys och funktionsvärdering utgör den praktiska tillämpningen av "the performance concept". Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, i Danmark har arbetat med performans-problematiken. Blach, K. Christensen, G. (1974) redovisar i rapporten "YDEEVNE-hvorfor, hvordan?" en bruksanvisning med exempel på performansbeskrivningar (eller enklare uttryckt funktionsbeskrivningar) för komponenter. De hävdar att för att kunna utveckla och värdera existerande komponenter måste man utgå ifrån de funktioner som komponenterna skall uppfylla, och de påverkningar de kan bli utsatta för. "Ydeevne" är en sammanfattande beteckning för de egenskaper hos komponenten, som möjliggör att de fungerar under påverkan. Performans-beskrivningar kräver en klar definition av vad som önskas av komponenterna. Blach och Christensen hävdar att det ofta är svårt att definiera sina önskemål, dels beroende på svårigheter att enas om definitioner dels för att det innebär mycket arbete att göra sådana definitioner praktiskt användbara. Arbetsmetodiken som har använts i rapporten omfattar bl a funktionsanalys, formulering och redovisning av önskade värden på de funktionsbetingade egenskaperna samt utveckling av mät- och kontrollmetoder för provningar.

	FUNKTION	PÅVIRKNING	EGENSKAB	CIB*)
1	at begrænse, fysisk	statiske og dynamiske kræfter	styrke og stivhed	4.01
2	at adskille, akustisk	lyd fra én side	lydisolering	4.09
3	at adskille, termisk	varme (kulde) fra én side	termisk isolation	4.07
4	at adskille, visuelt	lys	visuel adskillelse	4.08
5	at være ufarlig, fysisk	brug og ødelæggelse	stabilitet	4.01
6	at yde brandteknisk sikkerhed	brand	resistens over for brand	4.02
7	at være bestandig, ælde	kemisk, fysisk, biologisk nedbrydning	ældningsbestandighed	4.14
8	at være hygrottermisk stabil	fugt og temperatur	hygrottermisk stabilitet	4.04
9	at være bestandig, varme	varmestråling	varmebestandighed	4.07
10	at være trykfast	koncentrerede statiske kræfter	indtryk- og gennemlokningsstyrke	4.01
11	at være slagfast	koncentrerede dynamiske kræfter	robusthed	4.01
12	at være belastningsoverførende	vægt fra reoler, installationer	fastholdelseevne	4.01
13	at tillade etablering af passage-mulighed	dynamiske kræfter	passagemulighed	-
14	at være termisk træg	varmestrom	varmeakkumuleringsevne	4.07
15	at være af tilsigtet udseende	-	udseende	4.14
16	at være lydæmpende	lydindfald	lyddæmpning	4.09
17	at være mål- og detailgennemklaret	-	sammenbyggelighed	-
18	at være håndterlig	transport, lagring, montering	transport- og monteringslethed	-

*) CIB Report No 18 Afslut:
"Master list for Components"
(engelsk udgave 1972)

Fig. 25, Exempel på performansbeskrivning för icke bärande innervägg enligt Blach, K, Christensen, G, (1974).

1 Styrke og stivhed

Forudsat ønske

Væggen skal danne en betryggende fysisk begrænsning for et rum.

Foreslået oplydelse

Væggen skal have så stor styrke og stivhed, at den kan tåle, at personer læner sig eller falder mod den, uden at der opstår påviselige skader eller fornemmes manglende stabilitet.

Prøvning

- Væggen påføres (gradvis) på sin midte i højderetningen en jævnt fordelt vandret liniebelastning på 500 N/m.
- Væggen påføres, ved et pendulslag med en 40 kg sandsek, en dynamisk områdebelastning, 3 gange på 120 Nm og 1 gang på 240 Nm. Stød udføres normalt i en højde på 1500 mm (skulderhøjde) over gulv på væggens svageste områder, det vil f.eks. for pladebæklædte stolpevægge sige på midten af frie pladespænd.

Vurdering

- Væggen har tilstrækkelig stivhed overfor vandret liniebelastning, hvis målte deformationer ikke overstiger 10 mm og arbejdslinien danner en jævn, næsten retliniet kurve. Blivende deformation skal samtidig være ≤ 1 mm.

Herudover kan væggens stivhed overfor en liniebelastning på 500 N/m bedømmes som følger:

(Stivhed)	ikke accep.	ringe	middel	god
Deformation	10	8	6	4 - 2 mm

- Væggen har tilstrækkelig styrke overfor »bløde« stød, hvis der ikke opstår skader, som f.eks. revner, ved stød på 120 Nm, eller blivende deformationer, som f.eks. brud, efter stødet på 240 Nm.

Bemærkninger

BR 72 kræver i 5.4.6. stk. 6, at ikke-bærende skillevægge skal udføres med tilstrækkelig styrke og stivhed.

2 Lydisolering

Forudsat ønske

Luftlydtransmissionen fra et rum skal reduceres, så den ikke bidrager på generende vis til lydniveauet i et tilstødende rum.

Foreslået oplydelse

Væggen uden dørpartier skal have reduktionstal, således at lyd ved normalt forekommende frekvenser reduceres nok til, at lydtransmission fra et rum ikke bidrager på generende vis til lydniveauet i et tilstødende rum.

Prøvning

Væggen opstilles som adskillelse mellem to rum med fastlagte akustiske egenskaber og dens reduktionstal måles ved 16 forskellige frekvenser fra 100-3150 Hz. Se ISO/R140.

Vurdering

(Middelreduktionstal ved 16 frekvenser)

ikke acceptabel ringe middel god

30 40 50 dB

For hvert givet middelreduktionstal ($R_{m,16}$) må reduktionstallet ved de enkelte frekvenser ikke være mindre end angivet i følgende tabel:

Frekvens (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500
Reduktionstal (dB)	$R_{m,100}$	$R_{m,125}$	$R_{m,160}$	$R_{m,200}$	$R_{m,250}$	$R_{m,315}$	$R_{m,400}$	$R_{m,500}$

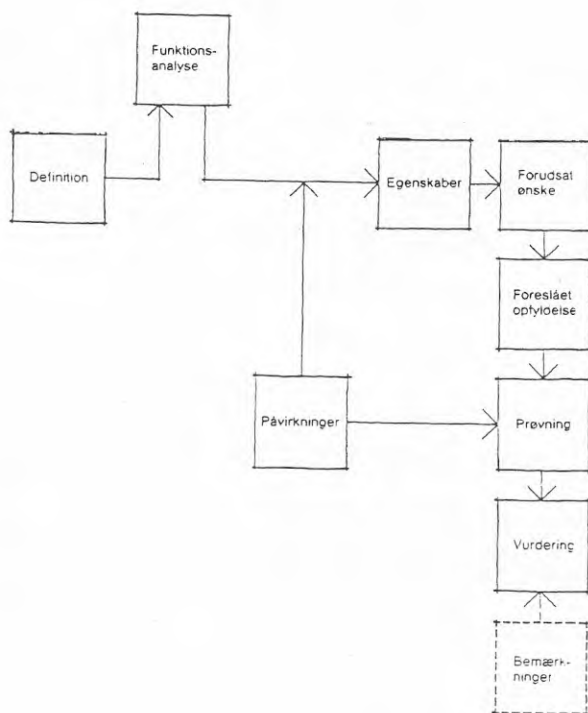
Frekvens (Hz)	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Reduktionstal (dB)	$R_{m,630}$	$R_{m,800}$	$R_{m,1000}$	$R_{m,1250}$	$R_{m,1600}$	$R_{m,2000}$	$R_{m,2500}$	$R_{m,3150}$

(Afvigelser mod lavere reduktionstal kan kun tillades, når de ikke overstiger 1,0 dB i gennemsnit for hele frekvensområdet).

Bemærkninger

Hvis væggens reduktion af luftlydtransmission er over middel, kan det påregnes, at dens lufttekniske tæthed (modstand mod forplantning af luft) er tilfredsstillende.

Fig. 26, Eksempel på egenskaber behandlade i en performansbeskrivelse enligt Blach, K, Christensen, G, (1974).



Fig, 27, Arbejtsmetodik ved oprettende af performansbeskrivning
enligt Blach, Christensen, G, (1974).

Ett internationellt arbete beträffande performans-problematiken har utförts inom CIB (the International Council for Building Research Studies and Documentation) W 60. Arbetskommissionen redovisar detta arbete i en rapport "Working with the performance approach in building", (1982). Rapporten anger dagsläget inom performansproblematiken. Huvuddelen av rapporten behandlar hur man ställer performanskrav, testar möjliga lösningar mot kriterier och värderar lösningar relaterade till krav samt tekniker för tillämpning. Rapporten redovisar bl a hur man vid projektering kan använda performans. Det hävdas att projektörer har möjlighet att använda sig av performans i alla faser av projekteringsskedet.

En generell lista med performanskrav kan här vara av stort värde. "CIB Master Lists for structuring documents relating to buildings, building elements, components, materials and services", *(1972), är ett performansorienterat hjälpmedel som kan användas för detta ändamål. Syftet med den är att strukturera information om egenskaper på olika systemnivå för byggnader. Den är indelad i följande fem delar.

1. Byggnader
2. Byggnadsdelar
3. Komponenter
4. Material
5. Installationer

Master Lists kan användas vid upprättande bl a av beskrivningsdokument för produkter. Begreppet produkt används vid beskrivning av såväl byggnaden som byggnadsdelar, komponenter, material och installationer. Alla de fem CIB Master List är strukturerade enligt CIB Basic List, vilket medför ett enhetligt och krossrefererat kodsysteem. Användaren väljer således nivå för strukturering av informationen genom att välja den Master List som är relevant.

* (Ny utgåva är under tryckning.)

"Kontrollistor för tekniska utredningar" av Fors, B., Karlsson, H. (1977), är ett praktiskt hjälpmedel och inte ett formellt klassifikationssystem. Den kan framförallt användas som checklista för att kontrollera att inget väsentligt förbisetts vid utredningar om egenskaper och företeelser som påverkar byggnadsverk, byggnadsdelar och varor samt vid uppställning av rapporter från sådana utredningar.

Listorna omfattar avsnitten:

- 0 Allmän orientering
- I Funktionsförutsättningar
- II Egenskaper hos material och konstruktioner
- III Åtgärder och aktiviteter vid byggande, drift och underhåll
- IV Alfabetisk ordförteckning
- V Litteratur

Avsnittet 0 - III är underindelade i avsnitt 001., 100., 200. respektive 300. Ytterligare uppdelning numreras med två siffror efter punkt. Därefter är indelningen fri. För att underlätta kommunikationen med CIB Master Lists (1972) har deras numrering införts i vänstra spalten i huvudavsnitt II.

Som underlag för produktinformation har Svensk Byggtjänst för flera varugrupper utfört utredningar (t ex Strandberg, S.(1982), Saretok, B.(1982), Ström, H.(1982) samt tidigare utförda ER-översikter). Rapporterna ger i första hand underlag för egenskapsredovisningar avsedda för Svensk Byggekatalog. Redovisningarna innehåller i första hand de krav som ställs i Svensk Byggnorm och i bygghandlingar via AMA mm. En sammanställning över betydelsefulla egenskaper för yttertäckningsmaterial redovisas som exempel ur utredningarna, se fig 28.

Egenskaper	Papp	Plastfolier	Gummiduk	Tegelkarnor	Betongkarnor	Profilerad stålplåt	Profilerad aluminiumplåt	Slät stålplåt	Anmärkning
200.02 Mått och vikt	○	○	○	○	○	○	○	○	
200.04 Ytors egenskaper	○	○	○	○	○	●	●	●	Se även tabell 0.3
201.02.1 Töjning med bibehållen täthet	●	○	○						
201.02.21 Fog- och spricköverbyggande förmåga	●								
201.02.22 Brotttöjning – dragbrotthållfasthet	●	●	●						
201.02.4 Temp.betingade rörelser för plåt						●	●	○	Främst infästningspunkterna
201.03.2 Böjhallfasthet				●	●				
201.06.1 Perforering	●	●	●			(●)	(●)	(●)	Kan bli aktuellt för tunna plåtmaterial
201.08 Rivhallfasthet	●	●	●						
201.14 Beträddbarhet	●	●	●	○	○	●	●	●	T ex halksäkerhet och mekanisk hållbarhet
202.01 Förmåga att motstå brand och hindra brandspridning	●	●	●				○		
204.01.2 Vattenabsorption	●								Speciellt för organisk pappstomme
204.01.3 Änggenomsläpplighet	●	○	○						
204.02.1 Täthet mot statiskt vattentryck	●	●	●	●	●				
204.02.2 Täthet mot slagregn	●			●	●	●	●		Skarvarnas och överläggs täthet (alternativt beräkning)
205.05.2 Dimensionsstabilitet (temperaturutvidgning)	●	●	●			●	●	●	
205.05.4 Frostbeständighet				○	○				
210.01 Atmosfärisk korrosion						●	●	●	

● = betydelsefull egenskap som redovisas med provningsintyg.

(●) = betydelsefull egenskap som redovisas i särskilda fall.

○ = betydelsefull egenskap som bör redovisas.

Fig, 28, Sammanställning av betydelsefulla egenskaper för ytter-taktäckningsmaterial enligt Strandberg, S, (1982).

I en rapport "En metod för analys av krav på byggnader" av Sentler, L. (1980) redovisas hur riskanalys kan användas för att utvärdera krav på byggnadskonstruktioner. I en efterföljande BFR-rapport "Riskanalys av fönster - en metod för utvärdering av krav" av Andersson, A-C, Sentler, L. (1982) redovisas tillämpningen av metodiken.

En riskanalys skall ses som en metod som gör det möjligt att peka på risker, utvärdera dem och ge information för beslut om vilka krav som skall ställas.

Krav kan ses som en formulering av mål som på något sätt skall fyllas. Krav kan även ses som ett sätt att kontrollera de risker som finns för att oönskade företeelser skall inträffa. Problemet består i att dels identifiera orsakerna till risker dels att bedöma de konsekvenser som kan följa av olika riskmoment.

Riskanalysen bör indelas i olika avsnitt: riskidentifiering, riskbestämning och riskutvärdering. Sentler hävdar att bedömningen av riskens konsekvenser i jämförelse med andra risker och konsekvenser utgör bakgrunden för de krav som bör ställas. Enligt rapporten kan krav som ställs, indelas i grupper med avseende på säkerhet, funktionsduglighet och varaktighet. Man bör sträva efter att få ett lågt antal krav samt att dessa blir meningsfulla och verifierbara.

En policy för utformningen av krav bör bygga på värdering av risker och konsekvenser. Riskanalys bör vara en bra metod för utvärdering av var risker finns och hur de kan påverka en konstruktion. Riskanalysen ger således information om var och hur krav bör ställas. Verifieringen är dock svårare att genomföra.

Principer för att formulera krav bör utvecklas på en nivå som avspeglar användningen. Sentler avser med detta att övergripande krav inte bör utvecklas på detaljnivå. Detaljkrav däremot bör knytas an till verkliga problem i form av möjliga risker och konsekvenser.

Kravformulering och kravverifiering måste integreras i en riskanalys i vilken risker och konsekvenser samtidigt beaktas. I rapporten redovisas en genomgång av olika formuleringar av krav i förhållande till risker. Så t ex behandlas krav med hjälp av beslutsteori som ett sätt att beakta konsekvenser och den nytta som kan uppnås.

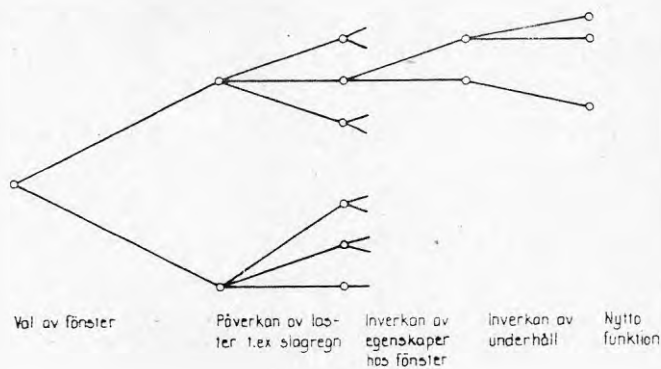


Fig. 29, Principiell utformning av beslutsträd vid val av fönster, enligt Sentler, L, (1980).

Sentler slår fast att det idag inte finns någon beprövad och allmänt accepterad strategi vid kravbestämning. Det är lika viktigt att åstadkomma möjligheter att verifiera kraven, som att ställa kraven. Bestämning av krav kan ske med hjälp av ett flertal olika modeller. Praktiskt bör dock endast metoder och modeller användas, som innebär att krav kan uttryckas så att risker balanseras mot nytta i relation till möjliga konsekvenser.

Materialval utförs inte endast av projektörer utan brukarna - t.ex de boende har i allt större omfattning innefattats i den processen. Brukarnas krav erhåller idag stor uppmärksamhet. Cronberg, T. (1978), menar i rapporten "Har brukarna krav?" att "man hävdar ofta, speciellt inom byggsektorn att det är brukarnas krav (eller behov, anspråk, önskemål) som ligger till grund för produktval och produktutveckling". Cronberg har i rapporten vidareutvecklat förutsättningarna för att registrera och dokumentera brukarkraven på ett sådant sätt att dessa kan utnyttjas som grund för produktval och produktutveckling.

Ett exempel på de boendes medverkan under materialvalsprocessen är då de ges möjlighet till tillval av framförallt inredning och utrustning. "Tillval är den högre kvalitet eller den extra produkt som hyresgästen väljer mot viss merkostnad utöver standard", enligt BFR-rapporten "Handbok om tillval i hyreslägenheter" av Högberg, E. Lindhqvist, P. (1982).

Ett tillval är ett styrt materialval. Styrt i fråga om vilka produktgrupper som ingår i tillvalet samt i vilken grad tillval är möjligt inom respektive produktgrupp. Produktgrupper som är lämpliga för tillval är golvmaterial, kakel, tapeter, kökssnickerier, inredningar, maskinvaror och sanitetsporcelain. Dessa materialval berör främst arkitekterna inom den projekterande gruppen.

Tillval borde ske med den systematik och metodik som kan tillämpas vid övriga materialval - dvs basera sig på kravspecifikation och egenskapsredovisningar.

2.4 Värdering

Värdering är ofrånkomligt vid materialval. Värderingens syfte är att fastställa materialets kvalitet med avseende på ställda krav.

Karlén, I. (1982b) anger att kvalitet kan vara det samlade uttrycket för egenskaper och attribut hos ett föremål - exempelvis en byggnad, vilka gör det möjligt för byggnaden att tillgodose behov och förväntningar. Kvalitet är sammansatt av flera komponenter. Karlén menar att performans såsom mått på funktion är en av dessa komponenter, tillförlitlighet och beständighet är exempel på andra komponenter. Kvalitet innebär ett sammanfattande konstaterande eller en bedömning som gäller ett föremål avgränsat från andra föremål. Kumlin, B. (odaterat), hävdar att kvalitet ofta definieras som "lämplighet för avsett ändamål" och menar att det är ur användarens synpunkt - behov och förväntningar - som kvalitet skall bedömas. Svensk standard (SS 020104) definierar kvalitet såsom "sammanfattning av utmärkande drag och egenskaper hos produkt eller tjänst som är av betydelse för dess förmåga att tillfredsställa givna behov". Kumlin hävdar att i Sverige har kvalitet starkt förknippats med den inskränkta betydelsen av tekniska egenskaper hos en vara och kontroll av att dessa egenskaper överensstämmer med kraven på varan.

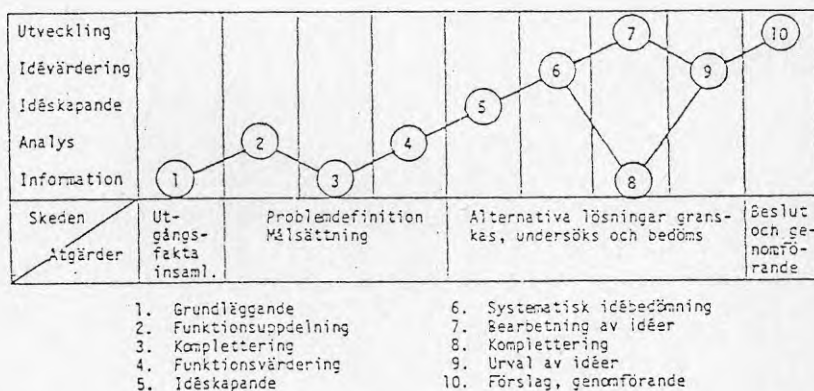


Fig. 31, Värdeanalys av ett tänkt objekt enligt Björnsson, H, (1977).

Enligt Björnsson, H, (1977) baseras värdeanalys på följande definitioner av värdebegreppet:

1. Värde har samband med önskade funktioner. Värde beror av hur funktionerna bedöms. Saknas önskade funktioner saknas värde oavsett kostnad.
2. Värde saknar proportionellt samband med kostnad. För att erhålla värde måste uppoffringar göras. Ökade uppoffringar vid oförändrade funktioner medför inte ökat värde. Mindre uppoffringar innebär däremot ökat värde vid oförändrade funktioner.
3. Värde är relativt och kan endast mätas och fastställas genom jämförelse. Värdet är föränderligt och beror av situationen.

Allmänna regler för hantering av värdering av "mjuka" faktorer mot "hårda" finns inte, hävdar Östberg, G, (1982). Subjektiva värderingar är betydelsefulla genom att de ibland kan väga tyngre än rationella argument. Värdering kan således utföras på olika sätt och utifrån olika kriterier. Värdering är en komplicerad process. Allmängiltiga verifikationsmetoder saknas ofta. Giltigheten för de som finns varierar från land till land och över tiden. Värderingen kommer därför att i många fall baseras på subjektiva och mindre "vetenskapliga" verifikationsmetoder.

Karlén menar att kvalitet, värde och kostnad är väsentliga faktorer. Värde kan anges vara nyttjarens bedömning av vad han/hon får ut av ett föremål - exempelvis en byggnad, satt i samband med hans/hennes uppoffringar för att anskaffa, driva, vidmakthålla och sköta det. Karlén hävdar att värdet alltid måste ses i samband med kostnad.

Cronberg, T, (1973), menar att en kvalitativ värdering kan göras i form av ja/nej-alternativ eller som jämförelse och eventuell prioritering. Kvantitativ värdering kan däremot utföras i form av mätning av något slag, till vilken en mätskala kan knytas. Den kvantitativa angivelsen och sättet att mäta den är oskiljbara. Detta medför att olika mätmetoder ger två olika kvantiteter - ofta även på två olika skalor - för samma materialalternativ.

Vid värdering av de olika egenskaperna för vilka provningmetoder finns, bör graderade och kommenterade skalor användas. Exempel på skalor, se fig 30. Skalorna kan vara indelade i intervall eller ange gränsvärden som såväl i siffror som i ord klargör vad som är att anse som ett riktvärde - normalvärde eller medelvärde etc. Värderingen omfattar överföring av provningsresultatet till en skala, kommentar om resultatet samt en jämförelse krav och egenskap emellan och en värderande slutsats.

Et vindues lufttæthed (ved luftovertryk 700 N/m²) kan bedømmes ud fra nedenstående tre skalaer:

Skala 1: Luftgennemgangen i m ³ /h m ² . Er navnlig anvendelig ved vurdering af små vinduer.	40	30	20	10 m ³ /h m ²
ikke acceptabel		brugbar	god	udmærket
Skala 2: Luftgennemgangen i m ³ /h m fuge. Er navnlig anvendelig ved vurdering af store vinduer.	12	9	6	3 m ³ /h m
ikke acceptabel		brugbar	god	udmærket
Skala 3: Maksimal hastighed af luft, som trænger igennem vinduet (målt 150 mm fra vinduets indvendige overflade). Er navnlig anvendelig til vurdering af punktlækager.	1,4	1,0	0,7	0,3 m/sek
ikke acceptabel		brugbar	god	udmærket

Fig. 30, Graderade värderingsskalor enligt Blach, K, Cristensen, G, (1974).

Olika beräkningsmetoder används även för att verifiera egenskaper. Ekonomiska kalkyler verifierar t. ex. "egenskaps"-krav på årskostnad. Konstruktionsberäkningar verifierar t. ex. att krav på säkerhet uppfylls osv.

Expertbedömningar används ofta som värderingsmetod när andra metoder saknas eller inte ger ett godtagbart resultat. Framförallt används experter vid värdering av arkitektoniska egenskaper såsom färg, form struktur, eller andra kvalitativa egenskaper. Friis, E.(1979), har utvecklat en värderingsmodell för bedömning av ombyggnadsåtgärder som delvis bygger på expertvärderingar. Expertbedömningar är ofta en mindre resursintensiv verifikationsmetod än övriga metoder. Eftersom sådana metoder grundar sig på subjektiva värderingar kan de hävdas vara mindre "vetenskapliga".

Östberg nämner värdeanalys som ett potentiellt verktyg vid värdering av produkter. I rapporten "Materialval" hävdar han att värdeanalysen endast är motiverad för ett fåtal produkter, till stor del beroende på att analysen är resursintensiv.

Vad är då värdeanalys? Värdeanalys är en systematisk metod framförallt inriktad på produktutveckling. Genom att kreativt analysera en produkts funktioner försöker man eliminera eller förbättra de faktorer som ökar en produkts kostnad utan att förbättra dess funktion. Enligt Olsson, E, Perning, U, (1981), avses med funktion " en egenskap eller kombination av egenskaper hos en produkt (system eller tjänst) som gör den möjlig att använda och/eller sälja". En ökad kostnad vid oförändrad funktion innebär ett lägre värde enligt de definitioner som givits tidigare. En produkts kostnad kan avse tillverkning, utförande, drift, underhåll och utbyte.

En vanlig arbetsgång vid värdering är enligt Björnsson, H. (1977) följande:

1. Grovgallring av idéerna, (ca 15 idéer kvarstår).
2. Bearbetning och förtydligande av kvarstående idéer så att de blir jämförbara med avseende på aktuella bedömningsgrunder.
3. Fingallring av kvarstående idéer. Exempelvis med hjälp av ett krysschema varvid aktuella bifunktioner systematiskt studeras för varje idé var för sig.
4. Grov uppskattning av inköps- resp. tillverkningskostnaden för varje utvecklingsbar idé.

Grovgallring av idéerna kan ske med hjälp av ett s k T-schema. Det är ett enkelt hjälpmedel som bidrar till att strukturera den kritiska granskningen av en idé i taget. Varje idé värderas genom att dess för- och nackdelar redovisas, se fig 32.

IDÉBEDÖMNING "T-SCHEMA"			
(Företagets namn)	Datum 17.8.69		
Produkt Mobilskåp	Projekt nr 306		
Objekt Ryggfästplåt	Ritning 6987-32		
Blad 1/3			
Sign. ST			
Uppgiftens art			
Gallra idéer av s. "hindra fukt passage"			
IDÉ	FÖRSLAG	FÖRDELAR	NACKDELAR
1	PVC-folie	Låg anst kostn inga transpkostn lätt-inpassad	besvärlig fastsättning svår i skumning verktypsändring
2	Plast locks-princip	god kant tätning stadig anläggning inga transpkostnader	nya verktyg rygg måste tätas större mättrav mera tätmödel
3	Skumma fast aggregat	färre delar ingen kant tätning färre verktyg inga passningsbar	rygg måste tätas besvärlig service längre mont. bana
4	Al-belagd kartong	Låg anst kostn. lägre mättrav lättare fastsättning lätt anbringa lin reflek. yta	verktypsändring risk transpkostnader
5	Tunn gummiduk	rel. låg anst kostn. inga transpkostnader	svår i fastsättning svår skummad verkt. ändring
forts. på blad 2			

Fig. 32, T-schema enligt Olsson, E, Perning, U, (1981).

TYPE OF BUILDING: ONE-STORY HOUSE COMPONENT: ROOF
 LOCATION: BAGAMOYO

GENERAL CRITERIA	MATERIAL OR PRODUCT						
	WOOD FRAME (BEAMS)	TRUSSED RAFTERS	SISAL REINF. ROOFING TILE	SISAL REINF. CONCRETE ROOFING SHEET	COBR. ASBESTOS	CEMENT SHEETS	COBR. ALUMINIUM WT. SHEETS
MANUFACTURE							
Simple or well-known manufacturing process	+	+	+	+	+	+	+
Inexpensive manufacturing process	+	+	+	+	+	+	+
Inexpensive/locally available (raw materials)	+	+	+	+	+	+	+
Labour intensive manufacturing process	+	+	+	+	+	+	+
Not hazardous to health	+	+	+	+	+	+	+
Doesn't cause environmental damage (directly or indirectly)	+	+	+	+	+	+	+
Low energy consumption/costs	+	0	+	+	+	+	+
Local or on-site production possible	+	1	+	0	+	+	+
STORAGE							
Simple/inexpensive storage conditions	0	0	+	+	+	+	+
Resistant to damage from Insects, algae etc	0	0	+	+	+	+	+
Resistant to damage from moisture	0	0	+	+	+	+	+
TRANSPORT							
Low/no transportation costs	+	+	+	0	+	+	+
Durable in transport as raw material	+	+	0	0	+	+	+
Durable in transport as finished product	+	+	0	+	+	+	+
CONSTRUCTION							
Simple/well-known construction methods	+	+	+	+	+	+	+
Labour intensive construction methods	+	+	+	+	+	+	+
Durable in handling	+	+	+	+	+	+	+
Doesn't require sophisticated (expensive) equipment or accessories	+	+	+	+	+	+	+
Multi-purpose (can be used in various components in various forms and condi- tions and allows for improvisation)	+	+	+	+	+	+	+
Standard specifications (dimensions etc)	+	+	+	+	+	+	+
Doesn't require particular treating (impreg- nating etc)	+	+	+	+	+	+	+

Fig. 34. Utvärdering av material för tak för en enkel byggnad i Bagamojo, Tanzania. Enligt Egnell, S, Larsson, L, (1981). Forts. nästa sida.

TYPE OF BUILDING: _____ COMPONENT: ROOF
 LOCATION: _____

DESIGN CRITERIA	WOOD FRAME (BEAMS)	TRUSSED RAFTERS	SISAL REINF. CONCRETE ROOFING TILES	SISAL REINF. CONCRETE ROOFING SHEETS	CORR. ALUMINIUM SHEETS	PRODUCT
PERFORMANCE						
Optimum thermal properties	+	+	+	+	+	(1)
Suitable surface (eg:reflective)	+	+	0	0	+	+
Resistant to radiation (eg:UV)	0	0	2	2	+	+
Resistant to moisture, water-proof	0	0	+	+	+	+
Withstands local temperatures	+	+	+	+	+	+
Resistant to damage from insects, algae etc	+	+	+	+	0	+
Durable (long-lasting)	0	0	+	+	+	+
Fire resistant (good fire-rating)	1	1	+	+	+	+
Socially acceptable	+	+	+	+	+	+
Possible to recycle (or disassemble)	+	0	+	0	+	+
Allows for improvement or up-grading	+	+	+	+	+	+
MAINTENANCE						
Simple/inexpensive maintenance	0	0	+	+	+	+
Easy to keep clean	+	+	+	0	0	+
Easy to repair or replace	+	-	+	-	+	+
Versatile (can be replaced by a different material/product if the original is unavailable or obsolete)	+	-	+	-	+	+

COMMENTS:

(1) If impregnated.

- Clay roofing tiles have similar properties to the sisal concrete tiles but are more brittle and consume more energy in production.
- Aluminium sheets need a ceiling much ~~more~~ more than the other types of roofing because of the noise in rainfall.

Fig, 34, forts.

2.5 Beslut

Materialvalet sker oftast genom en komplicerad gruppbeslutsprocess som involverar de berörda parterna på olika sätt - ofta skiljer sig beslutsprocessen åt från projekt till projekt. Det beror bl a av upphandlingsformen för projektet och hur starkt inflytande de olika parterna har på materialvalsbesluten. Dessa baserar sig i allmänhet på projektörens erfarenhet kompletterad med olika typer av utredningar - t ex kostnadsanalyser.

Karlén, I, (1981a) har i rapporten "Systemmetodik för byggande och förvaltning" bl a behandlat beslutsfattandet. Karlén hänvisar till hypoteser av Miller (Living Systems, 1978). Hypoteserna är allmänt utformade, men har betydelse för systemteoribildning för byggande och förvaltning. Hypoteser enligt Miller som behandlar beslutsfattarfunktion är bl a följande:

- o Varje lämpligt beslut fattas i fyra steg:
 - a. fastställande av syfte eller mål som befrämjas av beslutet
 - b. analys av den information som är relevant för beslutet
 - c. sammanställning av en lösning varvid utväljs alternativ handling eller handlingar som mest sannolikt befrämjar syfte eller ändamål
 - d. fullföljande av beslutet vilket börjar med utlösning av en ordersignal till att utföra handlingen eller handlingarna.
- o Beslutsfattare inom ett systems delsystem och komponenter ser till att kortsiktigare mål tillgodoses än beslutsfattaren inom det totala systemet.
- o Ju färre som överför information relevant för beslut, desto större är sannolikheten för att var och en av dem kan påverka beslutet.
- o Ju kortare den tillgängliga tiden är för beslut, desto mindre grundligt är i allmänhet sökandet efter relevanta fakta och alternativa lösningar i det informationsbehandlande systemets nätverk.

I ett projekt som bedrivits vid den Ekonomiska Forskningsinstitutionen, EFI, vid Handelshögskolan i Stockholm i samarbete med Industrins Byggmaterialgrupp har beslutsprocessen vid val av nya byggmaterial och komponenter studerats. Rapporten " Lansering och spridning av nya produkter på byggmarknaden " av Hammarkvist, K-O, (1973), är baserad på en enkätundersökning inom olika kategorier i byggbranschen. Den ökade konkurrensen inom branschen har medfört ökad utveckling och lansering av nya produkter. Därigenom har intresset för mekanismen bakom lansering och spridning av nya produkter ökat. Denna kunskap kan utgöra grunden för nya lanseringsstrategier.

Beslutsfattande vid val av nya produkter har studerats med hjälp av ett trettiotal praktikfall där beslutsfattare har intervjuats. Beslutsfattandet sker ofta i grupp bestående av representanter för byggherre-, entreprenör- och konsultföretag. Beslutsgruppen upplöses när byggprojektet är avslutat och representanterna övergår till nya byggprojekt och beslutsgrupper. Rapporten redovisar mer ingående tre byggprojekt i syfte att avspiegla olika inflytandeförhållanden inom projektgrupperna. Teoretiskt och praktiskt viktiga resultat har särredovisats. Bland dem kan nämnas att om en ny produkt kan bytas ut om den inte skulle hålla måttet kommer den tidigt att användas i stora projekt. Möjlighet att ändra produktvalet verkar således som en riskreducerande faktor.

Östberg, G, har i ett PM (1979) diskuterat bedömning av riskerna med plastfönster. Villigheten att ta risker är olika för grupper och individer. Grupper är i allmänhet mer benägna att ta risker än individer.

Montgomery, H, (1978), behandlat sannolikheterna för tänkbara utfall av beslut samt värdet av konsekvenserna. I uppsatsen "Den ofullkomliga beslutsfattaren" utreds även hur man väger samman stora mängder information, hur beslut i grupp skiljer sig från beslut av individer, samt hur beslut fattas, när det råder konflikter eller intressemotsättningar mellan olika parter. En viktig slutsats av komplexiteten i beslutsfattandets problematik är att det är viktigt att vara medveten om beslutsprocessen, då man väljer regel eller metod. "Beslutshjälpmedel" diskuteras såväl med avseende på hur bra besluten kan bli som på chanserna att överhuvudtaget komma fram till beslut.

Östberg, behandlar i kompendiet Materialval (1982), materialval ur konstruktörers synpunkt. Han slår fast att materialvalssituation är komplex. Ur pedagogisk synpunkt bör väljandet därför behandlas som en beslutsprocess. Att utforma och beräkna en mekanisk konstruktion är en rationell process, för vilken det i allmänhet finns exakta metoder att tillgå. Valet av material till konstruktionen sker på annat sätt. Ett material är överlägset andra alternativ i några avseenden och underlägset i andra. Problem uppstår då man skall väga samman olikartade värden, för att kunna avgöra vilket material som skall anses vara mest fördelaktigt. Vid beslutsfattande om material är flertalet av konstruktörerna och tillverkningsteknikerna hänvisade till enkla metoder. Östberg visar på regler för bedömning av materials värden när de i olika avseenden skall jämföras med motsvarande krav. Reglerna har man kommit fram till efter att analyserat hur beslutsfattare beter sig i olika situationer. Östberg redovisar också tankegången om ett helt osystematiskt beslutsfattande ("muddling through"), men anser det tveksamt om detta generellt kan gälla för materialval. Det systematiska beslutsfattandet kräver att man följer vissa regler. Här följer ett citat av Östberg där han redogör för beslutsreglerna - från de mer schematiska till de mera nyanserade.

"Regel nr 1

Det enklaste fallet är att värdena eller egenskaperna är tämligen lika för de betraktade materialen utom i ett bestämt avseende. Man väljer då det material som är överlägset i detta avseende. Ett sådant beslutsbeteende innebär att det saknas bestämda, höga

krav på egenskaperna ifråga. Vidare måste man ha möjligheter att bestämma sig för att karakterisera egenskaperna på ett antal punkter som likvärdiga, även om de inte är helt lika.

Att enligt denna första regel nöja sig med att ta det material som har ett dominerande värde på någon egenskap kan förefalla ganska liberalt och intesärskilt kvalificerat, men kan dock vara acceptabelt. Exempelvis kan detta vara fallet i ett inledande skede av en produktutveckling, där det främst gäller att pröva om det hela fungerat eller ej. En annan, omvänd situation, då denna enkla regel kan ha sin tillämpning är vid omprövning av ett tidigare val. Man har då större möjligheter än vid nyval att avgöra vilka variationer i olika egenskapers värden som man kan bortse ifrån.

Regel nr 2

De följande, mer skärpta reglerna innebär, att man jämför egenskaperna hos de aktuella materialen med motsvarande krav. I de fall det finns kategoriska eller absoluta krav eller "randvillkor" i bestämda avseenden exempelvis i fråga om hållfasthet, livslängd, giftighet etc. kan man givetvis till en början sortera ut sådana alternativ. Detta är en situation som blir allt vanligare som följd av ökade regleringar.

Regel nr 3

Nästa steg, om man behöver göra en åtskillnad mellan material som klarar eventuella absoluta krav, är att se efter i vilken grad de fyller olika slags krav. En sådana kravbetingad regel säger sålunda, att om det bland de tänkbara materialen bara finns ett som uppfyller åtminstone ett enda krav, så väljer man detta. Innebörden är med andra ord att det särskiljande värdet är det där ett visst material överskrider kravet, oavsett om det valda materialet är underlägset de övriga alternativen i andra avseenden.

Ett materialval enligt denna regel kan vara motiverat om en produkt kan få sitt sammanlagda värde genom ett flertal alternativa bidrag, exempelvis prestanda, livslängd, utseende etc. Om produktens användning kan relateras till ettdera av dessa bidrag och

om det ställs krav på värdet i det aktuella avseendet, bör materialvalet följa denna den enklaste kravregeln.

Regel nr 4

En ännu vanligare situation är att man har bestämda krav på värdena på ett flertal egenskaper. Då blir givetvis urvalsgrunden den, att man väljer bland sådana material som fyller minimikraven. Denna beslutsregel kan verka självklar, men får sin roll i och med att man utesluter material, som visserligen inte fyller alla krav men är överlägsna på andra punkter. Regelns värde kan därför sägas främst vara av metodiskt slag som en komplettering till mer kvalificerade jämförelser.

Regel nr 5

Det finns säkert ganska många situationer, där någon av de föregående reglerna har lett till att ett alternativ har kunnat skiljas ut från de övriga. Vanligare är emellertid att man till sitt förfogande har ett flertal material som dels fyller båda absoluta och önskvärda krav, dels har sina värden på egenskaperna fördelade så att man inte utan vidare ser någon klar åtskillnad.

Ett sätt att då gå vidare är att för varje material ställa upp egenskaperna efter betydelsen av motsvarande krav. Beslutet sker så att man väljer det alternativ som är överlägset i det viktigaste avseendet. Ifall åtskillnaden mellan materialen inte är särskilt stor eller avgörande på den första punkten går man till nästa och så vidare.

Regel nr 6

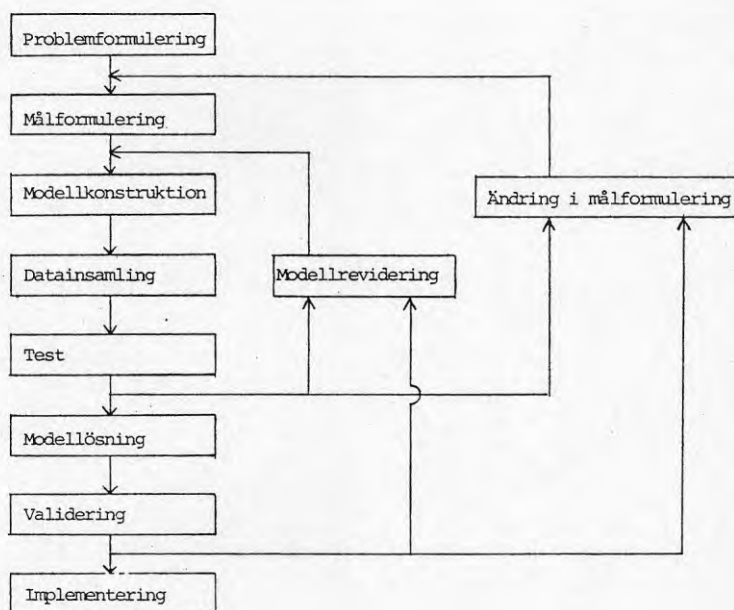
Inledningsvis nämndes att beslutsfattandet vid materialval innebär att väga samman värden på olika egenskaper. De beslutsregler som hittills har behandlats har mest inneburet att man slagit ut alternativ genom konkurrens på vissa enstaka punkter. I följande regel görs emellertid ett försök att väga samman värdena för varje materials egenskaper förutsatt att minimikraven är uppfylla

Det enklaste men samtidigt mest illusoriska och därmed farliga sättet att väga samman värdena är att addera dem i form av merit-siffror av något schematiskt slag. Det har sålunda förekommit, att man har "betygsatt" ett materials värden på olika egenskaper och sedan adderat "betygen" oavsett den inbördes vikten av de olika egenskaperna. Det är uppenbart att man därigenom riskerar att ett "överbetyg" på en mindre väsentlig punkt på ett otillbörligt sätt väger upp ett annat, mediokert "betyg".

Ett fullt rättvisande totalt omdöme får man först genom en omfattande och ingående värdeanalys. Som redan tidigare har konstaterats kostar emellertid en fullständig värdeanalys mycket i pengar och tid. Värdeanalys är motiverad endast för ett fåtal produkter. I stället får flertalet konstruktörer och produktionstekniker nöja sig med enklare förfaranden.

Den första förenkligen - sedan man mönstrat ut alternativ som är omöjliga med hänsyn till de absoluta kraven - är att sortera upp egenskaperna och motsvarande krav i sådana som är mindre respektive mer väsentliga för produktens värde med avseende på funktion, och/eller kostnad. På fackspråket kallas sådant känslighetsanalys. Vid materialval fordrar detta den slags kunskap, som kommer från återföring av erfarenheter från produkttypens användning. Det gäller då också att låta tillgången på material med vissa egenskaper få påverka valet av konstruktion och tillverkningsmetod."

Enligt Björnsson, H, (1978), är det uppenbart att det inom bygg-
nadsindustrin finns många problem för vars lösning OA-metoder
bör vara lämpade. Björnsson anser att OA-metoder erhållit ett
begränsat intresse med ett undantag - nätverksplanering inom
entreprenadverksamheten. Sammanfattningsvis redovisas OA-
metodikerna med figur 35.



Fig, 35, OA-metodik enligt Björnsson, H, (1978).

OA kan innefattas inom de s k systemvetenskaperna. Gustavsson, L,
(1978), säger att:

" Detta så kallade systemsynsätt skiljer sig från den traditio-
nella vetenskapen därigenom att den betraktar helheten, struk-
turen och relationen mellan delarna i stället för att enbart de
olika delarnas egenskaper."

" Centralt i systemsynsättet ligger i tanken att "helheten är förmer än summan av sina delar". En mekanolåda kan innehålla stänger, plattor, kugghjul, axlar m m. Studiet av de olika delarna ger dock ingen uppfattning om utseendet och egenskaperna hos de konstruktioner t.ex. växellåda, lyftkran eller semafor, som kan byggas av delarna."

" Vi ser alltså att det är det sätt varpå de enskilda delarna är relaterade, dvs systemets struktur, som avgör systemets egenskaper."

" Då dessa så kallade systemvetenskaper är relativt nya har man ännu inte exakt avgränsat dem i betydelse och innehåll. Den indelning vi här presenterar är dock någorlunda vedertagen.

Systemanalys är ett övergripande uttryck som innefattar allt från ett mer filosofiskt synsätt till teorier om system och deras egenskaper och metoder att bearbeta systemfrågor. På engelska används uttrycket systems analysis.

The system approach syftar främst på synsätt och metodik.

Systemteori är den teori som behandlar system och deras egenskaper. Det är detta denna bok främst ska handla om.

Systemmetodik behandlar den arbetsmetodik och de metoder som används inom systemvetenskaperna. Hit hör moment som problemdefinition, modellbyggnad, datainsamling, tester, implementering samt olika lösningsmetoder av operationsanalytisk art och simulering.

Cybernetik är ett begrepp som fått så många olika definitioner i dessa sammanhang att vi avstår från att använda det. Informationsteori och kommunikationsteori är centrala områden inom cybernetiken. Ofta får cybernetik stå för systemstudier som allmän vetenskap. Framförallt betonas styrmekanismerna hos komplexa system.

Operationsanalytiska metoder eller OA är en rad tekniker av typ nätverksplanering, linjär programmering, dynamisk programmering, köteori, lagerteori, m m samt speciellt simulering. OA används ibland i vidare betydelse."

Materialval är en beslutsprocess. Projektören behöver underlag för att kunna fatta beslut. Har det då inte utvecklats någon vetenskaplig metod för att systematiskt ta fram underlag för beslut? Operationsanalys, OA, kan enligt Berglund, J-E, et.al. (1969) definieras som en "vetenskaplig metod att förse verkställande organ med kvantitativa underlag för beslut rörande de operationer, som står under deras kontroll". Enligt Ackoff, R, (1971) har många försökt definiera OA och menar att följande definition utgör en bra grund för förståelsen: " OA kan anses vara tillämpningen av en tvärvetenskaplig metod av tvärvetenskapliga grupper på problem som innefattar kontroll av organiserade system för att få fram lösningar som på bästa sätt tjänar organisationen som sådan".

Innebörden av den först givna allmänna definition är att metoden, som används inom naturvetenskapen för att studera problem, även skall kunna appliceras på sammansatta problem inom företag, institutioner, etc. Naturvetenskapens redan utvecklade och använda metoder och tankegångar utnyttjas således även inom operationsanalysens område. OA försöker beskriva problemen med matematiska modeller, samt verifiera dem med experiment. Enligt Berglund, innebär OA en mer systematisk och målmedveten inriktning i teknikens användning. OA-metoder använder sig av experiment, men i praktiken endast för delsystem då experimenterande med avseende på hela system medför ett alltför stort risktagande. Det betyder att i ett flertal av OA-fallen måste en analys utan experiment användas.

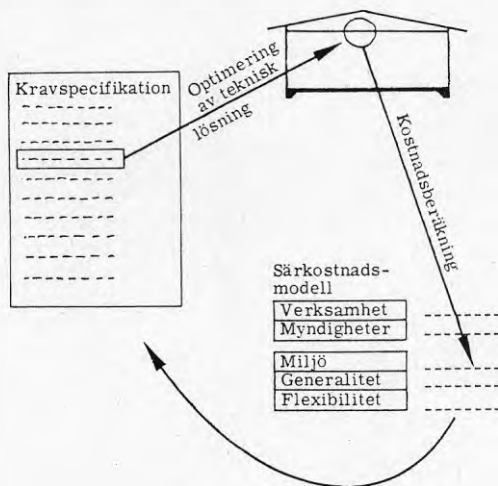
Inom OA har modeller utarbetats för vissa grundproblem. Från dessa modeller kan man sedan erhålla en lösning av problemet. Modellerna är förbundna med vissa problemlösningsmetoder - analytiska eller numeriska. De grundproblem för vilka modeller har utarbetats är bl a allokering-, ersättnings-, kö-, sekvenserings-, samordnings-, resvägs-, konkurrensbildnings- och sökningsproblem.

2.6 Kostnader

Gessler, K, Wästlund, H. (1975) har i rapporten "Funktion - kostnad vid industribyggnad", redovisat hur olika krav på en industribyggnad påverkar byggnadskostnaden. En metod att beräkna kostnader i framförallt förslagsskedet har framtagits. Metoden har framtagits i syfte

- att få en kontroll av kostnadsläget på ett tidigt stadium
- att få den totala anläggningskostnaden uppspaltad på olika kostnadsposter så att enskilda kostnadsposter skall kunna påverkas
- att göra det möjligt att beräkna hur olika krav och önskemål påverkar den totala anläggningskostnaden
- att ge underlag för värdering av olika krav och önskemål ställda i relation till deras inverkan på den totala anläggningskostnaden och driftskostnaden
- att med utgångspunkt från en fastställd kostnadsram kunna bestämma lämpliga kravnivåer för olika typer av funktions- och miljökrav.

Särkostnadsmetoden, S-metoden, går ut på att byggnadskostnaden fördelas på olika krav och önskemål. Därvid särskiljs kostnader som är förorsakade av opåverkbara krav, vilka utgör de s k grundkraven. Enligt beskrivningen av S-metoden läggs de kostnader som förorsakas av tilläggskrav och önskemål ovanpå kostnaderna för grundkraven. Kraven och önskemålen kan indelas i områden, för vilka olika kravnivåer kan definieras. Varje kravnivå inom de olika områdena motsvarar en bestämd kostnad. En förändring av kravnivån innebär en kostnadsökning eller - minskning, dvs en särkostnad.

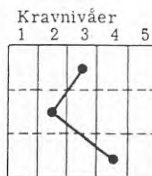


Fig, 36, Modell för indelning av krav och önskemål i kravområden, och användning av särkostnadsmetoden. Enligt Gessler, K, Wästlund, H, (1975).Forts. nästa sida.

Byggnadsdel	Mark	Bärverk	Väggar	Bjälklag	Yttertak	Övrigt	El	VVS, VA	Summa
Kravområde									
Verksamhet									
Myndigheter									
Miljö									
Generalitet									
Flexibilitet									
Summa									

• Kostnadsförändring vid sänkning av kravnivån 1 steg
 ◻ Kostnadsförändring vid höjning av kravnivån 1 steg
 — Kostnad

2.1	Tilläggskrav och önskemål	Miljö
2.2		Generalitet
2.3		Flexibilitet



1.1	Grundkrav	Verksamhet
1.2		Myndigheter

0	Verksamhetsutrustning
---	-----------------------

Fig. 36, forts.

Rapporten "Val av material och konstruktionslösningar minskar drift- och underhållskostnader i barnstugor" av Känngård, B, Jansson, H, Wennerblom, A, (1979), analyserar om för verksamheten olämpliga ytskikt har använts. Medför förenklade konstruktionslösningar ökade driftkostnader samt negativa effekter för verksamheten? Kan kostnader för energiförbrukning, städning och renhållning sänkas genom en kombination av åtgärder?

Resultatet av analysen visar att besparingar på cirka 5 procent av barnstugornas årskostnad är möjlig att uppnå, om årskostnads-kalkyler och underhållsplaner systematiskt tillämpas vid projektering, byggande och förvaltning. Baserat på resultatet från genomförda etapper av projektet har en representativ barnstuga (kv Nätet) konstruerats. Materialval för denna har sammanställts för att två valda alternativ skall kunna jämföras. Försöket med kv Nätet visar att ett medvetet val av material kan minska underhållskostnaderna samtidigt som det blir mer anpassat till verksamheten.

Rapporten "Hyreskostnad och materialval" av Samuelsson, D. (1980) behandlar sambanden mellan valet av materialkvalitet och kostnaderna för drift- och underhåll, samt principerna för materialvalet då de boende ges ansvar för underhållet av den egna lägenheten. Syftet med rapporten är att undersöka sambanden mellan hyreskostnad och val av byggnadsmaterial hos allmännyttiga bostadsföretag under olika antaganden om underhållsansvar.

Samuelsson menar att "det hävdas ofta i den allmänna debatten att brister i det statliga bostadsfinansieringssystemet gör att bostadshusen byggs med materialkvaliteter som initialt är billiga för att kunna hålla produktionskostnaden inom de godkända låneramarna. Materialkvaliteter med hög anskaffningskostnad, lång livslängd och förvaltningsekonomiska fördelar missgynnas". Enligt Samuelsson, D. blir resultatet stora kostnader för drift- och underhåll i förvaltningsskedet och en dålig totalekonomi som drabbar de boende i form av höga hyror eller eftersatt underhåll.

I rapporten har Samuelsson utfört beräkningar för ett antal materialslag och utrustningsdetaljer i syfte att dels avgöra om det lönar sig att bygga över lånetaket för att minska kostnaderna för drift och underhåll, dels för att avgöra om andra materialkvaliteter blir aktuella om de boende ges möjlighet att ansvara för underhållskostnaderna. Slutsatserna av kalkylexemplen är enligt Samuelsson följande:

"Lägre årskostnader skulle kunna uppnåts om en högre investeringskostnad varit belåningsbar, t ex fönster. Årskostnaderna kan sänkas om man väljer eloxiderad aluminium i stället för målade träfönster."

"Förebyggande kvalitetshöjande åtgärder kan minska årskostnaderna i de utrymmen där slitaget är stort, t ex trapphusväggar. Byggherrar och entreprenörer kalkylerar sällan med vilket slitage byggnaderna kommer att utsättas för. Merinvesteringarna är dessutom inte belåningsbara."

"Undermåliga materialkvaliteter kom fram under de extraordinära förhållandena under 60- och 70-talens byggrush. Den låga kvaliteten har drivit upp årskostnaderna för t ex golvmaterial."

"Viss utrustning har blivit mer tekniskt komplicerad och därmed mer sårbar. Samtidigt har bl a den omfattande boendesegregationen medfört ökad belastning på dessa detaljer. T ex tvättmaskiner."

"Årskostnaderna kan minskas om hyresgästerna tar över kostnadsansvaret för underhållet, förutsatt att den boendes arbetsinsats beskattas lågt eller inte alls. T ex träfönster!"

"Materialvalet är väsentligt när det gäller hyresgästernas möjligheter att påverka underhållskostnaden T ex fönster."

Sjöström-Hedge, I, (1982) har i en rapport från Bostadsstyrelsen "Beaktande av drifts- och underhållskostnader i lånesystemet - diskussionsunderlag" sett över hur drifts- och underhållskostnader i ökad utsträckning kan beaktas i lånesystemet.

I rapporten hävdas det att många har efterlyst ett helt nytt lånesystem baserat på byggnadernas totalkostnad, snarare än på kostnaderna vid produktionstillfället. Vid totalkostnadsjämförelse adderas det diskonterade värdet av underhållskostnaderna till investeringskostnaderna. Jämförelsen grundar sig på antaganden om materialens brukstid, underhållsintervall, underhållskostnader, kalkylränta etc. Med hjälp av referensgrupper bla från HSB, SABO och Riksbyggen har uppgifter om underhållskostnader och underhållsintervall insamlats för ett antal byggmaterial och komponenter. Slutsatserna från Bostadsstyrelsens projekt är att det för ytterväggar inte finns något direkt samband mellan höga investeringskostnader och låga totalkostnader. Som exempel kan nämnas att för fönster blir totalkostnaderna ganska lika för olika material. Produktvalet blir beroende av hur man önskar fördela kostnaderna - höga kostnader idag mot lägre i framtiden eller tvärtom. Sjöström-Hedge menar att "en viktig uppgift för framtiden är att öka kunskaperna dels om byggmaterialens egenskaper, dels om hur man på ett korrekt sätt jämför material som har olika egenskaper över tiden. Lånesystemet bör här vara följsamt och möjliggöra konstruktioner som är lämpliga från totalekonomisk synpunkt." (Byggvarunytt 2/1982).

3 DISKUSSION OCH ANALYS

3.1 Materialval i projekteringsprocessen

Projektören arbetar i en komplex byggprocess tillsammans med andra parter vilka deltar i de beslut som fattas och som även har varierande grad av ansvar för byggandet och byggnadens funktion över tiden. För att säkra ansvaret för byggnaden samt samordna aktiviteterna ritas och beskrives allt. Trots detta är det svårt att bibehålla helhetsbilden.

Exempel på parter i byggprocessen är

- o beställare
- o arkitekter
- o konstruktörer
- o tekniska konsulter
- o entreprenörer
- o kontrollanter
- o normskrivande myndigheter
- o lånefinansiärer
- o brukare

Beställaren kan styra materialvalet genom lämplig programskrivning och genom att aktivt delta i projekteringsprocessen. Det finns olika typer av beställare - enskilda personer, offentliga och juridiska personer etc. vilket naturligtvis påverkar formerna för medverkan och deltagande i beslut vid materialval.

Vid projektering av hus involveras många olika projektörer, framförallt arkitekter och byggkonstruktörer. Allt eftersom detaljeringsgrad ökar, inkopplas även andra såsom EI- och WS-konsulter. Omfattningen av ett projekt samt i vilken fas projekteringen befinner sig avgör antalet involverade projektörer. De samarbetar i olika grad och med olika resursintensitet. Ahlin, J, (1976) ger en översikt över projekterings utveckling, teorier samt över projektörens arbetssituation. Bl a diskuterar han med utgångspunkt från psykologisk forskning hur projektören fungerar i arbets-situationer.

De beslut som tas under projekteringskedets första faser påverkar och styr till stor del ekonomi, funktionen och detaljutformningen. Det är viktigt att känna till påverkande faktorerers sammanhang och inverkan under hela byggnads- och brukartiden. Områden som drift, underhåll och förvaltning kan påverkas gynnsamt genom en systematisk materialvalsprocess byggd på erfarenhetsåterföring från de olika skedena.

Byggprocessen kan liknas vid ett omloppssystem där projektören utför materialval för såväl nybyggnad som ombyggnad vid restaurering, renovering, underhåll och under förvaltning.

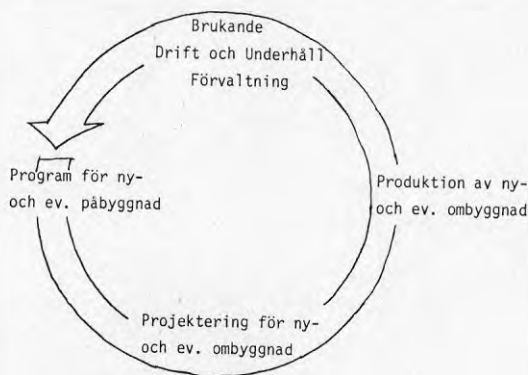


Fig. 37, Modell av byggprocessens omloppssystem.

Verklighetens byggstruktur är komplicerad och sammansatt samt påverkad av faktorer som ibland inte kan förutsägas. Varje skede av byggprocessen kan indelas i ett flertal faser som är beroende av varandra och som inte nödvändigtvis följer efter varandra i tid.

Som underlag för projektering används de programhandlingar, som upprättats. De kan ses som byggherrens krav på den färdiga byggnaden och ge riktlinjer för kvantitet, kvalitet och kostnad. Bergens, R. Kalldal, A. Stintzing, R. (1979) har i skriften "Metoder för programskrivning för underlag för kostnadsstyrd projektering" studerat programarbetet i relation till kostnadskalkyler och kostnadsstyrning. Ett av arbetets syften var att undersöka möjligheten att kostnadskalkylera på programstadiet. Man påpekar att redan idag används olika kalkylmetoder men att vik-

tigt är att dessa "bör därvid i möjligaste mån belysa den total-ekonomiska bilden och således inkludera årskostnader och intäkts-kostnadsanalyser samt samhällsekonomiska aspekter. Som underlag för överväganden av kvantiteter, kvaliteteter och kostnader spelar program på alla nivåer och programarbetet en stor roll. Metoder och hjälpmedel kan härvidlag utvecklas betydligt mer i förhållande till vad som idag tillämpas".

Projekteringskedet kan indelas i tre huvudfaser.

- o förprojektering
- o huvudprojektering
- o byggprojektering

I förprojekteringen tar projektören fram förslag till materialalternativ med en grov kostnadsuppskattning. Dessa förslag bygger på de i programmet angivna kraven och förutsättningarna. Det är då lätt att sådana faktorer som materialens drift- och underhållskostnader kommer i bakgrunden.

Under huvudprojekteringen väljs de materialalternativ som i möjligaste utsträckning satisfierar ställda krav. För att alla viktiga faktorer skall komma med i bedömningen är en systematisk materialvalsmetod av stort värde.

Byggprojekteringen är den fas då bygghandlingarna färdigställs för att fungera som underlag för byggproduktionen. De omfattar bl a huvud- och detaljritningar, beskrivningar och förteckningar. Därmed är det slutliga materialvalet utfört.

Under tiden byggprocessen framskrider kan olika faktorer påverka redan utförda materialval. Detta kan medföra att revideringar kan bli nödvändiga. Under brukarskedet sker materialval men i mindre omfattning. Det gäller främst då det blir behov av underhåll.

Byggprojekt kan ha varierande komplexitet. Vissa projekt innebär att projektören kan välja bland välkända materialalternativ andra kräver specifika tekniska och arkitektoniska lösningar.

Byggnadstypen styr vilka materialalternativ som bör tas fram och utvärderas vid materialvalet. Vid projektering av bostadshus väljs ofta bland välkända materialalternativ. Dock är sortimentet och variationen i kvalitet stort, vilket kan medföra att valet kan bli komplext. Andra typer av hus kan medföra att speciella och unika krav behöver ställas vilket kan kräva mer utförliga utredningar om materialalternativs förmåga att motsvara ställda krav.

Upphandlings- och organisationsform kan variera vad avser sätt för anbudsförfrågan, typ av entreprenad och betalningsform. Dessa tre faktorer samverkar vid samt påverkar i olika grad materialvalet. Totalentreprenad innebär projekteringsansvar till hel eller väsentlig del för entreprenören. Det krävs mycket preciserade programhandlingar för att beställaren skall få material som svarar mot hans förväntningar. De övriga två vanligaste entreprenadformerna - delad entreprenad och generalentreprenad - innebär att beställaren själv eller genom konsulter svarar för projekteringen och tillhandhåller beskrivningar, ritningar etc. för de olika entreprenadernas utförande. Beställaren har här större möjligheter att under projekteringsens gång påverka materialvalet.

Totalentreprenad och annan tidig upphandling som innefattar upprättandet av byggnadslovshandlingar kan ses som en form av "teknikupphandling". Enligt Styrelsen för Teknisk Utveckling, STU, innebär teknikupphandling att man köper en vara eller tjänst som inte finns på marknaden utan som kräver utvecklingsarbete för att uppfylla köparens mål och krav. Köparen skall få en bättre behovsanpassad produkt än vad marknaden erbjuder.

Enligt en annan definition är teknikupphandling en anskaffningsprocess som syftar till att få fram nya tekniska lösningar, och som omfattar en målformulering, upphandling i enlighet med funktionskrav samt en driftutvärdering.

I en BFR-rapport av Westling, H, (1982) redovisas möjligheterna att använda teknikupphandling i byggbranschen. Enligt Westling kan ökad teknikupphandling leda till att funktionskrav på en slutprodukt ger större frihet att ta fram tekniska lösningar samt att nya idéer som kommer fram kan resultera i rationellare produktion och förenklad drift. Teknikupphandling kräver således definierade målspecifikationer, som kan leda fram till att väl anpassade kravspecifikationer utarbetats. Materialval vid teknikupphandling baserar sig på kravspecifikationer, liksom materialval vid projektering av hus bör göra.

Tillgängliga resurser utgör viktiga avgränsningar vid materialval. Prioritering beträffande kostnader såsom investeringskostnad kontra årskostnad samt belåningsbarheten är också starkt styrande. Under projekterings och byggandets framskridande kan kontroller gentemot angivna budget- och tidsramar visa att utfört materialval måste revideras för att ramarna skall kunna hållas.

3.2 Systemteori - användbart vid materialval?

Materialval är problemlösning, som karaktäriseras av hög grad av komplexitet beroende på det antal olika områden som påverkar valet samt sambanden mellan dessa. Materialvalet berör ekonomiska, tekniska, informativa, administrativa och organisatoriska områden. Produktions-, transport- och montagesystem är exempel på områden som påverkar valet av tänkbara material. Byggnadsmaterialtillverkarnas försäljningsorganisation och marknadsföring är exempel på andra områden som berör materialvalet.

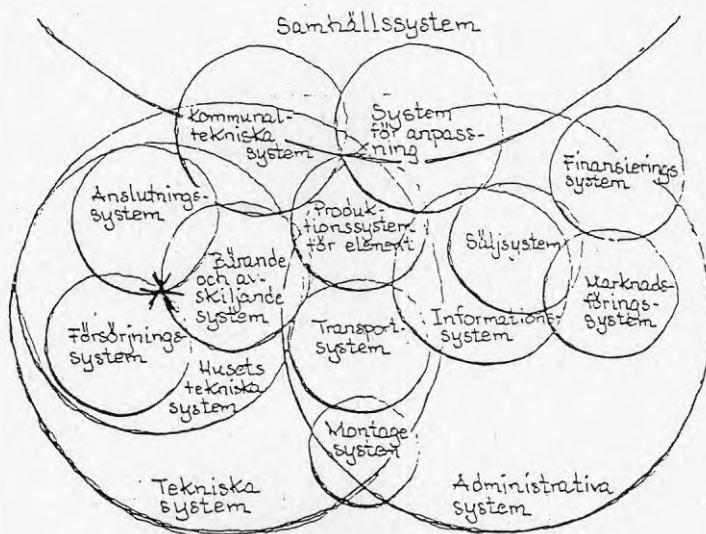


Fig. 38, Systemsyn på byggandet enligt Pettersson, L.F., Samuelsson, S., (1978).

Tillämpning av systemteorins grundläggande synsätt kan vara användbart i vissa sammanhang. I rapporten "Lätta byggsystem" har Pettersson L.F, Samuelsson, S, (1978) följt upp intressanta försöksprojekt vad gäller lätta byggsystem för bostadshus. Studien belyser även olika problem som kan uppstå vid utvecklingen av system för husbyggnad. Rapporten utgår från ett systemteoretiskt synsätt på byggsystem skisserat i tidigare rapporter, se Pettersson, L.F, (1973) och Samuelsson, S, (1975). Ett system för byggande av småhus består inte enbart av de tekniska systemen utan även av administrativa system, se fig.39.

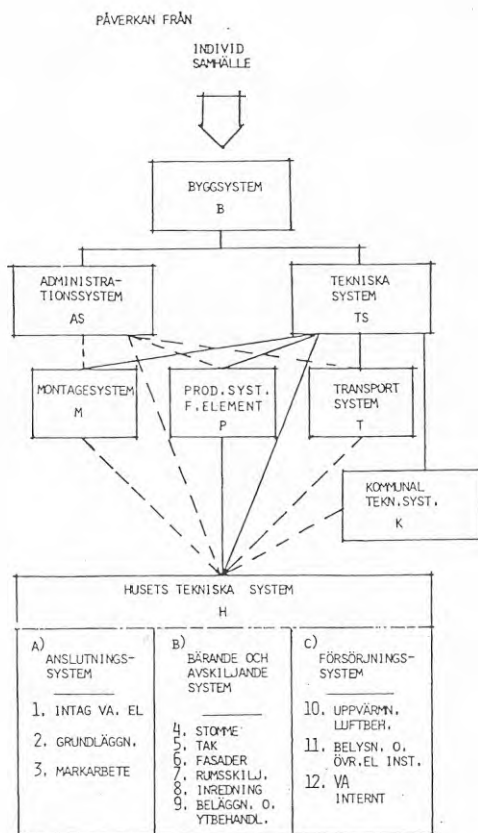


Fig. 39, Systemindelning enligt Samuelsson, S, (1975).

Systembyggandet har internationellt behandlats i ett CIB-symposium i Budapest (1981) anordnat för forskare, industrifolk och projektörer. Symposiet var uppdelat i tre teman:

1. Principer för systembyggande jämte nuläget för systemteorins utveckling
2. Tillämpning av systemteori vid tekniska lösningar.
3. Organisatoriska, administrativa, projekterings- och ekonomiska problem vid tillämpning av systembyggande.

Enligt Karlén, I.(1981a) kan diskussionerna vid symposiet sammanfattas följande:

- o Det finns behov av klara begreppssamband och en terminologi för praktikens systembyggande och byggsystem.
- o Det finns behov av mer teoretiskt arbete för att utveckla en metodik för att i praktiken med insikt och förståelse arbeta utifrån ett systemtänkande
- o Det finns behov av en metodik för standardiseringsarbete
- o Det är viktigt att performansbegreppet behandlas i ett system-sammanhang
- o Det är viktigt att kunna tillämpa dynamiska och självreglerande processer
- o Det är viktigt att kunna tillämpa funktionellt anpassbara byggsystem
- o Det är viktigt att samverka mellan utveckling av informationssystem och utveckling av systembyggande sker
- o Det finns behov av utbildning och efterutbildning av byggfackmän i systemmetodik
- o Det konstaterades att systemteori kan användas för att analysera säkerhet i byggande

3.2.1 Hur skall projektören angripa problemet - materialval?

Ett systemteoretiskt synsätt innebär kortfattat att man noga definierar de system dvs de problemområden man skall arbeta med och indelar dessa i hanterbara delsystem. Det som inte tillhör systemet, utgör systemets omgivning och kan påverka det. Systemtänkandet grundar sig på ett logiskt och sammanhängande analysarbete samt på ett skapande av prestandamått avseende systemet. Systemteori kan leda fram till att ett väl övervägt beslut fattas som undviker misstag i form av deloptimeringar av olika slag.

Systemteori och dess tillämpningar avser hantering av komplexa företeelser. Enligt Churchman, C.W, (1973) kan systemtänkandet bl a innebära

- ett analyserande av systemet med avseende på effektiviteten, dvs att man betraktar ett system och för det särskiljer de ingående problem som ineffektiverar det samt undanröjer dessa.
- ett användande av vetenskapliga metoder på systemet dvs att man genom att objektivt analysera systemet kan bygga en modell av det samt påvisa hur det fungerar.

Karlén, I. (1981a) har i en rapport "Systemmetodik för byggande och förvaltning" kortfattat belyst systemmetodik som stöd för bl a projektering samt vid utveckling och drift av ingående informationssystem. I rapporten ges exempel på tillämpningar av systemtänkande i byggande och förvaltning. System kommer av det grekiska sys'tema - sammanställning och innebär en helhet där varje enskild del hänvisar på det hela. Karlén visar även på ett flertal definitioner av system t ex: "System kan definieras som en mängd av objekt jämte samband mellan objekten och deras egenskaper eller attribut, förbundna eller med inbördes samband och med samband till sin omgivning på ett sådant sätt att de bildar en helhet". Vid materialval är det ytterst väsentligt att bibehålla en helhetsbild av problemet. Systemteorins synsätt på helheten och delenheter bör med framgång kunna användas.

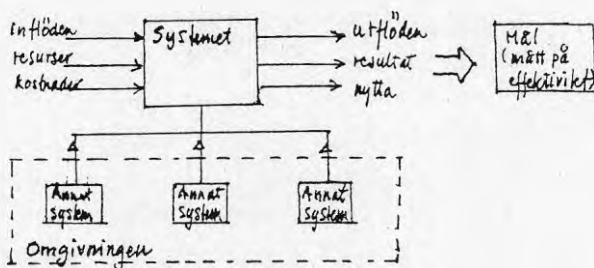


Fig. 40, Systembegrepp enligt van Gogh, (Karlén, I, 1981a).

Karlén har redovisat ansatser att bygga upp en systemmetodik för byggande och förvaltning. Exempel på ansatser:

- o Projekterings-, produktions-, drift-, underhålls- och brukareprocesser avseende byggnadsverk kan betraktas som *levande system, vari byggnadsverket ingår som en artefakt i systemets struktur.
- o Det är möjligt att uttrycka brukandeaktiviteter i byggnaden och deras krav på byggnaden, så att de kan "matchas" mot de funktioner byggnaden kan utföra. Därvid kan man tillämpa mått för brukarverksamhetens effektivitet och byggnadens performans, tillförlitlighet och beständighet.

* Kommentar: Enligt Karlén "tillhör levande system de system som kallas konkreta system (verkliga system). De utgörs av växter och djur, alltså även människor (ensamma, i grupp etc). De levande systemen är öppna system, dvs de har energi, materia och/eller informationsutbyte med sin omgivning. De äger ett visst minimum av komplexitet och de äger en beslutsfattande funktion. Detta funktionella delsystem för beslut kontrollerar hela systemet för att systemet, delsystem och komponenter (element) skall växelverka (interagera). Levande system har vissa andra specifika kritiska delsystem, vilka är integrerade med varandra för att bilda

aktivt självreglerande, utvecklande, nyalstrande avgränsade system (enheter) med syfte och mål. Levande system omfattar en hierarki av system på olika systemnivåer, t ex organism (person, grupp, organisation och samhälle). På dessa olika nivåer återfinns samma kategorier av funktionella delsystem för resp energi materia-processer och informations-processer".

3.2.2. Systemanalys av byggnaden vid materialval.

En byggnad kan indelas på många olika sätt och på grundval av olika kriterier. Cronberg, T. (1973) har i en tabell gjort en översikt över olika sätt att indela en byggnad i byggnadsdelar. Indelningarna i tabellen har utförts i olika försök att ställa krav på byggnadsdelar. Fönster och dörrar samt installationer behandlas ibland som enskilda byggnadsdelar, men även som ingående i andra byggnadsdelar.

1. Guide Criteria (1971)	2. CIB-W60 (1970)	3. Ytelses-prosjektet (1973)	4. Antoni (1969)
Structure	Exterior walls	Yttervegger	Ytterväggar
Interior space dividers	Interior space dividers	Skiljevegger	Innerväggar
Exterior envelope	Interior surfaces	Gulvbelegg	Ytterbjälklag
Pictures and hardware	Floors	Etasjeskiller	Innerbjälklag
Plumbing	Sanitary installations	Tak	Trappor
Mechanical equipment and appliances	Windows	Vinduer	Fönster
Power, electrical distribution and communications		Dører	Dörrar
Lighting elements		Sanitaeranlegg	Golv
Enclosed spaces			

Fig, 41, Exempel på indelning av en byggnad enligt Cronberg, T, (1973).

En nivåindelning av en byggnad med avseende på byggsystem har gjorts av Samuelsson, S. (1975):

Nivå 1. Husets tekniska system.

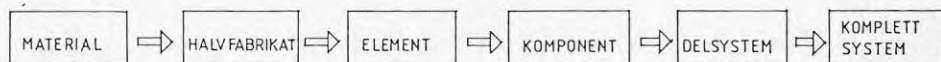
Nivå 2. Bärande och avskiljande system samt försörjnings- och anslutningssystem.

Nivå 3. Ingående delsystem från nivå 2 - exempelvis stomme, tak, fasad etc.

Byggsystem har olika innebörd för parterna i byggandet. Enligt Samuelsson bör begreppet " byggsystem " innefatta alla de faktorer, som påverkas av utformningen av produkten/byggnaden i fråga samt regler för samordning. Inom system kan olika delsystem definieras, som i sin tur kan delas upp i nya system - subsystem, komponenter och element. Begreppen förklaras följande:

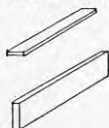
- "Ett byggsystem är en uppsättning delar avsedda för byggande - metoder och föremål - tillsammans med sambanden mellan delarna och mellan deras egenskaper.
- En komponent är avsedd att ingå på en bestämd plats i en byggnadsdel eller ett byggsystem och är därav bestämd till sina mått och sitt utförande.
- Ett element har vid tiden för sin tillverkning ingen förutstämmd plats i den slutliga byggnadsdelen, utan skall tillsammans med likartade och andra element och material användas för att bygga upp byggnadsdelar eller komponenter".

NIVÅ

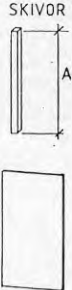


EXEMPEL

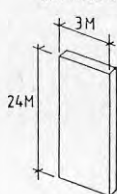
TRÄ
SÅGAT VIRKE ETC.



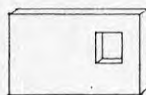
KAPVIRKE
SKIVOR ETC.



MODULELEMENT
LÄTTREGLAR



VÄGGKOMPONENT



STOMSYSTEM



Fig. 42, Nivåbegreppet enligt Samuelsson, S. (1975).

Materialvalet på respektive systemnivå kan betraktas utifrån de tre huvudaspekterna

- o ekonomi
- o funktion
- o utformning

Problemet - materialval vid projektering av hus - bör definieras med utgångspunkt ifrån dessa tre huvudaspekter. På så sätt kan ansatsen för ett systemmetodiskt materialval grundläggas.

Vid materialval bör projektören inrikta sig på att analysera

- o systemets struktur
- o samverkan mellan delarna
- o hur systemet som helhet samverkar med omgivningen

Vid analyserande av system bör man utgå ifrån (Churchman, 1973):

1. Systemets centrala målsättning och prestationsmått för det totala systemet.
2. Systemets omgivning/miljö.
3. Systemets resurser.
4. Systemets komponenter, deras aktiviteter, mål och prestationsmått.
5. Ledning av systemet.

Målsättningen för ett system är beroende på vem som fastställer den och hur den inverkar på intressena hos parterna. Den uttalade målsättningen för ett system är ofta inte den verkliga målsättningen. Vid systemanalys bör man utreda de ofta vagt formulerade målsättningarna genom att i möjligaste utsträckning omforma dessa till preciserade och specifika prestationsmått för det totala systemet. Vid fastställandet av prestationsmått utreder man de relevanta konsekvenserna av systemets aktiviteter, vilket kan ske med hjälp av exempelvis konsekvensanalys. Detta har bl a prövats av Sentler, L, (1981), se fig 43.

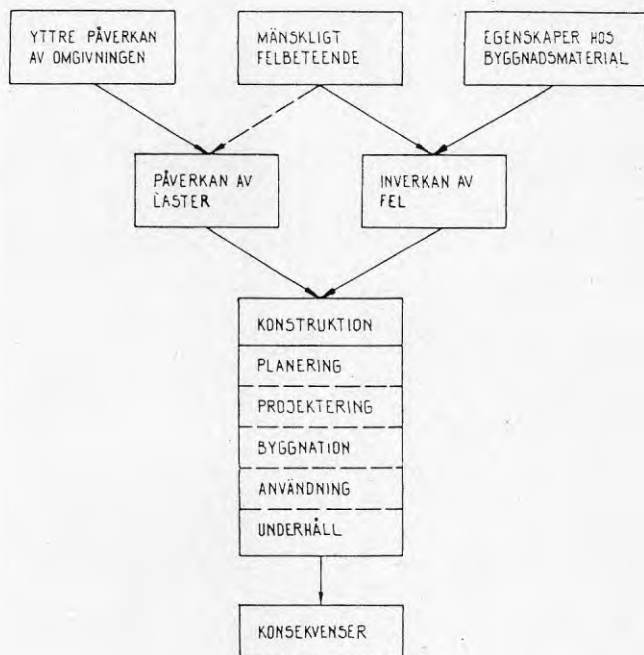


Fig. 43, Principiell uppdelning av risker och deras påverkan/inverkan på en konstruktion enligt Sentler, L, (1981).

Funktionsanalys och däri särskiljande av huvudfunktionen ingår som det första steget i en systemanalys. Den centrala målsättningen för ett system karakteriseras således av huvudfunktionen för systemet och inte av de egenskaper som kännetecknar dess struktur. Efter det att den centrala målsättningen för systemet är fastställd, listas delmålen. Delmålen är de mål som nödvändigtvis behöver uppnås för att den centrala målsättningen skall förverkligas. När delmålen är preciserade upprättas en plan för deras förverkligande. Tillvägagångssättet liknar det som används vid värdeanalys.

Systemets omgivning ligger utanför systemet. Det finns ofta inte distinkt uttalade systemgränser. Omgivningen är att betrakta som fix ur systemets synpunkt, men den bestämmer till viss del hur systemet fungerar - den påverkar således systemet. En av de viktigaste aspekterna av systemets omgivning är behovsfunktionen. Om något tillhör omgivningen är svaret Nej på frågan: "kan systemet göra någonting åt det?" och Ja på frågan: "Har det någon betydelse i förhållande till systemets målläggning?".

Resurser kan sägas bestå i de medel som systemet använder sig av för att utföra sina uppgifter. Resurserna är i motsats till omgivningen de saker som systemet kan förändra och använda till sin egen fördel. Systemets komponenter, delar eller delsystem utför handlingar som möjliggörs genom de tillgängliga resurserna. (Inom systemteori är komponenter, delar och delsystem synonymer till varandra). En viktig del vid systemanalys är att utnyttja gjorda erfarenheter som en resurs.

För att systemanalys skall praktiskt fungera måste systemet indelas i komponenter. På detta sätt erhålles relevant information på varje systemnivå. En bedömning kan ske avseende systemets funktion och framtida åtgärder göras för att bibehålla funktionen. Systemanalys karakteriseras utav en uppgiftsorienterad syn på ett systems komponenter. Genom detta synsätt kan man bedöma värdet av en aktivitet för det totala systemet. Om man istället hade indelat komponenter i fysiskt avgränsade delar hade det varit svårt att värdera deras betydelse i relation till den centrala målläggningen - huvudfunktionen för det totala systemet. Det slutliga syftet med indelning av systemet i komponenter är att kunna urskilja de komponenter för vilka prestationsmått kan formuleras. När en komponents prestationsmått ökar skall det totala systemets prestationsmått också öka.

Något som ofta försummas vid systemanalys då det gäller konstruktion och planering är att upprätta felanalysplaner. I dessa planer anges vilka åtgärder som man är villig och istånd att vidtaga om de i förväg bestämda planerna för delmålen slår fel. Enligt Churchman, ser projektören ofta alldeles för optimistiskt på sina chanser att lyckas, och när planerna slår fel förmår de inte vidtaga nödvändiga åtgärder, eftersom de aldrig har tänkt på dem i förväg.

3.3 Beslutsunderlag vid materialval

Information i många olika former utgör beslutsunderlag vid materialval. Den består av information avseende egenskaper etc hos de tänkbara materialalternativen, information avseende den omgivning som på ett eller annat sätt påverkar materialalternativen och materialvalsprocessen samt avseende återföring av erfarenhet.

Det program som upprättats i utredningsskedet ligger till grund för projekteringen. Genom att transformera informationen i programmet kan krav formuleras. Krav speglar parternas önskemål med olika grad av villkorlighet, ställda på olika system- och kravnivå och formulerade kvantitativt och/eller kvalitativt. Krav är en målformulering som bör sammanställas i någon form t ex kravprofiler, kravspekificationer eller kravmatriser.

Egenskaper är attribut hos ett system - en byggnad, ett byggsystem, en byggnadsdel, en komponent, ett material. Egenskaperna hos valt materialalternativ bör i största utsträckning satisfiera ställda krav. Egenskaperna bör även de sammanställas i någon form exempelvis i en egenskapsredovisning.

Mycket förenklat kan kvalitet sägas vara ett "mått" på i vilken grad förväntade egenskapskrav uppfylls av valt materialalternativ.

KVALITET

KRAV

EGENSKAPER

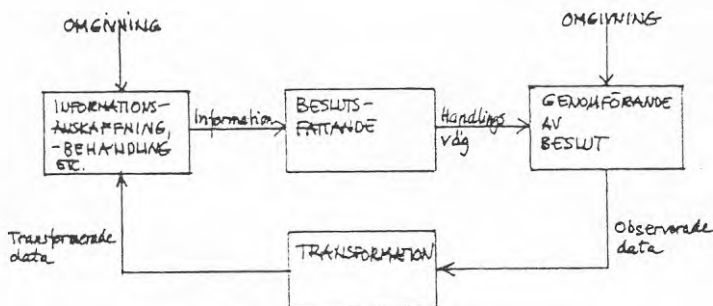
Fig. 44. Kvalitet i relation till krav och egenskaper.

3.3.1 Information och dess betydelse vid materialval.

Information kan definieras som "varje steg av kunskap eller budskap som kan användas för att förbättra eller möjliggöra ett beslut eller en handling".

Enligt Karlén, I, (1981)

Den information som passerar genom byggprocessen ligger till grund för de beslut och val som utförs. Karlén, I, (1982b) visar på en generell modell av informationssystem, se fig 45. Informationssystem är system av informationsmängder som behövs för bl a beslut i ett större system. Det är viktigt att projektören inhämtar relevant information i tillräcklig omfattning och med välbedömda avgränsningar som underlag för materialvalsbeslut. Den information som ligger till grund för besluten bör även finnas tillgänglig i ett senare skede för eventuell kontroll.



Fig,45, En generell modell av informationssystem enligt Yovits & Whittemore, (1974), (Karlén, I, (1982)).

Informationen ligger även till grund för senare beslut och val i bygg- och brukskedan. Delar av den informationen bör åtfölja byggnaden under hela dess livslängd och kan då kan struktureras i en manual för byggnaden. Manualen kan upprättas dels byggnadsdel för byggnadsdel och dels rum för rum, se Planläggning af Driftsvenligt Byggeri, (1982). Den bör upprättas redan under projekteringsskedets första fas och allt eftersom byggprocessen framskrider bör den utökas med information. Dokument såsom kravspecifikationer och egenskapsredovisningar bör ingå i manualen. Informationen bör klassificeras och kodas enligt välkända system, exempelvis SfB-systemet. Manualen bör ta med alla stadier av beslutsprocessen för att full förståelse skall erhållas för gjorda materialval vid en eventuell återblick.

Karlén, I, (1982a) visar på en systemmodell för hur strukturering av information sker, se fig. 47. Klassifikation och kodning möjliggör denna strukturering och är att betrakta som hjälpmedel för projektören och övriga parter vid kunskapsökning, förberedelse, fattande och genomförande av beslut, utarbetande och meddelande av instruktioner, återföring och vidarebefordran av information samt vid allmän kommunikation parterna och processerna emellan.

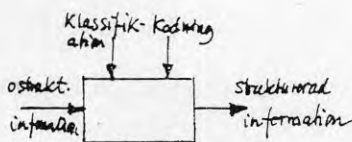


Fig. 47. Modell för strukturering av information enligt Karlén, I, (1982a).

Karlén har i INFÖR-projektet behandlat systemmetodik, informationssystem och byggprocesser. Syftet är att få ett teoretiskt underlag för att kunna diskutera informationssystem och informationsmetoder speciellt inom förvaltningsprocessen och därvid i första hand erfarenhetsåterföring. Systemmodeller som avbildar delprocesser i den kompletta byggprocessen redovisas. Projekteringsprocessen och den informationsbehandlande processen exemplifieras i fig 46.

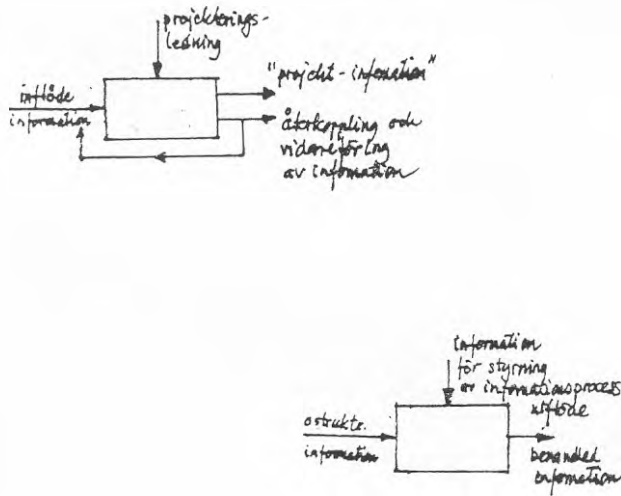


Fig. 46. Modeller av projekteringsprocessen och den informationsbehandlande processen enligt Karlén, I, (1982).

Informationen måste struktureras på så sätt att den blir praktiskt möjlig för projektören att använda vid materialval. D.v.s. "rätt" information vid "rätt" fas av projekteringen. Allt eftersom projekteringen framskrider ökar behovet av detaljerad information. Det sker även många förändringar av föreslagna utföranden, som till stor del beror på att detaljeringsgraden ökar samt att de påverkande faktorerna utreds mer ingående.

Exempel på klassifikationssystem är UDK, Sfb- och BSAB-systemen.

UDK-systemet är från början ett system för placering av dokument. Systemet har nio huvudgrupper med sifferkoder enligt ett decimal-system. UDK-talen ger ibland långa klassifikationsnummer och anger inte alltid entydig placering, enligt Karlén, I, (1981b). Han exemplifierar detta genom 69.028.2:389.6 (489) Dansk fönsterstandard.

Sfb-systemets målsättning är att samordna informationen i byggprocessen på ett sätt som är oberoende av intresse- och yrkesgränser. I Sfb-systemet klassificerar man med hjälp av byggnadsdel, konstruktion och resurs. Klassificering kan utföras från tre olika utgångspunkter, vilket ger stora kombinationsmöjligheter. Vid klassificeringen kan varje del användas separat och delarna är inte på något sätt sammanhängande eller underindelade till varandra. Karlén hävdar att Sfb-systemet har en starkare och mer beständig grund än många andra system genom sin förankring i systemteori och klassifikationsteori samt i det praktiska byggandet.

BSAB-systemets huvudindelning utgörs av produkter, resurser och aktiviteter. Produkttabell 1 delar upp byggnaden i konstruktioner och monterade apparater. Dessutom kan byggvaror indelas enligt Resurstabell 1, vilken är kopplad till Produkttabell 1. Produkttabell 2 delar upp den färdiga byggnaden i mera sammansatta delar (väggar, bjälklag, etc.). BSAB-systemet har utvecklats i samverkan med AMA-publikationerna.

3.3.2 Informationsflödet inom byggbranschen.

Den tryckta informationsmängden för den svenska byggbranschen uppskattades 1973 till ca 100 000 sidor/år enligt Bygginformation, (1973). Parterna inom byggandet klagar över att informationen är alltför omfattande och svårhanterlig. I en enkätundersökning, redovisad i ovannämnda rapport, har parterna inom byggandet uttalat önskemål om att olika medel bör användas bl a för

- att åstadkomma selektiv distribution till olika målgrupper
- att begränsa informationsmängden hårdare
- att öka transformeringsinsatserna
- att välja rätt form och kanal för respektive målgrupp
- att ta förbättrade mediatekniker i anspråk
- att informera om information och dokumentation

Den information som används vid framtagning av materialalternativ under projekteringens första fas är av mer allmän karaktär än den som används under de senare faserna. Dock utgör den allmänna informationen underlag för den mer detaljerade informationen. Materialval berörs av många faktorer och information om dessa är nödvändig. En del faktorer framstår inte först bland de mer väsentliga, men kan visa sig påverka materialvalet i hög grad. Det kan till exempel gälla leveransavtal som ger olika stora rabatter, trender i byggandet och marknadsföringsstrategier. Information som bl a bör inhämtas för respektive materialalternativ är:

- o funktion
- o materialspecifika uppgifter:
 - ingående material
 - konstruktion och utformning
 - samverkan med omgivande material och fogar
 - materialegenskaper
- o beständighet med avseende på den miljö de skall användas i
- o förväntad livslängd
- o möjlighet att underhålla
- o underhållsbehov
- o grad av utbytbarhet
- o förvaltningsbehov
- o driftbehov
- o kostnadsbild över tiden - årskostnad

Information som används vid materialval kan indelas i tre kategorier:

- o allmän information
- o projektanknuten information
- o projektspecifik information

Allmän information utgörs dels av originalinformation såsom forskningsresultat, anvisningar etc. dels av transformerad information som handböcker, läroböcker, facktidsskrifter, programskrifter, produktinformation etc.

Projektanknuten information utgörs av allmänna dokument med inriktning på byggprocessens olika skeden. Exempel på projektanknuten information är normer, standard och allmänna material- och arbetsbeskrivningar, AMA.

De normer som utarbetats av statens planverk publicerade i Svensk Byggnorm, SBN, ges numera i större utsträckning än tidigare i form av allmängiltiga krav uttryckta med avseende på funktion hos byggnadsdelarna och konstruktionerna. Genom att utforma normerna med funktionsinriktning överläter man åt projektören att i stort välja material, utformning, dimension och utförandelösning. Normer och angivna exempel på godtagbara lösningar används i större utsträckning än övriga informationskällor - i synnerhet av konstruktörer medan entreprenörer och förvaltare i mindre utsträckning tar del av normer och anvisningar (Bygginformation, 1973).

Standardiseringsarbetet inom byggområdet utförs i Sverige av Byggstandardiseringen, BST. Det är ett branschorgan samarbetande med parterna inom byggandet. Standarderna används framförallt av konsulter, entreprenörer och byggnadsmaterialtillverkare vilka enligt Bygginformation (1973), bedömer dem som värdefulla. Allmänna material- och arbetsbeskrivningar, AMA, är en typisering av byggnadsbeskrivningar som väsentligt har bidragit till att rationalisera arbetet med bygghandlingarna. AMA utnyttjas främst av konsulter, vilka bedömer dem som värdefulla.

Projektspecifik information är dokument såsom exempelvis kontrakt, beskrivningar, mängdbeskrivningar, ritningar och förteckningar upprättade enbart för det speciella projekt som är under byggande eller kommer att byggas.

3.3.3 Krav och Egenskaper

De krav som ställs kan indelas i olika typer, beroende på deras villkorlighet, samt i olika kravnivåer, beroende på önskad uppfyllelse. Kravtyperna kan förslagsvis utgöras av:

- o normkrav
- o programkrav
- o extra programkrav

Normkrav utgörs av olika regler, bestämmelser eller riktlinjer av tvingade eller frivillig karaktär, se Byggnormindex, (1979). Med normkrav avses i rapporten krav med ovillkorlig karaktär ställda av myndigheter.

Programkrav framgår av det program som av beställaren har upprättats i ett tidigare skede av byggprocessen. Programkraven bör redovisas på ett enhetligt och strukturerat sätt. Programkrav är absoluta och ovillkorliga krav ur beställarens synpunkt - exempelvis kan krav åberopas från Allmän material- och arbetsbeskrivning, AMA.

Extra programkrav utgörs av de krav som höjer kvaliteten på byggnaden och ingående delsystem och ställs ofta av parterna för att öka värdet av byggnaden. Extra programkrav innebär normalt en ökad kvalitet, men medför även ökade kostnader. De är av karaktären villkorliga krav.

Den lägsta kravnivå som kan accepteras utgörs av uppfyllelse av normkraven samt de ovillkorliga programkraven. Genom de extra programkraven kan kvaliteten höjas till olika nivåer.

Krav kan ställas såväl kvalitativt som kvantitativt. Formulering av krav bör om möjligt innehålla preciseringar av gränsvärden eller intervall varmed kravet kan anses vara uppfyllt. I allmänhet är de kvalitativa kraven svåra att klart ange. De värderas ofta på ett subjektivt sätt. Kravställarna bör ange hur kraven skall verifieras t ex genom att ange provnings- eller beräkningsmetod. Vissa kvantitativa krav är enkla att ange värden för, andra är svårare beroende på om det finns relevanta verifieringsmetoder eller ej. Intervaller eller gränsvärden bör åtföljas av en kommentar som redovisar innebörden av angivet värde - om det är ett medelvärde, normvärde etc.

Ett systemteoretiskt synsätt på byggnaden kan användas för att indela den i systemnivåer. Kraven och egenskaperna bör hänföras till dessa systemnivåer i syfte att möjliggöra jämförelse dem emellan. Krav på en hög systemnivå är ofta av allmän karaktär och bör omformas till krav ställda på en lägre nivå för att möjliggöra verifikation och värdering.

Kraven och egenskaperna bör struktureras och indelas i grupper förslagsvis enligt följande:

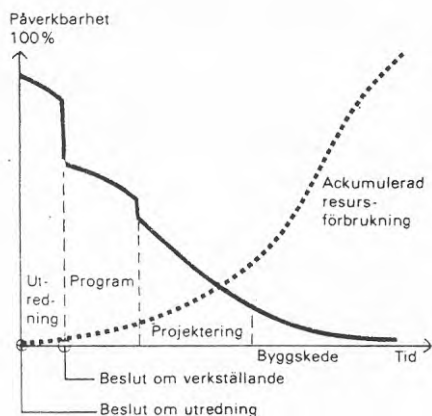
- o ekonomi
- o funktion
- o utformning

Vid ett systematiskt materialval bör de tre grupperna analyseras och även sättas i relation till varandra.

Ekonomi är den av huvudaspekterna som ofta erhåller högsta prioritet och största vikt vid materialval. Utredning av de ekonomiska aspekterna bör omfatta såväl de olika kostnadstyperna såsom anskaffningskostnad, underhållskostnad, driftkostnad och årskostnad som byggnadens kvalitet i relation till kostnaden.

Den största möjligheten att påverka kostnaderna vid val av materialalternativ finns i början av projekteringen, se fig.48. Projektören skall styra materialvalet så att det hamnar inom uppställda budgetramar. Detta kan utföras genom att för respektive materialalternativ göra en ekonomisk sammanställning redovisande bl a:

- o kostnadspåverkbara faktorer
- o kapital-, underhålls- och driftkostnad
- o årskostnad
- o styrande låneregler



Fig, 48, Möjligheterna att påverka kostnaden för ett projekt avtar med tiden, enligt Handboken Bygg Del E (1982).

Kostnadsinformationen utgör en viktig del av beslutsunderlaget vid materialval. Den sammanställs i en lämplig kalkyl beroende på kostnadstyp och önskad detaljeringsgrad. Kalkyler som upprättas vid materialval bör vara av typ överslagskalkyl i projekteringskedets första fas, för att under de senare projekteringsfaserna övergå till mer detaljerade kalkyler.

Syftet med kalkylerna som upprättas under projekteringen varierar. Det kan exempelvis vara

- att beräkna den totala projektkostnaden
- att beräkna anskaffnings-, underhålls- och driftkostnader
- att ekonomiskt dimensionera alternativa tekniska lösningar
- att värdera alternativa tekniska lösningar
- att värdera tilläggsinvesteringar
- att värdera ändringar av programkrav
- att utföra kontrollkalkyler

Vid materialval bör årskostnadskalkyler utföras. Detta för att en jämförelse över tiden mellan materialalternativen skall vara möjlig att göra. Årskostnaden består av kapital-, underhålls- och driftkostnad och beräknas utifrån brukstid, underhållsintervall och kalkylränta, se fig.49. De årskostnadskalkyler som vanligtvis används är nuvärdesmetoden och annuitetsmetoden. Enligt Arthursson, A. Sandsten, S. (1981) definieras nuvärde som "framtida betalnings diskonterade värde idag" och annuitet som "summan av ränta och amorteringar för varje år vid betalning av lån". Årskostnaderna kalkyleras i första hand med annuitetsmetoden för byggnadsdelar som byts ut med jämna intervall under byggnadens brukstid och med nuvärdesmetoden vid varierande underhållsintervall eller då kostnaderna varierar under brukstiden. Intervalltal för underhåll och uppskattade livslängder för olika byggnadsdelar redovisas exempelvis av Arthursson, Sandsten. Underhållsintervall redovisas även av Sjöström, C. Svennerstedt, B. Tolstoy, N. (1982). Dessa rapporter kan användas vid materialval för att kalkylera årskostnaden samt den där ingående underhållskostnaden. Vid materialval bör en utförd årskostnadskalkyl leda fram till att en förbättrad jämförelse kan utföras emellan materialalternativens ekonomiska "egenskaper" över tiden.

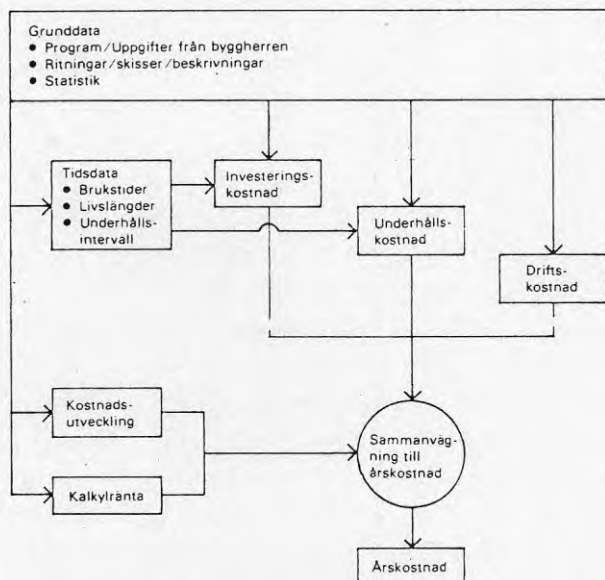


Fig. 49, Flödeschema för årskostnadsberäkning enligt BFR-rapport R 104:1980.

Utredning av de ekonomiska aspekterna bör omfatta låneregler och försäkringspremier för respektive materialalternativ. I byggandet hävdas det att lånereglerna hindrar optimalt utnyttjande av byggnadsmaterial och tekniska lösningar samt byggande med avseende på ekonomi över längre tid. Byggnadsstyrelsen har genomfört ett projekt för att få underlag för en eventuell ändring av lånereglerna som tar hänsyn till drift- och underhållskostnader, se Sjöström-Hedge, I. (1981). Slutsatserna är bl a att det för ytterväggar inte finns något direkt samband mellan höga investeringskostnader och låga totalkostnader samt att lånesystemet med avseende på ytterväggar bör möjliggöra användandet av material med låga totalkostnader. Med begreppet totalkostnader avses investeringskostnad samt det diskonterade värdet av underhållskostnaderna. Sjöström-Hedge framhåller att produktvalet även är beroende på en mängd faktorer som exempelvis estetik och anknytning till lokal byggtadition. En viktig ekonomisk delaspekt vid materialval är brandförsäkringspremien - speciellt viktig för projektering av t ex industribyggnader, hotell mm där premien är direkt avhängig materialvalet. Se beräkningsexempel bilaga 3.

Funktionskrav definieras av Tekniska Nomenklaturcentralen (1980) "som kvantifierbart krav på en egenskap hos byggnad, anläggning eller del därav vid bestämd användning, som i möjlig mån är neutral i fråga om material, konstruktion, dimension och arbetsmetod." Funktionskrav på ett system, t.ex. en byggnad, anger vilka prestationer som kravställaren önskar av systemet utan att precisera, i form av produktspecifikationer eller liknande, hur dessa funktionskrav skall ur teknisk synpunkt lösas. Problemet med funktionskrav är främst kvantifieringen och verifikationen av dessa. Projektören bör upprätta en kravspecifikation med avseende på funktionen hos valt system, men för att den skall vara praktiskt användbar måste den ovillkorligen ange med hjälp av vilka metoder de ställda funktionskraven skall verifieras. Problemet utgörs således inte i första hand av att bestämma funktionskraven utan att praktiskt påvisa hur man uppfyller dem. Naturligtvis måste man i ett senare skede och på en lägre nivå, härleda egenskapskrav från funktionskraven. Produktspecifikationer bör upprättas från funktionspecifikationer, för att ett konkret resultat t.ex. en byggnad skall komma till stånd.

Vid materialval kan en sammanställning göras av de egenskap- hos respektive materialalternativ som har betydelse för dess totalfunktion. En checklista, exempelvis CIB Master Lists, över funktioner, påverkningar och egenskaper kan användas för att säkerställa att totalfunktionen behandlas tillfredsställande.

Utformningen omfattar materialalternativens tekniska och arkitektoniska lösning samt kvaliteten hos dessa. Den tekniska lösningen och ekonomin är i särklass de faktorer som tilldrar sig störst intresse då material skall väljas. På direktiv från beställaren har projektören till uppgift att ta fram materialalternativ med en teknisk lösning som till ett minimum av kostnad maximalt uppfyller ställda krav. Varje materialalternativ kan i allmänhet endast till viss del uppfylla ställda krav. Tyngdpunkten bör läggas på följande delaspekter:

- o teknisk lösning (T)
- o arkitektonisk lösning (A)
- o samordning mellan T och A
- o när- och ytteromgivningens verkan på T och A
- o kvaliteten hos T och A

Förståelse för olika projektörers arbetsuppgifter och värderingar samt en god samordning är en nödvändig förutsättning för ett bra materialval.

Den tekniska lösningen omfattar val av arbetsmetod, konstruktions- sätt och material. Dessutom tillkommer dimensionering. Vilka tekniska lösningar som är möjliga varierar med många faktorer, av vilka en del är påverkbara för projektören, andra inte. I den första fasen av projekteringen läses vissa tekniska lösningar genom att projektören väljer ett visst byggsystem. Så t.ex medför val av stomkonstruktion att senare materialval beträffande byggnadsdelar och komponenter fastläses till en viss del.

Den arkitektoniska lösningen omfattar bl a yt- och volymutformning samt val av färg och struktur. Den estetiska utformningen utgör en stor del av den arkitektoniska lösningen. Den är svår - för att inte säga omöjlig i många fall att kvantifiera. Värde- ringen är ofta subjektiv, vilket medför att estetiska aspekter inte kan behandlas på ett likartat sätt som övriga aspekter.

Aspekter som är enkla att kvantifiera eller kvalitativt värdera beaktas därför ofta i högre grad vid materialval eftersom de är lättare att hantera för beslutsfattare.

3.3.4 Materialvalshjälpmedel

"Vanligt sunt förnuft är inte särskilt vanligt".

Voltaire

Idag saknas det användbara materialvalshjälpmedel speciellt utarbetade för projektörer. I materialvalsarbetet använder de sig av egna erfarenheter, diskussioner med kolleger och information från tillverkare på ett mindre systematiskt sätt. Det sunda förnuftet har haft stor betydelse och s k "sunt" förnuft bör även i fortsättningen karakterisera varje systematiskt utarbetat materialvalshjälpmedel.

Vid materialval är det främst olika former av krav- och egenskapsredovisningar som utgör de centrala hjälpmedlen. Utformningen av dessa är starkt beroende av målsättningen med materialvalet och avsatta resurser för detta. Exempel på krav- och egenskapsredovisningar redovisas i avsnitt 2 och bilaga 1.

Checklistor är ett annat materialvalshjälpmedel vars huvudsakliga funktion är att vägleda och uppmärksamma projektören på kritiska faktorer. Checklistorna framtagas ofta av företag, t.ex byggnadsmaterialtillverkare, för något specifikt område. Syftet är ofta att säkerställa rätt användning av material, installationssystem, etc. De kan vara utformade på många sätt från enkla listor med kritiska faktorer till mer systematiskt strukturerade uppställningar, vilka är avsedda för byggnader och ingående system och som behandlar funktion, påverkningar samt krav och egenskaper. Exempel på de sistnämnda är

- o CIB Master Lists ^{*}(1972)
- o Kontrollistor för tekniska utredningar (1977)

*Ny utgåva (1983) är under tryckning.

Ett annat exempel på checklista är den som Egnell, S. Larsson, L, (1981) har utarbetat för byggande i u-land. Checklistan är en sammanställning av nödvändiga kriterier då ett tillgängligt och användbart materialalternativ söks för speciella förhållanden. Kriterierna är indelade i sociala, klimatiska, hygieniska samt ekonomiska aspekter.

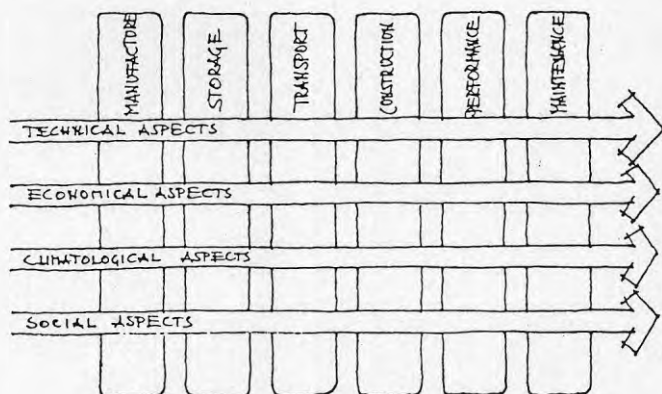


Fig. 50, Redovisar olika skeden och aspekter som bör beaktas vid byggande i u-land, enligt Egnell, S, Larsson, L, (1981).

En sammanställning av informationen bör utföras som möjliggör att "rätt" information kan erhållas vid materialval såväl för projektering som för drift, underhåll och förvaltning.

Detta kan ske i form av en informationsmanual för byggnaden. I manualen kan noteringar göras angående de förutsättningar som gäller samt de krav och påverkningar som är kritiska för byggnaden och ingående system.

Manualerna kan bl a användas som underlag för:

- o val mellan installationer, konstruktioner, material etc
- o produktspecifikationer, såsom
 - ritningar
 - beskrivningar
 - mängdbeskrivningar
 - tekniska beskrivningar
 - förteckningar
 - kravlistor osv
- o instruktioner och beskrivningar
- o förvaltningsinstruktioner och beskrivningar
- o underhållsplaner
- o erfarenhetsåterföring

Värdering har behandlats i avsnitt 2, där olika metoder såsom värdeanalys med användning av krysscheman och T-scheman samt utvärdering enligt Egnell, S, Larsson, L, (1981) redovisats, se även bilaga 1 och bilaga 2.

Värdering är ett centralt område inom materialvalsproblematiken. Att väga samman olika värden för att korrekt kunna värdera dessa utgör ett av problemen. Krav och egenskaper måste värderas, för att beslut skall kunna fattas i en materialvalssituation. Jansson, L-E, (1975), anger att följande metoder för värdering av krav brukar användas:

- o Beräkningsmetoder baserade på vetenskapliga principer och mätningar.
- o Empiriska metoder:
 1. Värdering medelst principer som bygger på lång erfarenhet.
 2. Undersökning i fullskala.
 3. Simuleringsteknik.
- o Ekonomisk värdering.
- o Metoder baserade på sociala vetenskaper.
- o Expertutlåtande.
- o Ställningstagande baserat på viss erfarenhet.
- o Ställningstagande baserat på otillräcklig erfarenhet.

3.4 Slutsatser

Materialvalsproblematiken är som framgår mycket sammansatt. Materialval sker vid olika skeden i byggprocessen, på olika nivåer, av olika beslutsfattare och med skiftande beslutsunderlag. Att utveckla en metod, som är giltig i alla situationer är omöjligt. Snarare är det ett angreppssätt man kan ange - ett angreppssätt, som är så generellt att det kan gälla för skiftande situationer. Det gäller att strukturera materialvalsproblemet - vilket kan ske med t.ex. ett systemteoretiskt angreppssätt. Det gäller också att så fullständigt som möjligt kartlägga alla krav. Information om egenskaper hos materialalternativ måste vara så presenterade att en jämförelse med ställda krav är möjlig. Datatekniken kommer här att spela en stor roll, vilket även medför att projektörrollen kommer att påverkas. Förmågan att samordna och utnyttja tillgänglig information kommer att i framtiden bli viktigare än specialkompetens.

Projektörens uppgift förändras ständigt, vilket leder till att förändrade krav ställs på honom/henne. Det sker som nämnts genom datorutvecklingen men också genom att materialindustrin utvecklar sig mot mer färdiga lösningar och sammansatta konstruktioner. Produktutveckling leder till nya materialkombinationer och tekniska lösningar. Även här krävs en utveckling av arbetsmetoder vid materialval samt metoder för provning och redovisning av egenskaper. Förändringar leder också till nya ansvarsförhållanden och mer utvecklat kvalitetstänkande.

Det sker även en snabb förändring av byggnadstekniken till följd av en förändrad omvärldssituation såsom energisituationen, material- och arbetskostnadsutvecklingen, behovsförändringar mm. Kraven förändras därmed och materialvalskonsekvenser blir svårare att överblicka. Möjligheter till förändring, underhåll och utbyte av föråldrade material och komponenter blir allt viktigare. Livslängdsanalyser blir nödvändiga som underlag för att konsekvenser skall kunna överblickas.

3.4.1 Slutsatser - information

För att möjliggöra en utveckling av datorbaserad information i syfte att lättare få fram önskat beslutsunderlag vid materialval krävs god kännedom om begrepp, enhetlighet vad gäller klassifikation och kodning samt utbildning att använda utvecklade informationssystem. Databanker som redan finns borde utnyttjas mer effektivt och nya byggas upp innehållande information om egenskaper, provningsmetoder etc. Erfarenhetsåterföring kan underlättas genom datorstöd, vilket medför att man kan få ett bättre grepp om skötsel-, underhålls- och livslängdsproblematiken för olika material.

3.4.2 Slutsatser - materialvalsteorier

Teorier har främst utvecklats för produktutveckling inom mekan- och konstruktionsområdena. Den kunskap som där har byggts upp bör även till viss del kunna användas inom byggandet. Teorierna är ofta mycket materialspecifika varför en mer övergripande teoribildning som snarare omfattar byggnaden (byggsystem, byggnadsdelar och komponenter) än det specifika materialet behöver utvecklas.

Systemvetenskaperna är av stort intresse för en teoribildning inom materialvalsområdet. Speciellt värdefullt är de genom synsättet att betrakta helheten, strukturen och relationen mellan delarna istället för att endast ta hänsyn till delarnas egen

3.4.3 Slutsatser - produktutveckling

Materialval kan dels innebära val bland kända materialalternativ dels utveckling av nya alternativ som bättre satisfierar ställda krav. I det senare fallet ingår materialval som en integrerad del av produktutvecklingsprocessen. Den karakteriseras i större utsträckning av ett mer omfattande samarbete med tillverkare, produktionstekniker, konstruktörer och marknadsförare än det materialval som utförs bland redan kända materialalternativ. Materialval vid produktutveckling omfattar även fler steg i valprocessen. Exempelvis måste en prototyp tas fram, som även kräver utvärdering. Därefter måste en provserie tillverkas samt

en driftutvärdering utföras. Som sista steg kan därefter det definitiva materialvalet ske. Materialval vid produktutveckling inom byggandet kan främst användas på komponentnivå.

3.4.4 Slutsatser - krav och egenskaper

Krav och egenskaper är centrala begrepp vid materialval. Att från det program, som har upprättats i ett tidigare skede av byggprocessen, formulera kraven kan medföra problem. Krav kan formuleras som funktionskrav eller krav på teknisk lösning.

Det är viktigt att gapet mellan teori och verklighet överbryggas. Därför bör performansbegreppet, som ur kvalitets- och funktionsynpunkt är viktigt, praktiskt förankras inom byggandet. Performans synsättet och performansmetodiken bidrar till att bilda ett hjälpmedel för formulering av krav på funktionsbasis. Man måste utveckla en metodik för att överföra övergripande funktionskrav till krav på egenskaper hos de enskilda systemdelarna, såsom byggnadsdelar och byggmaterial.

För att möjliggöra för projektörer att arbeta mer systematiskt bör man inom det övergripande angreppssättet utveckla arbetsmetoder och hjälpmedel i form av systematiskt underlag för krav- och egenskapsredovisningar, checklistor för kritiska faktorer mm.

Kravspecifikationer som utarbetas bör klart ange på vilket sätt kraven ställs - krav på funktion eller krav på teknisk lösning - önskad kvantitet och/eller kvalitet samt verifikationsmetod som kan användas för att kontrollera att kravet är uppfyllt. Detta kan medföra problem när kraven är alltför generellt formulerade, när det inte existerar någon provningsmetod, beräkningsmetod eller vedertagen bedömningsmetod för egenskapen varmed kravet skall uppfyllas eller när man inte har härlett egenskapskravet från funktionskravet etc.

3.4.5 Slutsatser - värdering

Värdering är en komplicerad process beroende på att värdering kan utföras på olika sätt och utifrån olika kriterier. Den sker under hela byggprocessen och med olika noggrannhetskrav.

Värdeanalys baserar sig på ett funktionstänkande - huvudfunktion kontra bifunktioner eller bruksfunktion kontra attraktivitetsfunktioner. En fullständig värdeanalys är mycket resurskrävande.

Värderingshjälpmedel utgörs av olika provningsmetoder, beräknings- och bedömningsmetoder. Resultaten från dessa utgör beslutsunderlag vid värdering. Idag saknas det värderingsmetoder och värderingshjälpmedel speciellt utvecklade för olika värderingssituationer vid materialval.

3.4.6 Slutsatser - beslut

Materialval karakteriseras av en komplicerad gruppbeslutsprocess involverande projektörer och övriga parter såsom byggare, brukare och myndigheter. Beslutsprocessen är specifik för varje projekt. Vid materialval är det viktigt att ha klart för sig hur beslutsprocessen fungerar och hur den kan påverkas i syfte att "rätt" material väljs t.ex. med avseende på beständighet.

Metoder för konsekvens- och beslutsanalys med tillämpning inom materialvalsområdet bör vidareutvecklas.

3.4.7 Slutsatser - kostnad

Det är särskilt viktigt att drift- och underhållskostnader samt årskostnadsresonemang mer läggs till grund för materialval. Att systematiskt tillämpa årskostnadskalkyler och underhållsplaner medför minskade kostnader. Årskostnaden för materialalternativet är således en viktig ekonomisk "egenskap" vid val av material.

4. MATERIALVALSMETOD

Materialval kan utföras passivt eller aktivt. Passivt materialval innebär att projektören väljer materialalternativ slumpmässigt eller av tradition utan att systematiskt analysera ställda krav. Aktivt materialval däremot grundar sig på systematiskt upprättade krav- och egenskapsredovisningar.

Passivt materialval

Krav: Uppfyllelsegrad:

	1	2	3	4	5
1.			?		
2.			?		
3.			?		
4.			?		
5.			?		

Aktivt materialval

Krav: Uppfyllelsegrad:

	1	2	3	4	5
1.	■	■	■		
2.	■	■	■		
3.	■	■	■	■	
4.	■	■	■	■	■
5.	■	■	■	■	■

Fig. 51. Passivt och aktivt materialval. Egenskapsprofilen för resp. materialalternativ visar uppfyllelsegraden av ställda krav.

4.1 Aktivt materialval

Aktivt materialval innebär problemlösning.

Aktivt materialval vid projektering av hus baserar sig på det program som har utarbetats i ett tidigare skede av byggprocessen. Från programmet formulerar projektörerna problemet. Vid materialval består de i att välja bland en mängd materialalternativ på olika systemnivåer.

Aktivt materialval innebär att projektörerna väljer materialalternativ med avseende på givna ramar såsom t.ex. budgetram och tidsplan. Gränserna för materialvalet måste vara fastställda, för att ett optimalt materialval skall kunna genomföras.

Aktivt materialval bör basera sig på en systematisk arbetsmetod innehållande en kravspecifikation och egenskapsredovisningar

som är enhetligt strukturerade och relaterbara till varandra.

Materialalternativens grad av kravuppfyllelse kan erhållas genom bedömning och värdering av resultat från provningar och/eller beräkningar.

Aktivt materialval innebär att projektören inhämtar information som är relevant och tillförlitlig för respektive fas av projekteringskedet och som kan ligga till grund för materialvalsbesluten.

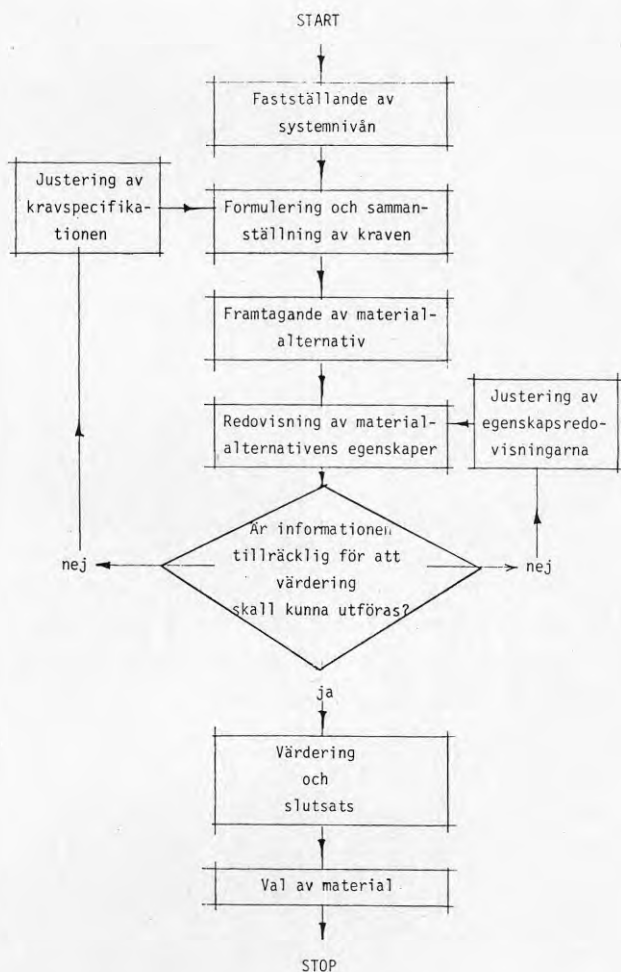


Fig. 52, Flödesschema för materialval.

PASSIVT MATERIALVAL

- ATT VÄLJA SLUMPVIS
- ATT VÄLJA AV TRADITION

AKTIVT MATERIALVAL

- ATT VÄLJA PÅ BAS AV KRAV:
 - att välja det materialalternativ som uppfyller störst antal ställda krav.
 - att välja det materialalternativ som är mer * ekonomiskt fördelaktigt bland tänkbara materialalternativ.
 - att bland de materialalternativ som uppfyller de * ekonomiska kraven välja det materialalternativ som uppfyller störst antal övrigt ställda krav.

* Istället för att prioritera de ekonomiska kraven kan det göras för andra typer av krav såsom funktionskrav och utformningskrav. Prioriteringen är beroende på målsättningen för materialvalet.

Olika vikter kan tilldelas kraven och sammanvägningar göras för att en mer rättvis bedömning av resp. kravs betydelse skall kunna göras.

Projektören bör vid materialval arbeta med hjälpmedel i form av:

- o Kravspecifikationer
- o Egenskapsredovisningar
- o Checklistor

Kravspecifikationer bör vara indelade med avseende på ekonomi, funktion och utformning samt upprättade på relevant systemnivå - byggsystem-, byggnadsdels- eller komponentnivå. Kravtyp och kravnivå - intervall eller gränsvärde varmed kravet kan anses vara uppfyllt - samt användbara verifikationsmetoder bör även anges.

Egenskapsredovisningarna bör vara samordnade med kravspecifikationen, för att underlätta jämförelsen dem emellan. De bör redovisa kvalitativa och/eller kvantitativa värden på materialalternativens egenskaper, i den mån det ställs krav på dem. De verifikationsmetoder som har använts måste redovisas.

Checklistor bör användas som ett komplement till kravspecifikationer och egenskapsredovisningar. Vid materialval är checklistor framförallt en tillgång för att kontrollera att inte någon väsentlig kritisk aspekt har förbisetts.

En systematisk arbetsmetod bör tas fram för att underlätta för projektören vid materialval, framförallt vid projektering av hus. Den bör basera sig på

- o systemindelning av byggnaden
- o kravspecifikation och egenskapsredovisningar
- o jämförelse mellan materialalternativens egenskapsvärden och ställda krav
- o värdering och beslut

4.2 Identifiering av system

Byggnaden kan indelas i systemnivåer enligt fig. 53. Materialval förekommer på alla nivåer men ett val på högre nivå styr ofta valen på lägre nivå. Det är därför viktigt att först identifiera och analysera helheten - byggnaden och byggsystemen och därefter delenheter - byggnadsdelarna och komponenterna. Systemets omgivning, dvs alla förutsättningar för byggnadsverket i stort, såsom beställarens krav, organisation, normkrav, yttre miljö, ekonomiska förutsättningar etc ger systemgränser, som noggrant måste klarläggas. Därefter bör man utreda byggnadens utformning - såväl den tekniska som den arkitektoniska utformningen - i stort, samverkan mellan delsystemen samt hur byggsystemen som helhet samverkar med omgivningen, istället för att direkt gripa sig an de enskilda delsystemen.

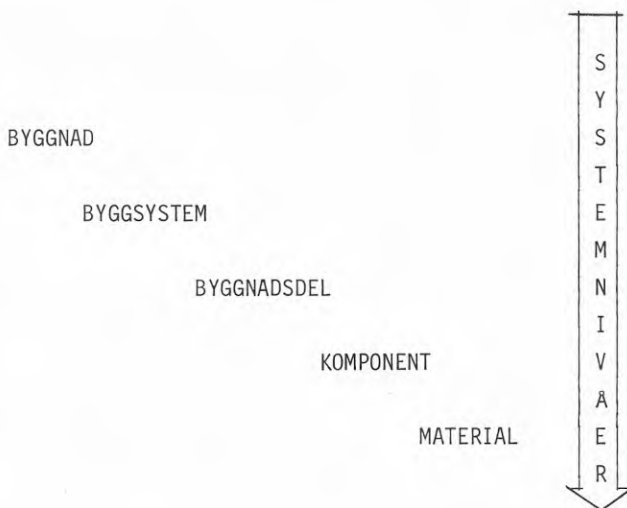


Fig. 53. Systemindelning och systemavgränsningar vid materialval.

Uppdelning i systemnivåer möjliggör en systematisk strukturering av materialvalsarbetet. Påverkans- och konsekvensanalyser kan genomföras för de olika systemnivåerna samt krav och egenskaper redovisas.

Varje systemnivå påverkas av och påverkar över- respektive underliggande nivå. Ett exempel på identifiering av delsystem, samt hur det påverkas av respektive påverkar sin omgivning ges för systemnivån byggnadsdel i fig. 54.

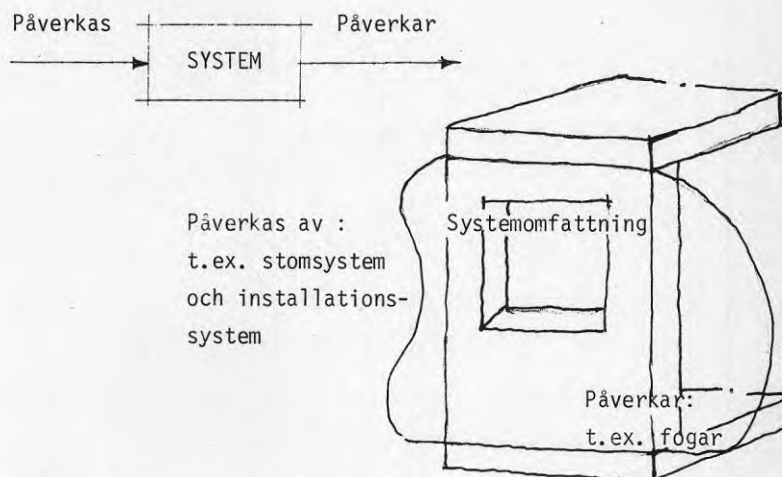


Fig. 54. System - byggnadsdel.

Byggsystem avser byggnadens tekniska och arkitektoniska system såsom bärande och avskiljande system samt anslutnings- och försörjningssystem. Det innehåller en mängd olika delsystem, vilka utgör delenheter som karakteriserar systemets helhet. I denna rapport avses med begreppet byggsystem / del av byggnad med klart definierad funktion innehållande delsystem såsom byggnadsdelar och komponenter. Transport-, montage- och produktionssystem liksom t ex byggorganisationens administrativa system, ingår i detta sammanhang i byggsystemets omgivning.

Byggnadsdel avser enhet i byggnad som kan avgränsas med avseende på sin funktion och utgöra delsystem i ett byggsystem. Byggnadsdelar är exempelvis bjälklag, ytter- och innerbäggjar, ytter- och innertak, dörr och fönster.

Komponent avser enhet i byggnadsdel som även den kan avgränsas med avseende på sin funktion och utgöra delsystem i ett byggsystem. En komponent har entydiga mått i tre dimensioner.

Val på nivå byggsystem

Det materialval som först utförs på systemnivån byggsystem är val av stomsystem. Stomsystemvalet är ofta förbundet med val av installationssystem. Dessa materialval är de mest genomgripande för byggnaden och för den fortsatta verksamheten. Stommen skall motsvara ställda krav - framförallt med avseende på bärförmåga, styvhet, brandsäkerhet och beständighet. Bedömningen kan som tidigare nämnts ske med avseende på ekonomi, funktion och utformning samt övriga faktorer som bedöms som väsentliga.

Enligt Handboken Bygg del E, (1982), svarar byggnadsstommen för ett flerbostadshus inkl grundkonstruktioner för 15 - 25% av den totala byggnadskostnaden. Handboken ger även exempel på övergripande faktorer som påverkar stomvalet. Dessa faktorer är följande

- o funktionskrav
- o flexibilitet
- o generalitet
- o grundförhållanden
- o brandsäkerhet
- o miljöförhållande
- o byggnadsstil
- o ekonomi

Materialvalet vid stomsystem gäller dels stomtyp dels stommaterial.

Stomtyp, exempel:

Bärande väggar
 Pelarsystem
 Ramar
 Bågar, valv, skal, häng-
 veckkonstruktioner,
 rymdfackverk

Stommaterial, exempel:

Betong
 Stål
 Trä
 etc.

Fig.55. Val av material för stomsystem.

Då ett tillräckligt stort antal stomsystemalternativ har tagits fram, bör respektive stommes egenskaper utvärderas mot ställda krav. Värdering kan bestå utav i sin enklaste form projektörens egna synpunkter till att referensgrupper värderar varje faktor. Provnings- och beräkningsmetoders resultat kan utgöra underlag. Projektören bör därmed ha beslutsunderlag omfattande en kravspecifikation och egenskapsredovisningar för respektive stomalternativ samt en jämförelsetabell. Valet kan nu göras. För att underlätta valet på nästa systemnivå bör man tänka igenom och notera de konsekvenser systemvalet ger för lägre nivåer. Genom fullständig dokumentation kan erfarenheter från valet komma till användning för framtida materialval.

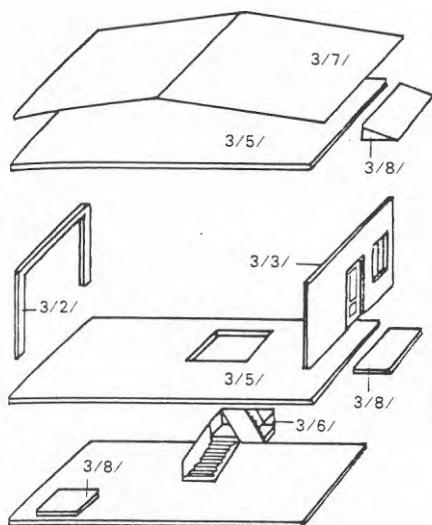
Val på nivå byggnadsdel

På systemnivån byggnadsdel utförs materialval som karakteriseras av stor komplexitet. Detta beror på mängden kombinationsmöjligheter av i byggnadsdelen ingående komponentalternativ. Dessutom inverkar anslutnings- och försörjningssystemen i hög grad på komplexiteten. BSAB-systemet, (1972) indelar hus enligt fig. 56.

Härnedan diskuteras som exempel materialval för några byggnadsdelar. De krav som anges är också att se som exempel. Fullständiga kvalitativa kravanalyser kan i aktuellt fall göras enligt CIB Masterlists (1972).

Val av vägg är beroende på om väggen är en inner- eller yttervägg samt om den är bärande eller icke-bärande. Övriga krav som framförallt ställs är med avseende på klimatskydd, brandskydd, ljudskydd etc.

Olika väggar har olika utformning beroende på ingående material, stomsystem, anslutande delar, omgivande klimat etc. Funktionskraven bör omformas till egenskapskrav, vilka leder fram till att en viss teknisk och arkitektonisk lösning väljs.



- 3/2/ Bärverk
- 3/3/ Väggar
- 3/5/ Bjälklag
- 3/6/ Trappor
- 3/7/ Yttertak
- 3/8/ Husbyggnadskompl.

Fig, 56, BSAB-systemets indelning av byggnadsdelar enligt Handboken Bygg del H (1982).

Val av bjälklag är beroende på krav ställda bl a på bärförmåga, styvhet, brandtålighet, ljud-, värme och vattenisoleringsförmåga beständighet mm. Även krav på kanal- och ledningsdragning för vatten-, avlopp, värme- och el-ledningar har betydelse vid val av bjälklagstyp.

Val av yttertak är beroende av krav på säkerhet mot brott, styvhet och beständighet etc. Yttertak har olika form bl a beroende på verksamheten i byggnaden, estetisk utformning etc.

Materialval för yttertak innebär val av dels takform eller takkonstruktion dels takmaterial, dock inte bärverk som kan hänföra till systemnivån i byggsystem.

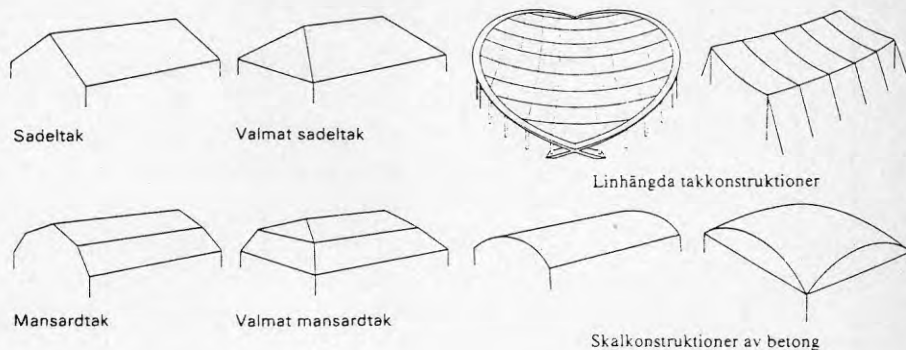


Fig. 57. Takformer och takkonstruktioner enligt Handboken Bygg H, (1982).

Val av trappor styrs framförallt av föreskrifter i Svensk Byggnorm. Säkerhetsaspekten är av stor betydelse såväl ur hållfasthets- som skyddssynpunkt exempelvis för brandskydd och olycksriskydd. SBN anger bl a att en trappa skall ha tillräcklig bredd och lämplig stigning. Den skall om så behövs även ha ledstäng och räcke. Vid val av trappor måste projektören bl a välja:

- o trapptyp - ex. rak eller svängd trappa
- o material - ex. betong eller stål samt
 beklädnadsmaterial
- o tillverkning - ex. förtillverkad eller platsgjuten

Val på nivå komponent

Komponenter är de ingående delarna i en byggnadsdel, dvs olika typer av byggskivor, reglar av stål och trä, isoleringsmaterial mm. Systemnivån under komponentnivån utgörs av materialnivån.

Materialvalet kompliceras av att det på marknaden finns ett stort sortiment att välja på för de olika komponentalternativen. I de redovisningar som görs avseende krav och egenskaper är det viktigt att hänsyn tas till beständighet, möjligheter för underhåll, utbytbarhet etc så att man säkerställer framtida funktion.

4.3 Förslag till materialvalsmetod - "MVAL"

Den systematiska arbetsmetoden "MVAL" är framtagen för att underlätta för projektörerna vid materialval, framförallt vid projektering av hus. Arbetsgången för "MVAL" kan sammanfattas i följande steg:

1. Fastställ systemnivån.
2. Sammanställ en kravspecifikation.
3. Ta fram tänkbara materialalternativ.
4. Välj ut ett fåtal " " .
5. Utför egenskapsredovisningar för de materialalternativ som har valts ut för närmare granskning.
6. Sammanställ kravspecifikationen och egenskapsredovisningarna i en utvärderingstabell.
7. Utför en detaljerad jämförelse och värdering för de materialalternativ som bäst satisfierar ställda krav enligt steg 6.
8. Välj det mest fördelaktiga materialalternativet.
9. Utvärdera materialvalsprocessen steg för steg i syfte att säkra den erfarenhet som gjorts.

Härefter följer en kort beskrivning av varje steg i materialvalsprocessen:

Steg 1: Byggnaden kan indelas i system. Över- respektive underordnade system, vilka har samband med varandra. Byggnaden kan indelas i systemnivåer avseende byggsystem, byggnadsdelar och komponenter. Steg ett innebär fastställande av systemnivå för vilket materialvalet sker. Konsekvenser för över- respektive underordnade system bör även utredas.

BYGGSYSTEM
 BYGGNADSDEL
 KOMPONENT

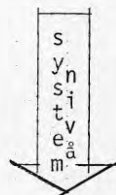


Fig. 58, Systemnivåer vid "MVAL".

Steg 2: "MVAL" baserar sig på att en kravspecifikation upprättas på relevant systemnivå. Man behöver oftast komplettera en kravspecifikation som är upprättad på en hög systemnivå med kravspecifikationer på de lägre nivåerna för att en jämförelse mellan krav och egenskaper skall vara möjlig att utföra. Kravspecifikationen kan utformas enligt bil.1 och innehålla följande delar:

- o systemnivå
- o önskad uppfyllelsegrad, anges t ex med siffror i en skala 1-5. Därigenom kan även en kravprofil upprättas. (Även symboler i form av pilar och andra figurer kan användas).
- o kravtyp, anger om kravet är norm-, program- eller extra programkrav.
- o kravnivå, anges med gränsvärden eller som intervall, kvantitativt och/eller kvalitativt redovisande varmed kravet skall anses som uppfyllt. Hög kravnivå sammanhänger med uppfyllelse av extra programkrav.
- o verifikationsmetod anges. Den kan bestå av bedömning, beräkning och/eller provning. Metoden bör anges så detaljerat som möjligt, t ex med standardiserad provningsmetod SS XX XX XX.

Steg 3 och 4: Därefter framtages ett antal materialalternativ. Det kan ske med hjälp av projektörens och kollegers erfarenhet samt med hjälp av metoder för styrt och/eller fritt idéskapande. Exempel på styrt idéskapande är att från listor med tänkbara materialalternativ för användningen ifråga, välja ut ett antal alternativ. Fritt idéskapande är t ex brainstorming, Osborns idésporre etc. vilka kan leda fram till att nya materialalternativ framtages eller att redan utvecklade alternativ behovsanpassas.

Bland de materialalternativ som framtages utväljes ett fåtal för närmare granskning dvs, att egenskapsredovisningar för dessa upprättas. När man väljer ut materialalternativen utgörs ett hjälpmedel av en tabell där projektören för in respektive materialalternativs för- och nackdelar. Lämplighetstabellen kan utformas enligt bilaga 1.

Steg 5: På liknande sätt som för krav kan egenskaperna för de utvalda materialalternativen redovisas. Egenskapsredovisningen kan utformas enligt bil. 1 och innehålla följande delar:

- o systemnivå
- o egenskapsvärden, vilka om möjligt bör redovisas med en vägledande kommentar, upplysande om värdet är att betrakta som ett medelvärde, normvärde etc eller annan information av stor betydelse.
- o uppfyllelsegrad, egenskapsvärdet bedömt i relation till ställda krav. Därigenom kan en egenskapsprofil upprättas.
- o verifikationsmetod anges, vilken kan bestå av bedömning, beräkning och/eller provning. Metod bör anges så detaljerat som möjligt. Om provning använts är det även viktigt att redovisa förhållanden och faktorer som kan ha påverkat provningsresultatet.

Värderingen vid "MVAL" utgörs dels av värdering av de utvalda materialalternativen dels av en utvärdering av materialvalsprocessen.

Passiv värdering:

Utförs genom att projektören "värderar" materialalternativen slumpmässigt.

Värderingshjälpmedel:

?

Aktiv värdering:

Utförs genom att projektören och/eller experter värderar hur väl materialalternativets egenskapsvärde motsvarar ställda krav.

Värderingshjälpmedel:

provningsmetoder
beräkningsmetoder
bedömningar

Fig. 59. Passiv och aktiv värdering av materialalternativ vid materialval.

Steg 6: En jämförande sammanställning av kravspecifikationen och egenskapsredovisningen bör därefter göras. Det kan ske i form av en utvärderingstabell, vars syfte är att särskilja de materialalternativ, som kan komma ifråga för en mer detaljerad värdering. Den bör överskådligt visa på hur varje utvalt material alternativ uppfyller ställda krav. Utvärderingstabellen kan utformas enligt bil. 1 och innehålla följande delar:

- o systemnivå
- o kravprofil, enligt kravspecifikationen (steg 2)
- o utvalda materialalternativ (enligt steg 4)
- o egenskapsprofil, enligt resp. materialalternativs egenskapsredovisning (steg 5).

Steg 7 och 8: Bland materialalternativen i utvärderingstabellen, utväljs de mer intressanta alternativen för en utförligare värdering. Den utförs genom att jämföra respektive materialalternativs egenskapsvärden mot ställda krav kvantitativt och/eller kvalitativt samt genom att ge en värderande slutsats, vilket beslut kan grunda sig på. Värderingen baserar sig på, för respektive systemnivå, kravspecifikationen "MVAL" samt de egenskapsredovisningar "MVAL" som har upprättats för dessa materialalternativ.

Slutligen sker val av det mest fördelaktiga materialalternativet.

Steg 9: Utvärdering av materialvalsprocessen steg för steg. En helhetsvärdering av utfört materialval är viktig att genomföra. Syftet är att säkerställa erfarenheterna från stegen i materialvalsprocessen.

5 BEHOV AV FORTSATT ARBETE

Det förslag till arbetsmetod för materialval, som anges i rapporten, bör prövas i praktiska materialvalssituationer. Syftet skall vara att utveckla metoden så att den blir ett effektivt hjälpmedel då det gäller att välja material. Samtidigt bör man mera noggrant undersöka var i byggprocessen valsituationer uppstår, vilka som medverkar i eller som på annat sätt påverkar besluten samt hur beslut fattas etc. Arbetet bör ha som slutmål att en stor del av materialvalsarbetet skall kunna utföras med hjälp av datorer. Det innebär att speciella dataprogram bör utvecklas för de olika materialvalssituationerna i byggprocessen.

5.1 Grundläggande teoribildning

Rapporten visar på behov av att utveckla och testa en mer generell urvalsmodell baserad på ett systemteoretiskt angreppssätt. Närliggande teori bör studeras närmare, för att kunna användas på ett praktiskt sätt i byggprocessen. Det gäller framförallt teorier och analyser såsom systemteori och besluts-, konsekvens- och riskanalys. Genom att utveckla metoder för påverkan- och konsekvensanalyser anpassade till materialvalssituationen kan man öka säkerheten mot att felaktiga materialval sker på kritiska ställen i byggnader.

5.2 Redovisning av krav och egenskaper

Sättet att redovisa krav och egenskaper i form av specifikationer, redovisningar och profiler bör prövas i olika materialvalssituationer i byggprocessen. Ett centralt problem är att omforma funktionskrav till egenskapskrav formulerade på en sådan nivå att jämförelser med aktuella materialalternativs egenskaper kan utföras. Detta problem måste angripas och lösas på ett praktiskt sätt. Performanstänkandet i byggandet kan vara ett hjälpmedel, och bör göras praktiskt tillämpbart. Metoder för att verifiera egenskaperna bör vidareutvecklas.

5.3 Testa teoretiska "verktyg"

Teoretiska "verktyg" utgörs av olika former av kravspecifikationer, kravprofiler, egenskapsredovisningar, egenskapsprofiler, lämplighetstabeller, utvärderingstabeller etc. Inom ramen för arbetsmetoden bör dessa "verktyg" prövas i olika materialvalssituationer samt därefter utvärderas och vidareutvecklas. De bör utvecklas för olika byggnadstyper med hänsyn till tillgängliga informationssystem och informationshjälpmedel såsom klassificering och kodning. De teoretiska "verktygen" bör även till viss del utformas med hjälp av datastöd, i syfte att effektivisera materialvalsarbetet.

5.4 Värdering

Olika materials värde och kvalitet ur olika synpunkter skall kunna anges på ett så rättvisande sätt som möjligt. Värderingsmetoder bör därför utvecklas för olika materialvalssituationer. Årskostnadsanalyser och livslängdsanalyser utgör viktiga underlag i en värderingssituationer. Kunskaper behövs bl a om faktorer som är avgörande för materials beständighet i olika miljöer.

5.5 Samarbete

Det är viktigt att arbeten med direkta eller indirekta beröringspunkter med materialvalsproblematiken samordnas. Det gäller arbeten som utförs i Sverige och i övriga Norden samt även internationellt.

Direkta beröringspunkter har de arbeten som utförs avseende grundläggande materialvalsteoribildning inom bl a mekan- och konstruktionsområdena samt inom produktutveckling. Även arbeten som utförs inom besluts-, konsekvens- och riskanalys samt inom det ekonomiska området berör materialvalsproblematiken på direkt sätt.

Indirekt berörs materialvalsproblematiken av arbeten som utförs inom bl a områden såsom informatik gällande informationssystem och informationshjälpmedel, begreppssamordning, egenskaps- och kvalitetsbestämning samt beträffande datastöd för byggprocessen (CAD/CAM). Vid materialvalsarbetet kan man även utnyttja de material-

databanken som finns i mån av behov kan man vid materialval inom byggandet behöva utveckla nya eller omforma delar av redan existerande databanker.

Det finns ett stort behov av att samordna nämnda områden för att gå vidare inom materialvalsområdet.

LITTERATUR

- Andersson, A-C, Sentler, L, 1982, Riskanalys av fönster - en metod för utvärdering av krav, (Statens råd för byggnadsforskning), Rapport 43, Stockholm.
- Antoni, N, 1969, Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan, Egenskapskrav på byggnadsdelar, (Statens institut för byggnadsforskning), Rapport 50 - häfte 18, Stockholm.
- Ackoff, R.L, 1971, Operationsanalys, Fjärde Upplagan, Beckmans, Stockholm,
- Ahlin, I, 1976, Projekteringsmetodik - teoriöversikt, (Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för Projekteringsmetodik) Studiehäfte nr 7, Stockholm.
- Arthursson, A, Sandesten, S, 1981, Årskostnadsberäkningar - metoder, (Byggnadsstyrelsen KBS) Rapport 153, Stockholm.
- Baehre, R, Lättbyggnadsteknikens utvecklingskaraktistika, 1978, (Statens råd för byggnadsforskning) Rapport T 17, Stockholm.
- Bengtsson, U, Rydnert, B, 1980, Produktutveckling - Materialval, Problemlösning och konstruktionsstrategier, (Sveriges Mekanförbund), IVF-resultat 80608, Stockholm.
- Bergens, R, Kalldal, A, Stintzing, R, 1979, Metoder för programskrivning som underlag för kostnadsstyrd projektering, (Statens råd för byggnadsforskning) Rapport 33, Stockholm.
- Berglund, I,E, et al, 1969, Vad är operationsanalys? Fjärde upplagan, Aldus/Bonniers, Stockholm.
- Björnsson, H, 1977, Värdeanalys, (Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för Byggnadsekonomi och Byggnadsorganisation), Intern skrift 1977:8, Göteborg.
- Björnsson, H, 1978, Operationsanalys i entreprenadföretag, (Statens råd för byggnadsforskning), Rapport 43, Stockholm.
- BSAB-systemet. 1972, (Byggandets Samordning), Falun.
- Bygginformation, 1973, (Statens råd för byggnadsforskning), Informationsutredning, Stockholm.
- Byggnormindex, 1979.

Churchman, C.W, 1973, Systemanalys, Rabén & Sjögren, Stockholm.

The CIB MASTER LISTS for structuring documents relating to buildings, building elements, components, materials and services, 1972, Report No. 18, Rotterdam, Netherland.

Cronberg, T, 1973, Delsystem och tekniska lösningar i byggnaden. En diskussion om krav och egenskaper med utgångspunkt från brukaren, (Institutionen för byggnadsfunktionslära, Tekniska Högskolan i Lund, Sektionen för Arkitektur), Arbetsrapport 3, Lund.

Cronberg, T et al, 1978, Har brukarna krav? (Statens råd för byggnadsforskning), Rapport 97, Stockholm.

Egnell, S, Larsson, L, 1981, Local Building materials, (Technical information VBB member of SWECO) Stockholm.

Fischmeister, H, Larsson, L-E, 1974, Materialval i mekaniska konstruktioner, (Sveriges Mekanförbund), IVF-resultat 74008, Stockholm.

Fors, B, Karlsson, H, 1977, Kontrollistor för tekniska utredningar. (Svensk byggtjänst) Rapport 1, Stockholm.

Friis, E, 1979, Beskrivning av befintliga lokalers användbarhet för arbetsliv, (Statens råd för byggnadsforskning), Rapport 21, Stockholm.

Försäkringsbolagens regler för byggnadsklassificering, 1981, (FSAB), RUS 108:9.

Gessler, K, Wästlund, H, 1975, Funktion - kostnad vid industribyggnad, (Sveriges Mekanförbund), IVF-resultat 75624, Stockholm.

Gustavsson, L, 1978, Systemteori, (Uppsala Universitet Teknikum). Andra upplagan, Uppsala.

Handboken Bygg, 1981, Del E, Stockholm.

Handboken Bygg, 1982, Del H, Stockholm,

Hammarkvist, K-O, 1973, Lansering och spridning av nya produkter på byggmarknaden, (Ekonomiska Forskningsinstitutet vid Handelshögskolan i Stockholm), Stockholm.

Hill, L-E, 1978, Plaster, Materialval och materialdata, (Sveriges Mekanförbund) IVF-resultat 89203, Stockholm.

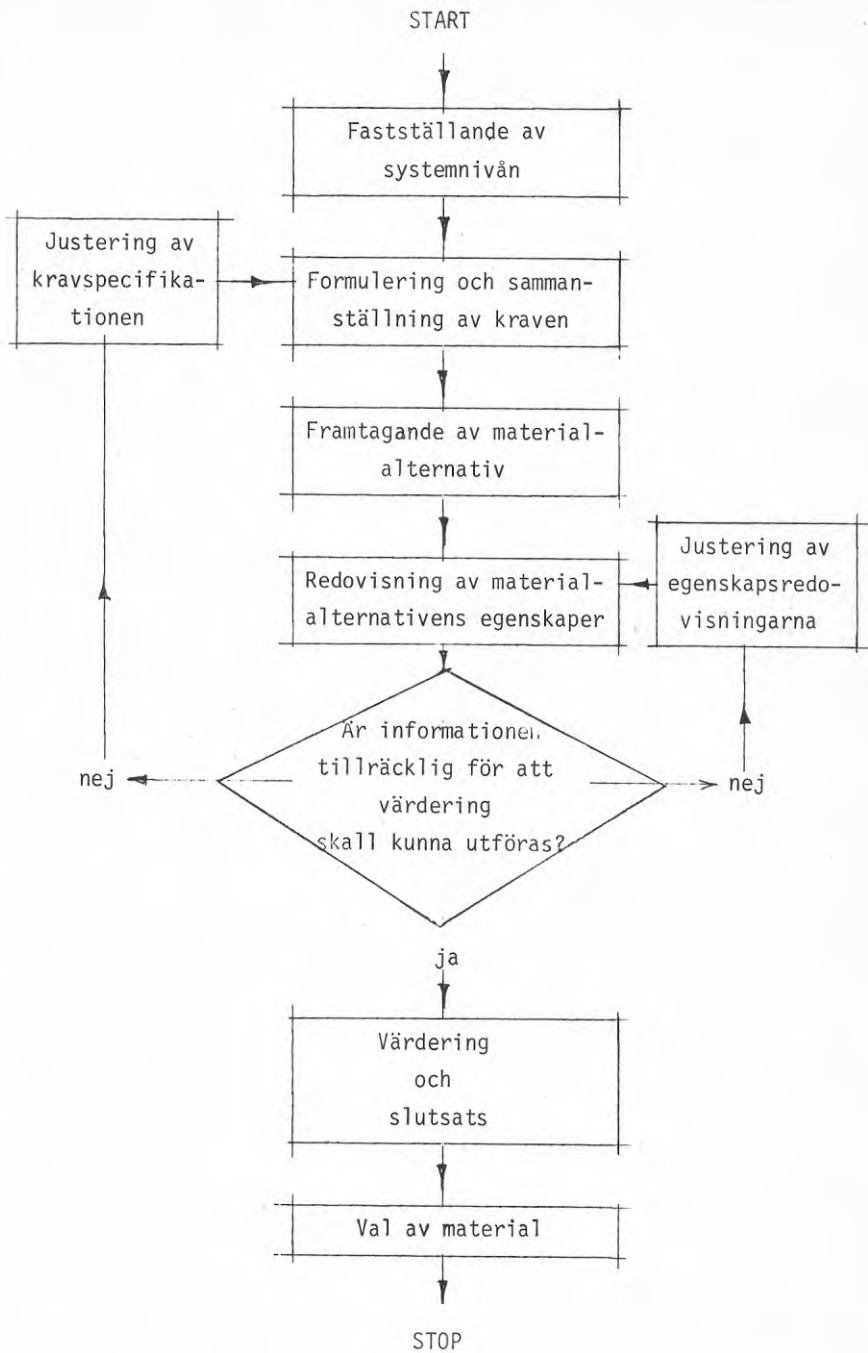
- Hillerborg, A, 1974, Allmän kurs i byggnadsmateriallära, (Tekniska högskolan i Lund), kap 29 del III, Lund.
- Högberg, E, Lindqvist, P, 1982, Brukaranpassad materialadministration. Omorganisera interiörfasen, (Statens råd för byggnadsforskning) Rapport 27, Stockholm.
- Högberg, E, Lindqvist, P, 1982, Handbok om tillval i hyreslägenheter, (Statens Råd för byggnadsforskning), T 25, Stockholm.
- Jansson, L-E, 1975, Produktutveckling med precision - om utvecklingsmetodik för nya byggmaterial, (Vattenbyggnadsbyrån, VBB), Stockholm.
- Janson, L-E, Lagergren, S, 1977 Utformningsanalys av fönster. Studie av plastfönsters lämplighet, (Statens råd för byggnadsforskning), Rapport 18, Stockholm.
- Janson, L-E, Lagergren, S, 1979, Utformningsanalys av ytterväggar. En metodstudie, (Statens råd för byggnadsforskning), Rapport 36, Stockholm.
- Karlén, I, 1973, Samband mellan krav och egenskaper hos byggnadsdelar och byggvaror, (Bygg VIS.), Stockholm.
- Karlén, I, 1981a, Systemmetodik för byggande och förvaltning, (Svensk Byggtjänst), Arbetsrapport A6, Stockholm.
- Karlén, I, 1981b, Kompendium, klassifikation och kodning - metoder och regler, (Kungl Tekniska Högskolan Arkitektursektionen Avdelningen för Projekteringsmetodik), Stockholm.
- Karlén, I, 1982b, Information i förvaltningsprocessen, Samspel mellan utredning och fallstudier, (Kungl Tekniska Högskolan Arkitektursektionen, Avdelningen för Projekteringsmetodik), Rapport 3, Stockholm.
- Karlén, I, 1982a, Kvalitetsprojektet - kvalitets- och egenskapsbestämningar i den kompletta byggprocessen (Kungl Tekniska Högskolan Arkitektursektionen Avdelningen för Projekteringsmetodik), Underlag nr 1 till seminarium ADB-stöd till egenskaps- och kvalitetsbestämningar, Stockholm.
- Kumlin, B, odaterad, Kvalitet - en orientering om begreppet kvalitet och tekniken för kvalitetssäkring, (Hifab).
- Montgomery, H, 1978, Den ofullkomliga beslutsfattaren (ur Vem håller i rodret? s 154-198), Kontenta.

- Olsson, E, Perning, U, 1981, Värdeanalys - kreativ problemlösningsmetodik, Stockholm.
- On the systematic method for selecting building materials, 1968, (Building Research Institute Ministry of Construction, Japanese Government) Research Paper No 36, Japan.
- Pettersson, L.F, 1973, Lätta byggsystem. Inledande studie av utvecklingen, (Chalmers Tekniska Högskola), Göteborg.
- Pettersson, L.F, Samuelsson, S, 1978, Lätta byggsystem. Uppföljning av intressanta försöksprojekt, (Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för husbyggnad), Rapport 10, Göteborg.
- Pettersson, S, 1979, Materialvalsteknik, (Svenska Ingenjörssamfundet, Tjänstemännens Bildningsförbund), Stockholm.
- Planlægning af driftsvenligt byggeri, 1982, (Byggeriets udviklingsråd, BUR), Danmark.
- Plan- och byggtermer, 1980, (Tekniska nomenklaturcentralen), Publikation nr 75, Stockholm.
- Samuelsson, D. 1980, Hyreskostnad och hyresgästaspekter på materialval i allmännyttiga bostadsföretag, (Statens råd för byggnadsforskning) Rapport 61, Stockholm.
- Samuelsson, S, 1975, Lätta byggsystem - huvudsakligen med trä, (Statens råd för byggforskning), Stockholm.
- Samuelsson, S, 1979, Utveckling av lätta byggsystem, (Chalmers Tekniska Högskola, Arkitektur Husbyggnad), rapport 03, Göteborg.
- Saretok, V, 1982, Ytskikt på betongytor, murytor och liknande, (Svensk Byggtjänst), Rapport 9, Stockholm.
- Sentler, L, 1980, En metod för analys av krav på byggnader, (Institutionen för byggnadsteknik, Tekniska Högskolan i Lund) Rapport TVBK - 3008, Lund.
- Sjöström, C, Svennerstedt, B, Tolstoy, M, 1982, Extra ordinärt underhåll (Statens institut för byggnadsforskning), Meddelande M 82:12, Gävle.
- Sjöström-Hedje, I, 1982, Beaktande av drift- och underhållskostnader i lånesystemet - diskussionsunderlag, (Bostadsstyrelsen), Stockholm.

- Sjöström-Hedge, I, 1982, Låneregler för totalekonomiskt byggande, (Svensk Byggtjänst), Byggvarunytt nr 2, p 4-5, Stockholm.
SS 020104, Kvalitetsteknik, Terminologi.
- Sneck, T, 1973, On the structure of the performance concept, (Technical Research Centre of Finland Building Technology and Community Development) Publication 2, Helsinki.
- Strandberg, S, 1982, Yttertaktäckningsmaterial, (Svensk Byggtjänst), Rapport 8, Stockholm.
- Ström, H, 1982, Sidhängda dörrar av träbaserade material, (Svensk Byggtjänst), Rapport 10, Stockholm.
- Varuinformation i Byggprocessen, 1981, (Svensk Byggtjänst), Stockholm.
- Westling, H, 1982, Teknikupphandling i byggbranschen, (Statens råd för byggnadsforskning), Rapport 28, Stockholm,
- Working with the performance approach in building, 1982, (International Council for Building Research Studies and Documentation CIB), Publication 64, Rotterdam, Netherland.
- Åkenes, P, 1981, Brandförsäkring och projektering, (TRYGG-HANSA Företag - Industri/Riskteknik).
- Östberg, G, 1982, Kompendium i Materialval, (Lunds Tekniska Högskola), Lund.
- Östberg, G, 1979, PM med avseende på bedömning av risker med plastfönster, (Lunds Tekniska Högskola), Lund.

BILAGA 1

MATERIALVALSMETOD
"MVAL"
VID PROJEKTERING AV HUS



ARBETSGÅNG VID "MVAL"Kommentar:

1. FASTSTÄLL SYSTEMNIVÅN

2. SAMMANSTÄLL KRAVEN

- a. Utred vilka krav som ställs.
- b. Utred vem som ställer kraven.
- c. Strukturera kraven efter kravgrupp och kravtyp på relevant systemnivå.
- d. Ange kravnivå i form av kvantitativa och/eller kvalitativa värden redovisande varmed kraven kan anses vara uppfyllda.
- e. Kommentera intervallen och/eller gränsvärdena.
- f. Ange verifikationsmetod för ställda krav.

kravgrupp: ekonomi, funktion eller utformning.

kravtyp: norm-, program- eller extra programkrav.

systemnivå: byggsystem-, byggnadsdel- eller komponentnivå.

verifikationsmetod: bedömning, provning eller beräkning.

3. TA FRAM MATERIALALTERNATIV

- a. Ta fram ett antal tänkbära materialalternativ.

4. VÄLJ UT ETT FÅTAL

- a. Välj ut ett fåtal materialalternativ för närmare granskning.

Hjälpmedel:

Kravspecifikation
"MVAL"

Hjälpmedel:

Fria och/eller styrda metoder för ideiskapande t.ex. brainstorming, Osborns ideëporre, checklistor.

Hjälpmedel:

Lämplighetstabell
"MVAL"

- | | |
|--|---|
| <p>5. SAMMANSTÄLL EGENSKAPERNA</p> <p>a. Utred vilka egenskaper och/eller grupper av egenskaper som det ställs krav på.</p> <p>b. Strukturera egenskaperna i enlighet med kravspecifikationen samt på relevant systemnivå.</p> <p>c. Verifiera egenskaperna kvantitativt och/eller kvalitativt med hjälp av angivna verifikationsmetoder enligt (2f).</p> <p>d. Redovisa egenskapsvärdena samt kommentera dessa.</p> <p>e. Ange grad av kravuppfyllelse.</p> | <p>Hjälpmedel:
Egenskapsredovisning
"MVAL"</p> |
| <p>6. SAMMANSTÄLL KRAVEN OCH EGENSKAPERNA</p> <p>a. Sammanställ kravprofilen enligt (2) och egenskapsprofilerna enligt(5) i en jämförande tabell.</p> <p>b. Utvärdera tabellen och välj ut de mer intressanta materialalternativen för detaljerad värdering.</p> | <p>Hjälpmedel:
Utvärderingstabell
"MVAL"</p> |
| <p>7. VÄRDERING</p> <p>a. Jämför kravspecifikationen och de egenskapsredovisningar som har valts ut enligt (6b).</p> <p>b. Värdera dessa samt ange en slutsats.</p> | <p>Hjälpmedel:
Kravspecifikationen och
Egenskapsredovisningarna enligt (2) och (5).</p> |
| <p>8. MATERIALVAL</p> <p>a. Välj det materialalternativ som bäst satisfierar ställda krav.</p> | |
| <p>9. UTVÄRDERA MATERIALVALSPROCESSEN</p> <p>a. Utför en helhetsvärdering av materialvalet steg för steg.</p> <p>b. Sammanställ erfarenheterna.</p> | |

LÄMPLIGHETSTABELL "MVAL"

Systemnivå:				Materialvalet avser:	
S	B	K			
Materialalternativ :				Fördelar:	Nackdelar:
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					

Värderingstabell enligt Egnell, S, Larsson, L, (1981).

TYPE OF BUILDING: _____ COMPONENT: _____

LOCATION: _____

MATERIAL OR PRODUCT

GENERAL CRITERIA

MANUFACTURE

Simple or well-known manufacturing process
 Inexpensive manufacturing process
 Inexpensive/locally available (raw materials)
 Labour intensive manufacturing process
 Not hazardous to health
 Doesn't cause environmental damage
 (directly or indirectly)
 Low energy consumption/costs
 Local or on-site production possible

STORAGE

Simple/inexpensive storage conditions
 Resistant to damage from Insects, algae etc
 Resistant to damage from moisture

TRANSPORT

Low/no transportation costs
 Durable in transport as raw material
 Durable in transport as finished product

CONSTRUCTION

Simple/well-known construction methods
 Labour intensive construction methods
 Durable in handling
 Doesn't require sophisticated (expensive)
 equipment or accessories
 Multi-purpose (can be used in various
 components in various forms and condi-
 tions and allows for improvisation)
 Standard specifications (dimensions etc)
 Doesn't require particular treating
 (impregnating etc)

TYPE OF BUILDING: _____ COMPONENT: _____

LOCATION: _____

DESIGN CRITERIA	MATERIAL OR PRODUCT				
PERFORMANCE					
Optimum thermal properties					
Suitable surface (eg:reflective)					
Resistant to radiation (eg:UV)					
Resistant to moisture, water-proof					
Withstands local temperatures					
Resistant to damage from insects, algae etc					
Durable (long-lasting)					
Fire resistant (good fire-rating)					
Socially acceptable					
Possible to recycle (or disassemble)					
Allows for improvement or up-grading					
MAINTENANCE					
Simple/inexpensive maintenance					
Easy to keep clean					
Easy to repair or replace					
Versatile (can be replaced by a different material/product if the original is unavailable or obsolete)					

COMMENTS:

Försäkringspremieeffekter vid
materialval.

Brandförsäkring och projekteringBeräkningsexempel enligt Akenes, P (1980)

En mekanisk verkstadsindustri är inrymd i en byggnad med en golvyta av 5 000 kvm. Byggnaden är i ett plan och har följande brandtekniskt utförande:

V 1 : Stålplåt/obrännbar mineralull/stålplåt x)

S 1 : Stål, brandisolerat till A 60

T 4 : Takpapp/cellplast/40 mm mineralull/stålplåt

Den relativt sämre takklassen innebär att byggnaden klassificeras till klass 12.

Byggnaden med innehåll har följande försäkringsbelopp:

Byggnad	20 Mkr
Maskinerier	38 "
Varor	18 "
Summa	<hr/> 76 Mkr

Om vi antar att försäkringsrabatter och tillägg tar ut varandra och tillämpar de premiesatser som anges i tabell 2 blir den årliga brandpremien

$$76\ 000 \times 1,50 = 114\ 000\ \text{kr}$$

Om takkonstruktionen istället utfördes i plåt/obrännbar mineralull utan brännbart klister/plåt skulle taket hamna i klassen T 1 och sålunda blir hela byggnaden klass 11.

Årspremien blir då

$$76\ 00 \times 0,75 = 57\ 000\ \text{kr}$$

Dvs en besparing på 57 000 kr/år kunde ha gjorts om en lämpligare takkonstruktion hade valts.

I tillägg till detta kommer besparingar i en eventuell brandavbrottspremie, som är proportionell mot brandpremien. Även denna skulle sålunda ha halverats.

Hade projektören valt plåt/cellplast/plåt i taket skulle byggnaden hamna i klass 13 med en årspremie på ca 260 000 kr. Besparingen vid val av ett T 1-tak skulle i detta fall bli lägst 200 000 kr/år!

x) OBS! Särskilda villkor skall vara uppfyllda i enlighet med FSABs regler för byggnadsklassificering, RUS 108:9 14.

Litteraturförteckning till avsnitt 2.

- 2.1 Materialvalsteorier
- 2.2 Produktutveckling
- 2.3 Krav och Egenskaper
- 2.4 Värdering
- 2.5 Beslut
- 2.6 Kostnad

Kommentar:

* anger att litteraturen även finns under annan rubrik.

2.1 Materialvalsteori

*Bengtsson, U, Rydnert, B, 1980, Produktutveckling - Materialval. Problemlösning och konstruktionsstrategier, (Sveriges Mekanförbund.) IVF - resultat 80608, Stockholm.

Fischmeister, H, Larsson, L-E, 1974, Materialval i mekaniska konstruktioner, (Sveriges Mekanförbund.) nr 74008, Stockholm.

Hill, L-E, 1978, Plaster, Materialval och materialdata, (Sveriges Mekanförbund.) nr 78203, Stockholm.

Hillerborg, A, 1974, Allmän kurs i byggnadsmateriallära. (Tekniska Högskolan i Lund), kap 29 del III, Lund.

On the systematic method for selecting building materials, 1968, (Building Research Institute Ministry of Construction, Japanese Government) BRI Research Paper No. 36, Japan.

Pettersson, S, 1979, Materialvalsteknik, (TBV) Stockholm.

2.2 Produktutveckling

*Baehre, R, 1978, Lättbyggnadsteknikens utvecklingskarakteristika, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 17, Stockholm.

*Bengtsson, U, Rydnert, B, 1980, Produktutveckling - Materialval. Problemlösning och konstruktionsstrategier, (Sveriges Mekanförbund.) IVF - resultat 80608, Stockholm.

*Jansson, L-E, 1975, Produktutveckling med precision, (Vattenbyggnadsbyrån, VBB), Stockholm.

*Jansson, L-E, Lagergren, S, 1977, Fönster. Utformningsanalys av fönster. Studie av plastfönsters lämplighet, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 18, Stockholm.

*Jansson, L-E, Lagergren, S, 1979, Utformningsanalys av ytterväggar. En metodstudie, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 36, Stockholm.

Samuelsson, S, 1979, Utveckling av lätta byggsystem, (Chalmers Tekniska Högskola, Arkitektur, Husbyggnad), Rapport 3, Göteborg.

Westling, H, 1982, Teknikupphandling i byggprocessen, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 28, Stockholm.

2.3 Krav och Egenskaper

Andersson, A-C, Sentler, L, 1982, Riskanalys av fönster - en metod för utvärdering av krav, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 43, Stockholm.

Antoni, N, 1969, Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan. Egenskapskrav på byggnadsdelar. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 50, Stockholm.

*Baehre, R, 1978, Lättbyggnadsteknikens utvecklingskarakteristika, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport T 17, Stockholm.

Blach, K, Christensen, G, 1974, YDEEVNE - hvorfor, hvordan? En brugsanvisning med eksempler om ydeevnesbeskrivelse (YEB) for komponenter, (Statens byggerforskningsinstitut SBI) SBI - anvisning 94, Köpenhamn, Danmark.

CIB Master Lists, 1972, CIB Master Lists for structuring documents relating to buildings, building elements, components, materials and services, Report No. 18, Rotterdam, Netherland.

*Cronberg, T, 1973, Delsystem och tekniska lösningar i byggnaden. (Institutionen för byggnadsfunktionslära, Sektionen för arkitektur, Tekniska Högskolan i Lund.) Arbetsrapport 3, Lund.

Fors, B, Karlsson, H, 1977, Kontrollistor för tekniska utredningar, (Svensk Byggtjänst.) Rapport 1, Stockholm.

Saretok, V, 1982, Ytskikt på betongytor, murytor och liknande, (Svensk Byggtjänst), Rapport 9, Stockholm.

Sentler, L, 1980, En metod för analys av krav på byggnader, (Institutionen för byggnadsteknik Tekniska Högskolan Lund.) Rapport TVBK - 3008, Lund.

Sneck, T, 1973, On the Structure of the performance concept, (Technical Research Centre of Finland Building Technology and Community Development.) Publication 2, Helsinki.

Strandberg, S, 1982, Yttertaktäckningsmaterial, (Svensk Byggtjänst), Rapport 8, Stockholm.

Ström, H, 1982, Sidhängda dörrar av träbaserade material, (Svensk Byggtjänst), Rapport 10, Stockholm.

Working with the performance approach i building, 1982, (International Council for Building Research Studies and Documentation CIB.) Publication 64, Rotterdam, Netherland.

2.4 Värdering

- *Björnsson, H, 1977, Värdeanalys, (Institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation, Chalmers Tekniska Högskola.) Intern skrift 1877:8, Göteborg.
- *Blach, K, Christensen, G, 1973, YDEEVNE - hvorfor, hvordan? En brugsanvisning med eksempler om ydeevnesbeskrivelse (YEB) for komponenter, (Statens byggforskningsinstitut SBI) SBI - anvisning 94, Köpenhamn, Danmark.
- *Cronberg, T, 1973, Delsystem och tekniska lösningar i byggnaden. (Institutionen för byggnadsfunktionslära, Sektionen för arkitektur Tekniska Högskolan i Lund.) Arbetsrapport 3, Lund.
- Egnell, S, Larsson, L, 1981, Local Building materials, (Technical information VBB member of SWECO) Stockholm.
- Friis, E, 1979, Beskrivning av befintliga lokalers användbarhet för arbetsliv, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 21, Stockholm.
- Karlén, I, 1982 b, Information i förvaltningsprocessen. (Institutionen, Kungl. Tekniska Högskolan.) Rapport projekteringsmetodik 3, Stockholm.
- Kumlin, B, (odaterad), Kvalitet - en orientering om begreppet kvalitet och tekniken för kvalitetssäkring, (Hifab).
- Olsson, E, Perning, U, 1981, Fjärde upplagan, Värdeanalys. Kreativ problemlösning, Stockholm.
- Svensk Standard SS 020104, kvalitetsteknik, Terminologi.
- Östberg, G, 1982, Materialval, (Institutionen för konstruktionsmaterial, Tekniska Högskolan i Lund.) Kompendium, Lund.

2.5 Beslut

Ackoff, R-L, Sasieni, M-W, 1971, Fjärde upplagan, Operationsanalys. (Beckmans.) Stockholm.

Berglund, J-E, Halldén, L, 1965, Vad är operationsanalys? (Aldus/Bonniers.) Stockholm.

Björnsson, H, 1978, Operationsanalys i entreprenadföretaget, (Statens råd för byggforskning.) Rapport 43, Stockholm.

Gustavsson, L, 1978, Systemteori, (Uppsala Universitet Teknikum), Andra upplagan, Stockholm.

Hammarkvist, K-O, 1973, Lansering och spridning av nya produkter på byggmarknaden, (Ekonomiska Forskningsinstitutet vid Handelshögskolan i Stockholm.) Stockholm.

Karlén, I, 1981 a, Systemmetodik för byggande och förvaltning, (Svensk Byggtjänst.) Arbetsrapport A 6, Stockholm.

Montgomery, H, 1978, Den ofullkomliga beslutsfattaren, (ur Vem håller i rodret?), p. 154 - 198, Kontenta.

*Östberg, G, 1979, PM med avseende på bedömning av risker med plastfönster, (Lunds Tekniska Högskola), Lund.

*Östberg, G, 1982, Materialval, (Institutionen för konstruktionsmaterial, Tekniska Högskolan i Lund.) Kompendium, Lund.

2.6 Kostnad

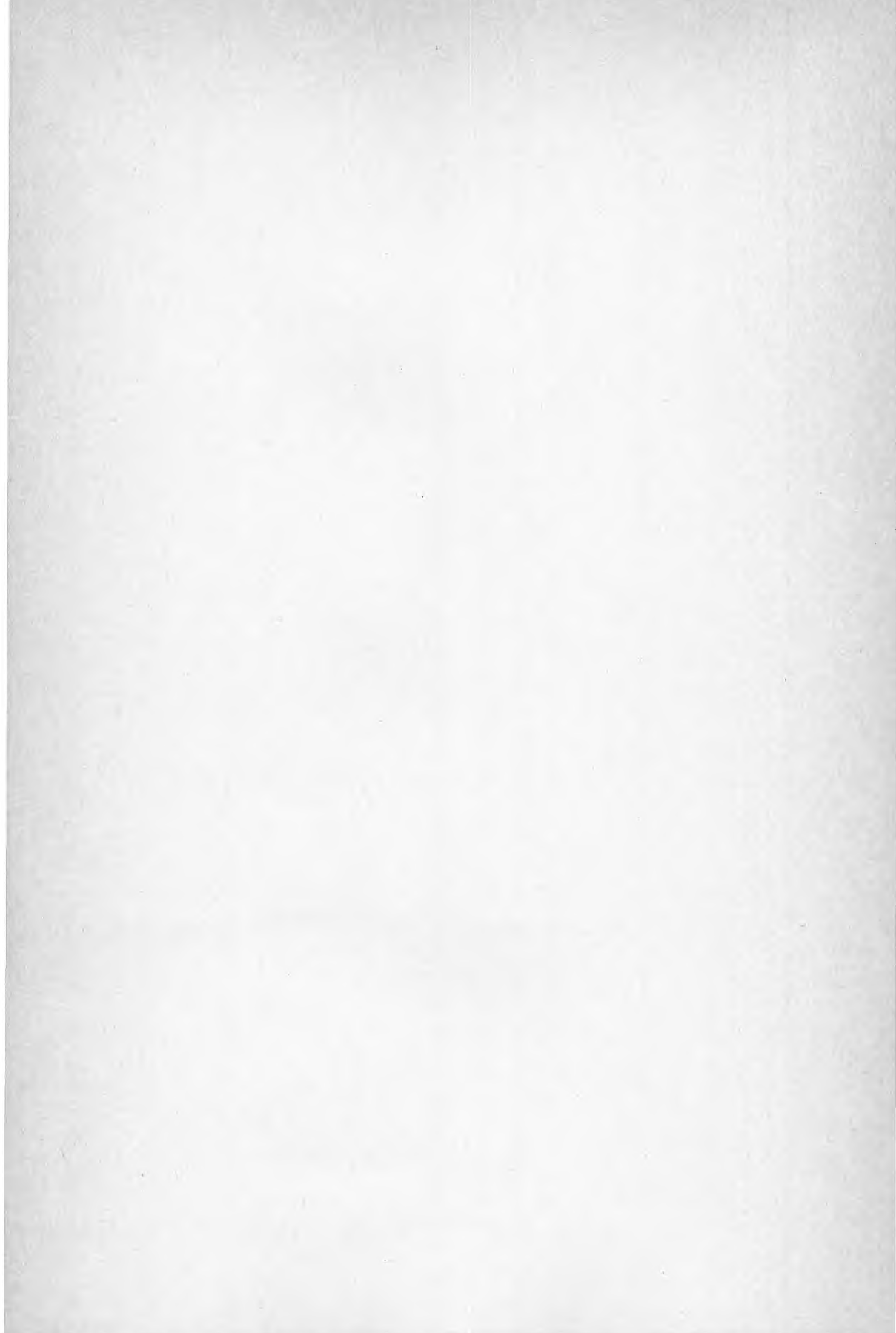
Gessler, K, Wästlund, H, 1975, Funktion - kostnad vid industribyggnad - överslag, besparing, särkostnad, (Sveriges Mekanförbund.) IVF - resultat 75624, Stockholm.

Kännegård, B, Jansson, H, Wennerblom, A, 1979, Val av material och konstruktionslösningar minskar drift- och underhållskostnader i barnstugor, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 79, Stockholm.

Samuelsson, D, 1980, Hyreskostnad och hyresgästaspekter på materialval i allmännyttiga bostadsföretag, (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport 61, Stockholm.

Sjöström-Hedge, I, 1982, Beaktande av drift- och underhållskostnader i lånesystemet - diskussionsunderlag, (Bostadsstyrelsen.) Stockholm.

Sjöström-Hedge, I, 1982, Låneregler för totalekonomiskt byggande, (Svensk Byggtjänst), Byggvarunytt nr 2, p. 4-5, Stockholm.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820069-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen
för byggnadsmateriallära, Tekniska högskolan, Stockholm.**

R170: 1984

ISBN 91-540-4272-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704170

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

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

Cirka pris: 45 kr exkl moms