



# Forblad

**Startskud til modulprojektering**

**S.**

**Tidsskrifter**

**Arkitekten 1964**

**1964**

Fra den 1. april skal etageboligbyggeri til udlejning projekteres med overholdelse af visse byggemodulregler. Det er for længst bekendt, at byggelovens krav på dette område nu vil træde i kraft, men alligevel har man indtryk af, at det kommer som en overraskelse for enkelte arkitekter. Og selv blandt dem, der så småt har forberedt sig, hersker der nogen usikkerhed. Den litteratur, der findes om emnet, giver ikke noget éntydigt svar, og da slet ikke i relation til myndighedernes krav.

Myndighederne vil fare med lempe, det er givet. Området er nyt og uprøvet, man må gøre erfaringer, begynde småt og efterhånden udbygge en fornuftig praksis.

I princippet skal vi vende tilbage til en meget gammel tradition. I antikken arbejdede man med en byggemodul = 1 fod. Vore gamle bindingsværkshuse er modulbyggeri med en fod som byggemodul. Murstensbyggeriet, bl. a. de tusinder af opgange, der blev bygget i brokvartererne, er systematiseret over en byggemodul lig en mursten. Nye byggemetoder og materialer har bragt os bort fra et princip, der gav store lettelser i projekteringen, og som førte til konstruktioner med god materialeøkonomi. Når man nu ønsker princippet genindført, er det ud fra den samme tanke, at der heri må ligge en lettelse ved projekteringen, og at systemet også vil føre til en rationalisering af byggeprocessen. I det historiske perspektiv er det heller ikke uinteressant at bemærke, at man som planlægningsmodul vil give 3 M en præference. Byggemodulen M er lig 10 cm. Planlægningsmodulen 3 M er altså lig 30 cm eller omtrent det samme som en gammel dansk fod.

Arkitektens projektering af en bygning er en proces, som er blevet kompliceret ved et stadigt stigende antal funktionskrav til opgaven. En bolig er ikke så enkel, som dengang man byggede brokvartererne. Arkitekten stilles tillige overfor et langt større register af konstruktions- og materialemuligheder. Inden for givne, som oftest snævre, økonomiske rammer skal han forme en funktionsduelig plan og vælge de konstruktioner og materialer, der i kombination giver en arkitektonisk tilfredsstillende løsning. Det gælder åbenbart om at befri denne komplicerede proces for de faktorer, der kan hindre kombinationsfriheden. Hvis de mange komponenter, hvoraf et hus sammensættes, ikke passer sammen, vil projekteringen blive belastet af en tidkrævende og hæmmende udvælgelse af måleegnede komponenter. Byggeprocessen vil blive økonomisk og tidsmæssig belastet af en tilpasning af eksisterende komponenter eller specialfremstilling af sådanne dele, som ikke i mål passer til de forudvalgte. Målkoordinering giver de projekterende mulighed for mere fleksibel og varieret sammenbygning

af komponenter. Registret bliver rigere, projektering og byggeproces lettere.

Målkoordinering har også et videre perspektiv. Når producenterne af de mange dele, der indgår i en bygning opdager, at modulprojekteringen er en realitet, vil industrielle produktionsmetoder kunne bringes i anvendelse overfor langt flere komponenter, end tilfældet er idag. Byggeriets industrialisering befinder sig endnu på et svagt udviklet stade. Og en fortsat industrialisering er nødvendig for at hæve byggesektorens produktivitet.

En af vanskelighederne ved overgangen til modulprojektering er netop, at en overvejende del af de produkter, der findes på markedet ikke passer med byggemodulen. Det er nødvendigt med en overgangstid, hvor der sker en vis tillem্পning af princippet til det praktisk gennemførlige. Lettest vil det være at gennemføre modulprojekteringen for råhusets vedkommende, og myndighedernes krav vil i første omgang næppe række videre. Man vil som nævnt foretrække et planlægningsmodul 3M og et højdemodul 2M. Men det vil være at anbefale, at de projekterende søger princippet gennemført så langt, som den enkelte opgave indbyder til. Små opgaver er helt afhængige af de på markedet forekommende varer. For de største byggeriers vedkommende vil der være økonomisk baggrund for en produktion af nye komponenter, som selvfølgelig bør målsættes med byggemodulen M.

Nogen egentlig modvilje mod modulprojektering findes næppe blandt arkitekter, men en vis skepsis kan vel forekomme. Når princippet skal overføres til praksis vil der opstå en lang række problemer hvis løsning, der ikke findes anvisning på. Men der er hjælp på vej. Moduludvalget under Den nordiske komité for bygningsbestemmelser har en række publikationer på trapperne. Dansk standardiseringsråd har allerede udsendt en række standards og rekommandationer om modul – herunder modulordning for byggeindustrien som DS 1010, og flere vil følge. SBI's modulkomité, der i sin tid udarbejdede forslaget til den danske modulordning og siden har udsendt flere anvisninger om modul – udsender i nær fremtid en vejledning i modulprojektering.

På de følgende sider i dette tidsskrift gives en introduktion til denne vejledning. Den har også til formål at pege på de områder, hvor der er særlige problemer, som de projekterende kan være med til at løse. Det bliver jo i meget høj grad de projekterende, der skal udvikle systemet, så det bliver en virkelig lettelse i det daglige arbejde på tegnestuen, så det ikke hæmmer men forøger arkitektens udtryksmuligheder, og så det bliver til gavn for byggeprocessen.

En byggemodul på 1 dm blev foreslået i „Forslag til Dansk Modulordning for byggeriet“, beretning ved Statens Byggeforskningsinstitut Modulkomite, 1955.

I „Modulordning for byggeindustrien“ (DS 1010, 1958), vedtoges en byggemodul på 1 dm, som grundlæggende måleenhed.

Den ovennævnte danske standard modsvarer af tilsvarende vedtagelser i Finland, Norge og Sverige. En lang række lande udover de nordiske har på lignende måde vedtaget forskellige grundlæggende måleenheder:

1. Australien	.....	1 dm (og 4")
2. Belgien	.....	1,5 dm
3. Canada	.....	4"
4. England (UK)	.....	4"
5. Grækenland	.....	1 dm
6. Holland	.....	1 dm
7. Indien	.....	1 dm
8. Japan	.....	specielsystem
9. Jugoslavien	.....	(1 dm)
10. Polen	.....	1 dm
11. Portugal	.....	1 dm
12. Rumænien	.....	1 dm
13. Svejs	.....	1 dm
14. Sydafrikanske Union	.....	(4")
15. Tjekkoslaviet	.....	1 dm
16. Tyrkiet	.....	125 mm
17. Ungarn	.....	1 dm
18. USA	.....	4"
19. USSR	.....	1 dm
20. Vesttyskland	.....	1 dm og 125 mm
21. Østrig	.....	1 dm

( ) = ikke endelig vedtaget.

Multipla af byggemodulen benævnes modulmål og angives i størrelsesbetegnelser i dm.

Ved angivelse af modulmål, herunder også 1 dm, anvendes bogstavet „M“ som forkortelse for den grundlæggende måleenhed.

Inden for andre områder end byggeriet findes, også her i landet, etablerede modulordninger, baseret på grundlæggende måleenheder, der afviger fra byggemodulen (for eksempel måleenheden „cicero“ inden for typografien). Det er derfor af betydning, at der i forbindelse med modulprojektering, kun anvendes betegnelsen „byggemodul“ – eller forkortelsen „M“, således at misforståelser undgås. Især bør ordet „modulen“ søges undgået, det indikerer højst en målkoordinering, men aldrig hvilken grundlæggende måleenhed, der er anvendt.

For at undgå forveksling bør forkortelsen M anvendes ved alle angivelser af modulmål. Eksempelvis bør modulmål for et vinduesformat opgives som „12 M × 14 M“ og ikke som „12 × 14 M“ eller „12 × 14“.

## Modulordningens danske standards og rekommandationer

### Modulblade med generelt indhold:

DS 1010	Modulordning for byggeindustrien	.....	(kr. 6,-)
DS 1011.1	Byggemodul	.....	(kr. 3,-)
DS 1011.2	Planlægningsmoduler for boligbyggeriet	.....	(kr. 3,-)
DS 1011.3	Dimensionering af modulelementer	.....	(kr. 3,-)
DS 1000	Faste højder i bygninger	.....	(kr. 4,50)
DS/R 1035	Afsætning af højdemål for installationer og indbygningskomponenter	.....	(kr. 3,-)

### Modulblade vedrørende råbygningen:

DS/R 1038	Hule dækkomponenter af beton	.....	(kr. 3,-)
DS/R 1039	Indvendige vægge – Bærende vægkomponenter af beton	.....	(kr. 3,-)

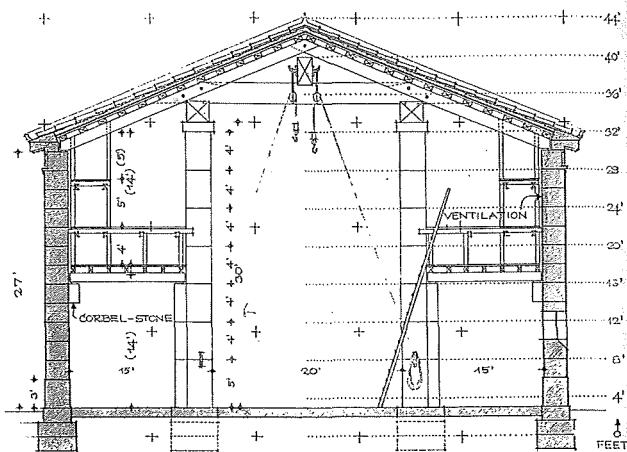
### Modulblade vedrørende VVS:

DS 1036	Målangivelse af rørinstallationer – Rørafstande og rørlængder	.....	(kr. 4,50)
DS/R 1037	Målangivelse af rørinstallationer – Toleranceudligning	.....	(kr. 3,-)
DS 1022	Søjleradiatorer af stålblade	.....	(kr. 3,-)
DS 1023	Søjleradiatorer af støbejern	.....	(kr. 3,-)

### Modulblade vedrørende vinduer og døre:

DS 1003	Vinduer af træ – Modulmål, hulmål og karmydermål	.....	(kr. 4,50)
DS 1004	Facadevinduer – Typebetegnelse	.....	(kr. 4,50)
DS 1005	Vinduer af træ – Terminologi og målbenaævnelser	.....	(kr. 4,50)
DS 1006, 1007, 1008 og 1009	Normalvinduer af træ – type B 3.0, B 4.0, B 4.9 og D 2.0 ... pr. stk.	.....	(kr. 4,50)
DS 1028	Enfløjede indvendige døre af træ	.....	(kr. 10,50)
DS 1015, 1016, og 1017	Døre til brandsikring – Klasse BSD, BDD og BHD	..... pr. stk.	(kr. 3,-)

DS-bladene forhandles af Dansk Standardiseringsråd, Aurehøjvej 12, Hellerup. Tlf. (or) 43 Hellerup 9315. Ved afgivelse af samlet bestilling på samtlige ovennævnte DS-blade beregnes en særpris på kr. 60,00.



Arsenalet i Piræus. Rekonstruktion af Eivind Lorenzen.

## Modulprojektering

Af Preben Ankerstjerne og Klaus Blach

Den følgende artikel er skrevet som en introduktion til den vejledning i modulprojektering, SBI's Modulkomite, har under udarbejdelse, og som vil blive udsendt blandt andet som losblade til Byggebogen.

Artiklen viser, hvordan byggemodul kommer ind i billedet i den række af velkendte skridt og valg, som kendetegner almindelig projekteringsmetodik.

Projektering omfatter blandt andet arbejdet med byggeteknisk afklaring af bygningsdele, samlingsdetaljer etc. Dette arbejde stiler mod den bedst mulige tilfredsstillelse af kendte funktionskrav, idet der samtidig søges gennemført en målkoordinering som et middel til at sikre enkel udførelse.

Målkoordineringen indebærer, at en formålstjenlig måleenhed udvælges, og at den overvejende del af alle mål på bygningsdele, samlingsdetaljer osv. derefter baseres på den valgte grundlæggende måleenhed, for eksempel ved at være multipla af denne. Herved opnås en simpel indbyrdes orden blandt benyttede mål, og afhængig af den valgte måleenheds størrelse, simple målforhold. Eksempelvis kan nævnes, at det ved konventionelt byggeri med normalmursten som væsentligt materiale, ofte har været naturligt at lade forbandt i blank mur være bestemmende for valg af grundlæggende måleenhed.

Det har indtil de seneste år været tilfredsstillende, at målkoordinering blev gennemført individuelt for hver byggeopgave. Bestræbelserne for at opnå en ønskelig målkoordinering kunne derfor baseres på forskellige måleenheder, valgt under hensyn til den foreliggende byggeopgave samt de konstruktioner og materialer, der påtænkes anvendt.

Stigende interesse for anvendelse af industrielle produktionsmetoder har medført ønsker om at kunne anvende færdigstillede komponenter i byggeriet, samt om i så vid udstrækning som muligt at kunne undgå tildannelse af disse på byggepladsen. Herved er opstået et behov for en målkoordinering, der rækker udover den enkelte byggeopgave.

Som grundlag for en sådan målkoordinering er vedtaget „Modulordning for byggeindustrien“ med byggemodulen  $M = 1 \text{ dm}$  (100 mm) som grundlæggende måleenhed.

### Modulprojektering - hvordan ?

Fremgangsmåden ved projektering i henhold til byggemodulregler kan variere, afhængig af den foreliggende opgave.

I forenklet form kan de forskellige projekteringsstilfælde opstilles i en skematisk oversigt som følger:

Projektering...	... med komponenter...	... der har modulmål	1
		... der ikke har modulmål	2
	... af komponenter...	... der ønskes givet modulmål	3
		... der ikke behøver at have modulmål	4

I praksis vil de af ovennævnte projekteringsstilfælde, der har størst interesse i forbindelse med modulprojektering, normalt være følgende:

#### 1. Projektering med modulkomponenter

(Projektering udelukkende med modulkomponenter kan endnu ikke gennemføres ved almindeligt forekommende byggeopgaver, men en stærk tilnærmelse til dette projekteringsstilfælde må forudses)

#### 1+2. Indpasning af ikke-modulære komponenter

(Ved projektering i henhold til byggemodulregler vil det være naturligt at anvende modulkomponenter i den udstrækning de findes på markedet, men herudover vil det være nødvendigt ved de fleste byggeopgaver at indpasse ikke-modulære komponenter)

#### 3. Projektering af modulkomponenter

(Omfatter projektering af helt nye modulkomponenter, eventuelt sammensætning af mindre ikke-modulære komponenter til større modulkomponenter)

I det følgende gennemgås de tre ovennævnte projekteringsstilfælde.

### Projektering med modulkomponenter

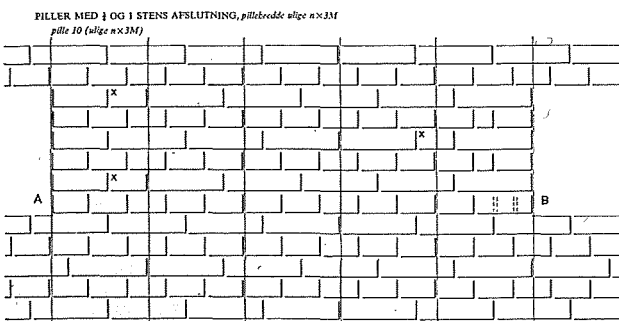
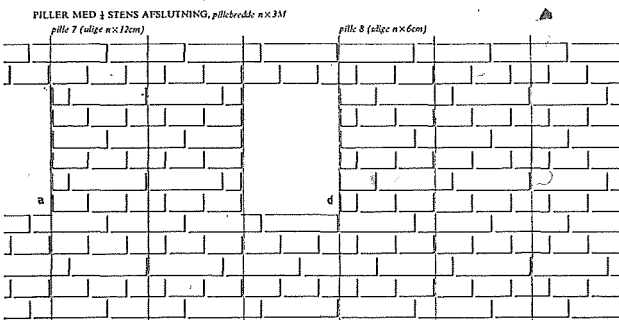
For at komponenter kan betegnes som modulkomponenter kræves, at de er dimensioneret og detailudformet under overholdelse af byggemodulregler.

I den udstrækning eksisterende modulkomponenter kan anvendes, kan skitseprojektering m. v. ske umiddelbart over modulnet med byggemodulen – eller multipla heraf – som maskevidde, forudsat at de sammenbygningstilfælde, der forekommer under projekteringen, har været analyseret og er blevet gennemarbejdet ved projekteringen af de enkelte komponenter.

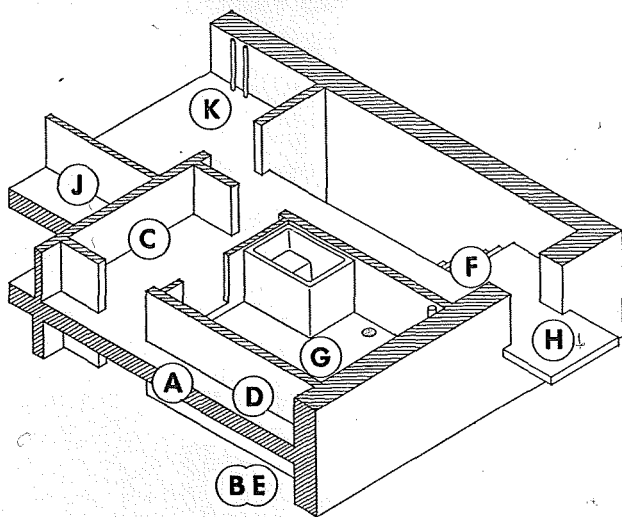
Ved den mindre byggeopgave er det naturligt, at komponenter med modulmål anvendes i den udstrækning, de allerede findes på markedet. Herudover må komponenter, der ikke har modulmål, indpasses i projektet, idet opgavens omfang normalt ikke vil berettige eller muliggøre projektering af nye komponenter. Efterhånden som flere komponenter med modulmål bliver gængs handelsvare, vil den mindre byggeopgave i stigende grad kunne gennemføres med komponenter, der har modulmål.

Ved større byggeopgaver vil udgangspunktet for (modul)projektering ligeledes være eksisterende komponenter med modulmål. Herudover vil opgavens omfang dog ofte kunne muliggøre projektering af nye, modulære komponenter. Herved vil det i praksis i mange tilfælde være muligt at gennemføre betydende dele af projekteringsarbejdet med modulære komponenter. Indpasning af komponenter, der ikke holder modulmål, vil kunne begrænses til kun at omfatte mindre væsentlige, ofte utypiske bygningsdele.

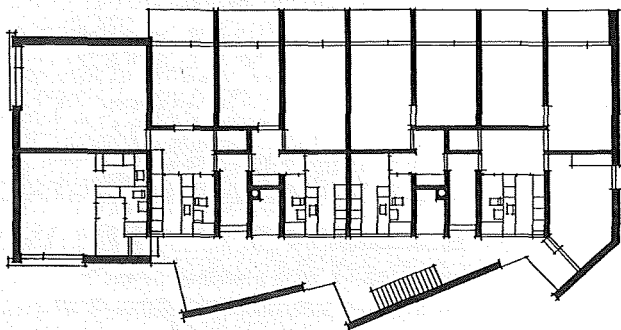
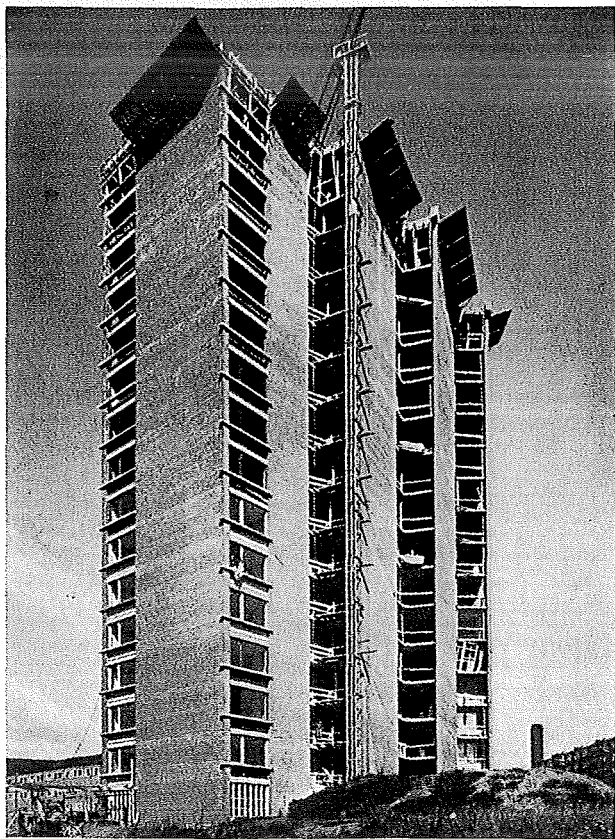
For producenter og officielle instanser vil opgaven normalt være at projektere komponenter med modulmål. Dette arbejde kan bestå i projektering af nye komponenter, revision af dimensioner og detailudformning af eksisterende komponenter, eller en gennemarbejdning til påvisning af på hvilken måde eksisterende, ikke-modulære (ofte mindre) komponenter kan indpasses i modulprojekteret byggeri (eksempelvis normalmurstens).



„Tegregisteret“ gennemgår for en række forbandter, hvordan modulært murværk kan udføres med normal-murstens.



„Byggebogen“ indeholder systematiske oversigter over samlingsdetaljer ved ydervægge, lette skillevægge, dæk, gulbelægninger, tagdækninger o. s. v.



Ved „Charlottehøjhus“ i Århus er umodulære spring i tykkelsen på bærende, murede vægge undgået ved anvendelse af beregnet murværk.

Normalt vil modulkomponenter, der findes som „katalogvarer“, dog ikke være umiddelbart anvendelige i enhver sammenhæng. Blandt andet af økonomiske eller produktionstekniske årsager vil producenter ofte begrænse anvendeligheden af modulkomponenter til typiske, hyppigt forekommende sammenbygnings-tilfælde. Selv hvor oplysninger om modulkomponenters anvendelsesområde er gjort tilgængelige fra producentens side, vil det derfor som regel være nødvendigt, at den projekterende allerede under skitseprojekteringen kontrollerer, hvorvidt de modulkomponenter, der påtænkes anvendt, kan give tilfredsstillende løsninger for alle sammenbygningstilfælde (samlingsdetaljer) i det foreliggende projekt.

En sådan kontrol kan blandt andet gennemføres ved at sammenholde modulkomponenter med systematiske oversigter vedrørende udførelser og samlingsdetaljer.

### Indpasning af ikke-modulære komponenter

Det vil normalt være nødvendigt under projekteringen også at undersøge anvendelsesmulighederne for før-fremstillede komponenter, der ikke har modulmål. Hver gang sådanne inddrages i projekteringen, kan der opstå specialtilfælde, der kræver undersøgelse af, hvilke konsekvenser anvendelsen kan få.

Normalt vil uheldige konsekvenser være mindst – eller slet ikke opstå – i forbindelse med ikke-modulære komponenter, der anvendes under færdiggørelsesarbejder, som ikke, eller kun i ringe udstrækning, spiller en målmæssig rolle for senere trin i projektering eller udførelse.

Særligt uheldige konsekvenser må derimod ofte forudses i forbindelse med ikke-modulære komponenter, der anvendes til råhuset, idet disse – ofte bærende – komponenter hyppigt anvendes som udgangspunkt for følgende trin i projektering og udførelse, herunder målafsetning for færdiggørelsesarbejder.

Uanset det tidspunkt i projekteringen, hvor ikke-modulære komponenter inddrages, vil eventuelle ulemper normalt være mindst i forbindelse med små komponenter (normalmursten, bloksten, beslag, armaturer og lignende), og størst i forbindelse med store komponenter (forskallingsflager, dækkomponenter, vægkomponenter, døre, badekar og lignende).

Modulprojektering, der skal omfatte indpasning af ikke-modulære komponenter, bør derfor indledes med en særlig undersøgelse af råhusets større komponenter (især dæk, vægge, bjælker og søjler) allerede på skitseprojekteringsstadiet. Såfremt en sådan undersøgelse viser, at de undersøgte komponenter umiddelbart kan anvendes, som de forefindes, kan de følgende trin i projekteringen baseres herpå. Hvis de undersøgte komponenter ikke umiddelbart kan anvendes og tilfredsstille alle nødvendige sammenbygningstilfælde, bør det undersøges om opgaven kan løses, ved at der i begrænset omfang anvendes specialkomponenter. Specialkomponenter kan være afvigende i målmæssig henseende (tilslutningselementer, passtykker o. l.) eller ved særlige konstruktive forhold (betonkomponenter udført med særlig armering, beregnet murværk o. l.).

Overvejelser vedrørende økonomiske og produktions-tekniske forhold vil ofte i denne forbindelse være afgørende for, i hvilken udstrækning specialkomponenter kan finde anvendelse.

Den beskrevne fremgangsmåde for råhusets bærende komponenter, kan anvendes også ved indpasning af ikke-mødulære komponenter på senere trin i projekteringen.

### Projektering af modulkomponenter

Ved projektering af modulkomponenter stiles der principielt imod, at disse i videst muligt omfang skal være anvendelige ved alle forekommende byggeopgaver (generel anvendelighed)

Denne problemstilling betinger imidlertid, at de pågældende modulkomponenters dimensioner og detailudformning må baseres på gennemklaring af såvidt muligt alle de sammenbygningstilfælde, der forekommer, eller kan forudses at ville forekomme i praksis.

Arbejdsindsatsen ved gennemklaring af en modulkomponent vil være afhængig af det antal sammenbygningstilfælde, det skønnes rimeligt at behandle. Det er derfor i hvert enkelt tilfælde nødvendigt at afveje, hvorvidt de anvendelsesmuligheder, der kan opstå, står i et rimeligt forhold til den nødvendige arbejdsindsats.

Med det formål at projekttere nye modulkomponenter, der i formålstjenligt omfang er generelt anvendelige, kan benyttes en arbejdsmetode, som beskrevet i det følgende:

#### Skridt 1: Valg af komponent

Visse projekteringstilfælde kan indebære samtidig projektering af mange forskellige modulkomponenter (vil ofte være ønskeligt ved såkaldte systembyggerier). I disse tilfælde kan det være hensigtsmæssigt at finde frem til særligt betydende komponenter, og modulprojektere disse først.

De særligt betydende komponenttyper vil normalt være sådanne, der optræder i stort antal („gentages“ hyppigt)

Ved almindeligt etageboligbyggeri vil det således i reglen være normaletagens komponenter, der gentages særligt hyppigt og derfor bør være udgangspunkt for modulprojektering af de enkelte komponenter.

#### Skridt 2: Fastlæggelse af „gyldighedsområde“

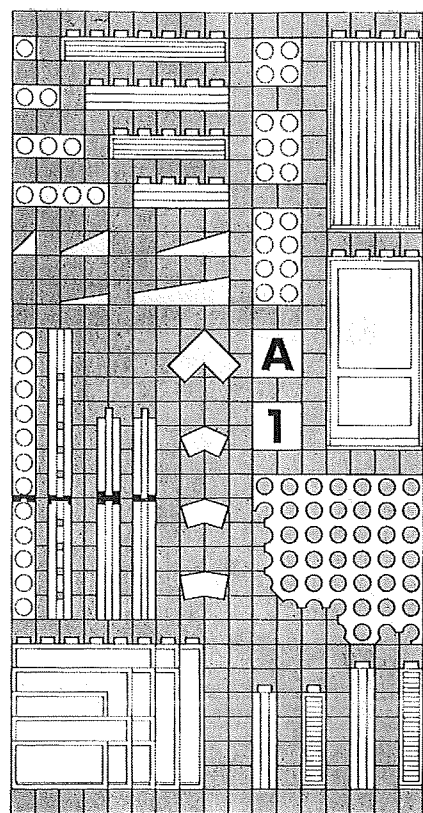
Eftersom arbejdsindsatsen ved projektering af en modulkomponent som regel øges i takt med udvidelse af komponentens anvendelsesområde, er det nødvendigt at definere en modulkomponents „gyldighedsområde“.

En sådan definition, der senere kan anvendes ved beskrivelse af formål hvortil den færdige modulkomponent kan anvendes, vil eksempelvis kunne etableres ved besvarelse af følgende spørgsmål:

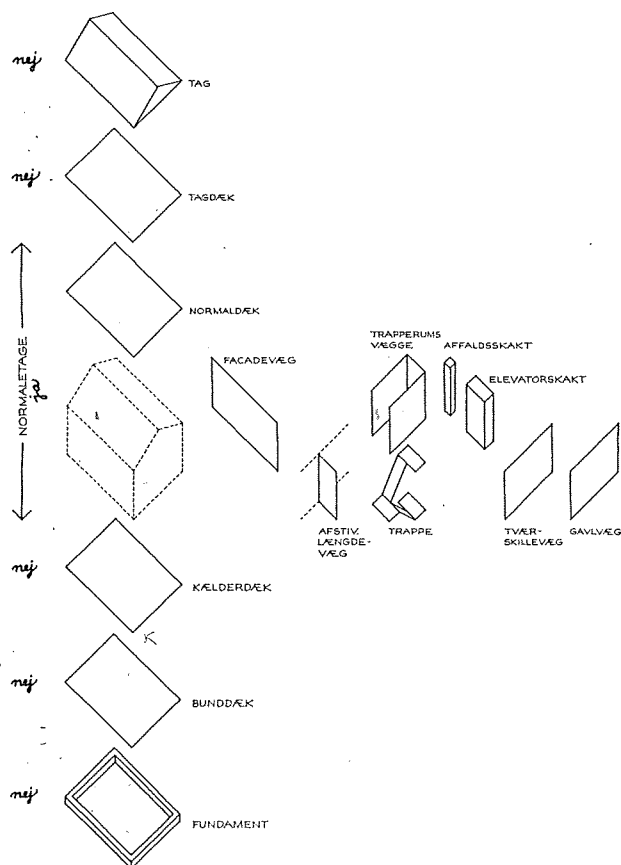
a. Til hvilke typer af byggeri skal komponenten være anvendelig?

(For eksempel til boligbyggeri, kontorhusbyggeri, skolebyggeri eller hospitalsbyggeri)





Dette valg vil ofte spille en særlig rolle for visse af råhusets bærende komponenter. Eksempelvis kan



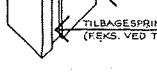



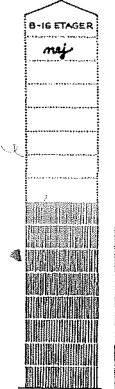
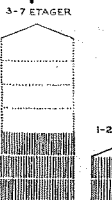

Model-byggeklodserne „Modulæx“ illustrerer begrebet generel anvendelighed: Altid „modul“ komponenter, altid ensartede sammenbygningstilfælde, altid samme tolerance.


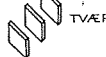

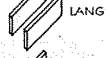
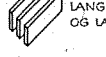


Kun sjældent vil alle komponenter i et hus være omfattet af „systemet“. Normaletagens komponenter går særlig hyppigt igen, og er derfor et naturligt udgangspunkt, når de enkelte komponenter skal udformes.

BYGNINGSLEGE (HOVEDFORM)	SKEMA 1
 IKKE RETLINIEDE	nej
 AFTRAPPEDE (TERRASSER)	nej
 UDKRAGEDE (ALTANGANGE, SÆRLIGT VARMESOL DÆK)	nej
 REKTANGULÆRE, 'LODRETTE'	ja

BYGNINGSLEGE (DETAILUDFORMNING)	SKEMA 2
 ALTANER	ja
 FORSÆTNING	nej
 TERRÆNFORSKELLE	nej
 TILBAGESPRING I FACADER (FEKS. VED TRAPPERUM)	nej

ETAGEANTAL	SKEMA 3
 8-16 ETAGER	nej
 3-7 ETAGER	ja
 1-2 ETAGER	nej

KONSTRUKTIONSPRINCIP	SKEMA 4
bærende:  SØJLER (OG DRAGERE)	nej
 TVÆRSKILLEVÆGGE	ja præference
 TVÆRSKV OG LANGSGÅENDE FACADEVÆGGE	ja
 LANGSG. FACADEVÆGGE	nej
 LANGSG. FACADEVÆGGE OG LANGSG. SKILLEVÆG	ja

Oversigt over nogle af valgmulighederne ved fastlæggelse af „gyldighedsområde“. Med „ja“ og „nej“ er vist et sæt af mulige valg.

spændvidder, og dermed dimensioner for blandt andet spærfag og dæk, påvirkes heraf.

b. Til hvor komplicerede bygningsudformninger skal komponenten være anvendelig?

(For eksempel kun til simple, rektangulære planudformninger på plant terræn, eller herudover til mere komplicerede bygningsudformninger)

Dette valg vil normalt være særligt afgørende for, hvor høj grad af generel anvendelighed den pågældende komponent kan gives.

c. Til hvor højt byggeri skal komponenten være anvendelig?

(Ved boligbyggeri kan eksempelvis vælges, hvorvidt komponenten kun skal være anvendelig ved 1-etages byggeri, eller om den herudover også skal være anvendelig ved byggeri i indtil 3 etager, indtil 7 etager osv.)

Dette valg vil hovedsagelig være vejledende for visse belastninger (herunder også vindpåvirkninger), som den pågældende komponent må dimensioneres til at kunne modstå.

d. I forbindelse med hvilke konstruktionsprincipper skal komponenten kunne anvendes?

(For eksempel ved konstruktioner baseret på et bærende søjle-drager system, på bærende tværskillevægge etc.)

Et valg på dette punkt indikerer ført og fremmest den principielle udformning af råhusets bærende komponenter, men kan også påvirke detailudformningen af komponenter, der skal anvendes under færdiggørelsesarbejder.

e. Med hvilke materialer skal komponenten kunne udføres?

(For eksempel natursten, keramik, træ, metal, glas, plastic. Eventuelt kombineret anvendelse af flere materialer)

Dette valg spiller en særlig rolle i forbindelse med spørgsmålet om beherskelse af målafvigelser, vedtagelse af tolerancer og fastlæggelse af tilvirkningsmål.

Det bør bemærkes, at ovennævnte valg træffes inden modulprojekteringen startes, og kun har til formål at etablere en art huskeliste til vejledning under projekteringen.

*Skridt 3: Fastlæggelse af komponentens nominelle modulmål*

Baseret på de valg, der er foretaget under skridt 1 og 2, kan etableres en beskrivelse af den komponent, der projekteres (eksempelvis, at det drejer sig om en etagehøj komponent af beton til en bærende tværskillevæg i normaletagen i et etageboligbyggeri). Eventuelt kan samtidig gennemføres en skitsering, som med grov tilnærmelse viser, hvorledes komponenten kan udformes.

Herefter søges, gennem videre skitsering og eventuelt beregning etc., opnået en byggeteknisk afklaring af komponentens udformning. Udgangspunktet for denne gennearbejdning vil være samtlige kendte og relevante funktionelle krav, der kan udledes af discipliner som for eksempel boligforskning, statik, materiallære

Normalt bør kun mål, der senere vil have betydning ved sammenbygning (såkaldte tilslutningsmål), fastlægges med nominelle modulmål.

Hvilke mål, der kan komme til at spille en rolle ved sammenbygning, kan kun afgøres erfaringsmæssigt i hvert enkelt tilfælde. Eksempelvis vil det dog som regel være tilstrækkeligt at fastlægge et enkelt tilslutningsmål for komponenttyper som armaturer, beslag og lignende, medens byggeblokke, dekelementer og lignende oftest bør have modulmål på alle dimensioner for at kunne tilfredsstillende almindeligt forekommende sammenbygningstilfælde.

og produktionsteknik. Når komponentens mål er fastlagt ud fra funktionelle krav, eller når det er fastslået, at de funktionelle krav ikke øver en primær indflydelse på disse mål, kan dens nominelle modulmål bestemmes ved at den indtegnes i den mindst mulige „kasse“, hvis kantlængder er modulmål. *En komponents nominelle modulmål må altid være større end eller lig med de mål, der er bestemt ved funktionelle krav.*

**Skridt 4: Fastlæggelse af samlingsdetaljer**

Når komponenten er bestemt ved sine nominelle modulmål – i en eller flere dimensioner – må den detailudformes med henblik på sammenbygning.

Udgangspunktet for projektering af samlingsdetaljer vil være funktionelle krav til fugeudførelse, samt kendskab til målafvigelser og tolerancer ved fremstilling og montering.

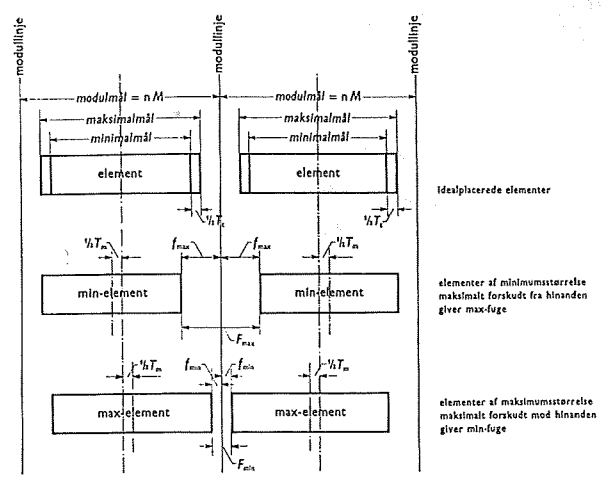
Hovedopgaven ved afklaring af samlingsdetaljer er en løsning af fugeproblemet. De typer af fugeudformninger, det normalt vil være af interesse at få fastlagt, for at afklare forekommende sammenbygningstilfælde, er følgende:

- a. Den tilstødende komponent bidrager med en fugeandel, der er lig med en halv normalfuge for den komponent, som ønskes modulprojekteret (eksempelvis sammenbygning af ens, lette facadekomponenter)
- b. Den tilstødende komponent bidrager med en fugeandel, der er større end en halv normalfuge for den komponent som ønskes modulprojekteret (eksempelvis ovennævnte lette facadekomponent indsat i murværk af normalmursten)
- c. Den tilstødende komponent bidrager med en fugeandel, der er mindre end en halv normalfuge for den komponent, der ønskes modulprojekteret (eksempelvis let facadekomponent indsat i murværk af letbetonblokke med knasfuger)
- d. Den tilstødende komponent bidrager ikke med nogen fugeandel, og går eventuelt ind i modulområdet for den komponent, der skal modulprojekteres (eksempelvis let facadekomponent indstøbt i beton)

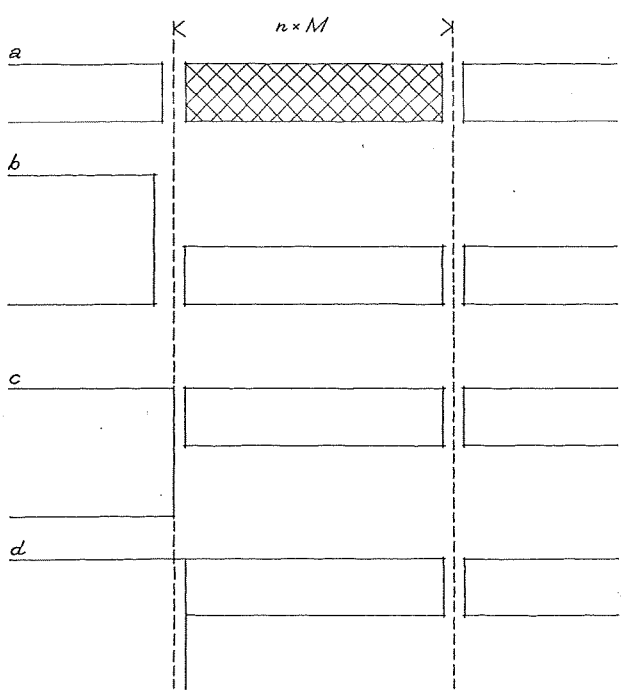
Hvilke – og hvor mange – samlingsdetaljer det vil være nødvendigt eller rimeligt at afklare, afhænger af den foreliggende opgave.

Ved et konkret foreliggende projekt vil det være nødvendigt af afklare alle samlingsdetaljer, der forekommer i projektet.

Ved projektering af komponenter, der ønskes produceret til alment brug (lagervare), vil det være rimeligt at afklare de samlingsdetaljer, der normalt kan forekomme i gængs byggeri.



Dansk Standard 1011.3 omhandler dimensionering af modulkomponenter.



En komponent skal i reglen kunne sammenbygges med forskellige typer af andre komponenter – altid omkring en hensigtsmæssig fuge, og dette krav kan påvirke komponentens detailudformning.

For en dækkonstruktion til et énfamiliehus kan det være nødvendigt at afklare mere end et dusin forskellige detaljer.

