



Forblad

Jærnbeton som Husbygningsmateriale

E. Suenson

Tidsskrifter

Arkitekten 1927, Ugehæfte

1927

JÆRNBETON SOM HUSBYGNINGSMATERIALE

Vi bringer nedenstaaende, i noget forkortet Form, endnu et Foredrag fra *Nordisk Byggnadsdag*. Professor Suensons Udtalelser om Jernbeton som Husbygningsmateriale vil give et samlet Overblik over dette Materiales Egenskaber og de Felter, hvor det med Fordel kan anvendes.

BETONENS ANVENDELSE

Til *Fundamenter* bruges armeret Beton som Regel kun, naar Byggegrunden er daarlig og da i Form af Pæle, Plader eller almindelige Fundamenter. *Pæle* er navnlig paa deres Plads under store Huse, naar den faste Byggegrund ligger dybt nede;

staar Grundvandet højt, bruges Træpæle, staar det lavt, bruges Betonpæle. *Plader* kan med Fordel anvendes under lette Smaahuse uden Kælder; disse kan bygges paa en gennemgaaende, tynd Betonplade, der ikke føres ned i frostfri Dybde, og endog undertiden lægges ovenpaa Muldjorden. Armering i *almindelige Fundamenter* anvendes, naar Byggegrunden er nogenlunde god, men uensartet, idet Armeringen da vil udjævne Følgerne af, at Fundamentet knækker. Ogsaa paa god Byggegrund kan en Armering være paakrævet, hvis Lasten er ujævnt fordelt, og man til Trods herfor bruger gennemgaaende Fundamenter af konstant Bredde, saaledes at Fundamenterne paavirkes til Bøjning. Mange Architekter ynder disse gennemgaaende Fundamenter, f. Eks. under Portaabninger, skønt det vilde være bedre at afbryde dem.

Til *Kældermure* er Beton at foretrække for Teglsten, da den er mindre vandsugende. En Kældermur af Teglsten vil som Regel være gennemvaad, og dens varmeisolerende Evne er da neppe bedre end Betonens. Ogsaa til *Sokkel* er Beton velegnet, hvis man ikke vil bruge et endnu bedre Materiale som Granit.

Til *Façademure* er Beton mindre egnet, da den bortleder Varmen hurtigt, og da den som Regel kræver et Pudslag, som det er vanskeligt at faa til at hæfte. I begge Henseender er Slaggebeton at foretrække for Beton af Natursten. I visse Tilfælde kan man undgaa Puds og skjule Uregelmæssighederne ved en Kvaderinddeling, som opnaas ved at sømme trekantede Lister paa Flagerne. Naar man da lægger Støbeskellene ud for de vandrette Lister, vil de ikke virke skæmmende. Naar man ikke vil pudse, maa man altid lægge megen Vægt paa Forskallingens Opstilling; man bør bruge nye Brædder af ens Bredde og forud overveje, hvor Stødene bør lægges. Den Tegning, en saadan Forskalling efterlader paa Betonen, vil ikke virke skæmmende, men tværtimod give Fladen et harmonisk og livligt Udseende.

En Ulempe ved Betonmurene er deres *Svind*, som let forarsager Revner. I en uarmeret Mur vil der komme faa, men grove Revner; ved fornøden Armering kan man undgaa disse Revner eller i al Fald faa dem erstattet med talrige fine Revner, som ikke ses, men dertil kræves en Jærnmængde, der er proportional med Betontværsnittet, altsaa en meget stor Jærnmængde, naar Muren er tyk. Dette er en af Aarsagerne til, at man foretrækker Skeletbygninger, der for Façadens Vedkommende er konstrueret efter samme Princip som en Fyldingsdør, en ikke svindende Ramme, indenfor hvilken de enkelte Fyldinger kan svinde ugenert. Disse Fyldinger har da kun den Opgave at skærme mod Vejret. De udføres hyppigst som $1\frac{1}{2}$ Stens Teglstensmur, men ogsaa Slaggebeton og de moderne Materialer Gasbeton og Cellebeton kan anvendes. Pladsbesparende er en tynd Jærnbetonplade, indvendigt isoleret med Korkplader eller lignende.

Om slige Skeletbygninger er mere økonomiske end murede betinges bl. a. af Etageres Antal. Er Etagerne faa, saaledes at Murene ikke bliver grumme meget tykkere, end man vilde gøre dem i en Skeletbygning af Isoleringshensyn, er det økonomisk ogsaa at gøre Brug af dem som bærende. Er Etagerne derimod saa talrige, at man efter Byggeloven kommer til meget store Murtykkelser, kan Skeletsystemet stille sig fordelagtigt, navnlig naar der tages Hensyn til den Plads, der spares.

Indervægge af armeret Beton gøres tynde og kan da uden større Udgift armeres saa stærkt, at de ikke revner, saaledes som Plade- og Brædevægge. I Forhold til murede Vægge

har de derimod ingen væsentlige Fordele udover at være pladsbesparende og at kunne konstrueres selvbærende, og de har den Mangel, at senere Flytning af Døraabninger er besværlig.

Som *Lydforplanter* har Betonen et daarligt Ry paa sig, men det er til Dels med Urette. Man maa skelne imellem, om Lydgiveren er i direkte Berøring med Betonen eller adskilt fra denne ved et Luftlag. Slaar man med en Hammer paa en Betonvæg, vil Lyden forplante sig rundt i Huset gennem Væggen og de faste Dele, som Væggen er i Berøring med, og det samme vil ske, hvis man fastbolter en støjende Maskine direkte paa Væggen. Det bør man derfor ikke gøre, man bør isolere Maskinen fra Væggen ved Mellemlag af Korkplader, Gummi, Filt eller lignende. Er Lydgiveren adskilt fra Væggen, saaledes at Lyden kommer til denne i Form af Luftsvingninger (f. Eks. Tale, Musik), vil Betonvægge isolere bedre end lige saa tykke Trævægge, thi under saadanne Forhold vokser en Vægs Isoleringsevne med dens Vægt og Stivhed.

Til *brand- og indbrudssikre* Rum er Jærnbeton velegnet. I gamle Bygninger kan saadanne Rum indbygges lodret over hverandre i alle Etager baarne af Jærnbetonsøjler, saaledes at den øvrige Bygning kan brænde og styrte sammen, medens Jærnbetonkonstruktionen bliver staaende. Til brandsikker Beton har man tidligere været bange for at bruge Kalksten, da denne kunde befrygtes at blive til brændt Kalk, men de senere Aars Forsøg viser, at Kalksten er væsentlig bedre end Granit og Kvarts, hvilket bl. a. skyldes dens Porøsitet, der gør den til en daarlig Varmeleder og hindrer den i at sprænge Betonen ved Opvarmning.

Ogsaa til *Skorstene* kan Jærnbeton bruges, naar man armerer rigtigt og tager Hensyn til Betonens Varmedvidelse, der paa det nærmeste svarer til Jærns. Det gaar ikke an at bygge en bærende Jærnbetonsøjle hul og bruge den til Skorsten, thi naar den forlænger sig, vil den aflaste de øvrige Søjler saa meget, at den selv knuses. Skorstene skal bygges saaledes, at intet hindrer deres Længdeændringer.

Fritstaaende Jærnbetonpiller kan holdes langt spinklere end murede og ofte spinklere end Staalpiller, naar de Krav, Mynighederne stiller til Brandisolering, skal overholdes. Brugen af enkelte Betonpiller i et iøvrigt muret Hus kan under uheldige Omstændigheder medføre Ulemper, fordi Betonpillerne ikke sætter sig, saaledes som Murværket. Forholdene er, som naar man i Teglstensfaçader indbygger Vinduesindfatninger af Natursten. Hvis Teglstensmurværket ikke er opført i en hurtigtstørknende Mørtel, vil dets mange Fuger medføre en Sænkning, som Naturstensrammen med sine faa Fuger ikke deltager i, og Rammen faar derved alt det overliggende Murværk at bære; først knækker Overliggeren og eventuelt Saalbænken, siden knuses de lodrette Naturstestykker. Det er navnlig hurtig Muring i vaadt Vintervejr, der kan faa slige Følger. Vil man undgaa dem, maa man enten bruge en hydraulisk Mørtel eller vente med at indbygge Rammerne, til Murene har sat sig. I Forbindelse med Betonpiller har man kun den første Udvej, og det maa anbefales at gøre Brug af den, i alt Fald ved Vinterbyggeri. Man bør saavidt muligt støbe Søjlerne fra Siden, ikke fra oven, thi Støbningen kan i sidste Tilfælde ikke kontrolleres, og meget grove Støbefejl kan blive Følgen.

Etageadskillelser af Jærnbeton er mindre anvendt i Boliger end i Fabriker, skønt de har store Fordele. De er brandsikre, meget stive og kræver kun ringe Vedligeholdelse, da Loftspudsen ikke revner som ved Træbjælkelag.

Hvad *Brandsikkerheden* angaar, burde Forsikrings-selskaberne stimulere Brugen af Beton ved at nedsætte Forsikringspræmien, naar Etageadskillelserne er brandsikre, men i Danmark sker det ikke, og den eneste Motivering Selskaberne giver, er at Præmien i Forvejen er saa lille for Beboelseshuse, at den ikke kan nedsættes. Hvis man imidlertid vilde give de Bygninger, der har Træbjælkelag, en ubetydelig Præmieforhøjelse, vilde man kunne give de andre en meget kraftig Præmieforringelse, uden at Selskaberne fik ringere Indtægter, og nationaløkonomisk set er det utvivlsomt rigtigt at belønne Brugen af brandsikre Konstruktioner.

Jærnbetonkonstruktionernes *Stivhed* overfor Bøjning er en for Husets Beboere meget behagelig Egenskab; man færdes paa dem som paa den faste Jord og er helt fri for de enerverende Rystelser med klirrende Glas o. s. v., som alt for godt kendes fra Træbjælkelag. Stivheden overfor vandrette Kræfter kræver undertiden visse Forholdsregler, som det ikke er nødvendigt at tage ved Træbjælkelag. Der vil ikke fra et Træbjælkelag kunne overføres Svind- eller Temperaturkræfter til Bygningens Ydermure, og omvendt vil disse kunne udvide sig og trække sig sammen uden at møde nogen nærværdig Modstand fra Bjælkelaget. Et Træbjælkelag behøver derfor ikke at være gennemgaaende fra Gavl til Gavl; det kan afbrydes hvor som helst uden Skade for Bygningen. Anderledes er det med et Betonbjælkelag; hvis man i en lang Bygning afbryder alle Betonbjælkelagene midtvejs, kan man være ret sikker paa, at Ydermurene vil revne i det paagældende Snit, thi dels vil de to Betonlegemer under deres Svind trække sig henimod Gavlene, dels vil en pludselig Afkøling af Ydermurene fremkalde vandrette Trækspændinger, der kan udløse sig i en saadan Revne. Er saadanne Afbrydelser nødvendige, bør man enten afbryde ogsaa Muren eller i denne indstøbe vandrette Trækstænger, hvis Armering er kraftig nok til at fordele Revnerne.

Dermed er ogsaa Principet for Indbygning af *Svindfuger* givet; man maa aldrig afbryde Jærnbetonkonstruktioner uden samtidig at afbryde Slidlag, Mure, Tage o. s. v.

JÆRNBETONS ØKONOMI

Den *økonomiske Fordel* ved at bruge Jærnbetonetageadskillelser viser sig navnlig, naar Nyttelasten er stor, eftersom en væsentlig Del af Prisen falder paa Forskallingen og dens Understøtninger, som paa det nærmeste er ens, hvad enten Konstruktionen er svær eller let. Derfor er Jærnbetonen først trængt ind i Fabriks- og Lagerbygninger, hvortil dog ogsaa den Omstændighed har bidraget, at man der ikke behøver at skjule Bjælkerne, hvilket man som Regel maa i Boliger, da man vanskeligt kan faa Bjælkernes Inddeling og Værelsernes Inddeling til at falde sammen.

Etageadskillelser med *plan Underside* kan fremstilles paa talrige Maader. Man kan lægge Bjælkerne med 1 m Afstand og i deres Underside indstøbe gennemgaaende Trælister og i disse fastsømme en Brædeforskalling, der røres og pudses ganske som ved Træbjælkelag. En oftere brugt Fremgangsmaade er at indstøbe hule, lette Legemer i Betonen; i Danmark har navnlig Molersten været anvendt. De Enheder, der indstøbes, maa helst være store, da Arbejdet ved at lægge dem paa Plads og holde dem paa Plads derved forringes, og videst i denne Henseende naar man ved at bruge lette Kasser af Trælister beslaaede med Tagpap; de kan fremstilles i store Længder og Bredder og dog holdes ganske lette. Man indlægger da først Armeringen, udstøber et 3 cm tykt Lag

Mørtel, paa hvilket Kasserne stilles og fortsætter derefter Støbningen.

I moderne Bygninger stilles der ofte Krav om *store Forsamlingsale* uden Søjler, og disse Krav kan tilfredsstilles paa en ret økonomisk Maade ved at ophænge Lofterne i Tagkonstruktionen. Simplest er det, naar Salen ligger i øverste Etage, ligger den længere nede, maa ogsaa de overliggende Etager hænges op i Taget, eller ogsaa maa man gøre Brug af bærende Vægge. Til *Slidlag* paa Etageadskillelser er Cementmørtel, Terrazzo, Linotol, Linoleum, Korkparket, Træparket og lignende Stoffer, der kan anbringes direkte paa Betonen, bedst egnede. Ønskes særlig Lydisolering, kan man indskyde et Lag af Korkplader, Slagger el. lign.

Ved *Pudsning* af Lofter er det meget almindeligt at begynde med et Udkast af Cementmørtel, men hvis Forskallingen har været vel udført, saaledes at Betonfladerne fremtræder plane og jævne, kan man indskrænke sig til at paaføre et 2—3 mm tykt Lag fed Kalkmørtel, der Dagen efter behandles med Filtbrædt.

Dekorative Lofter fremstilles lettere i Jærnbeton end i andre Materialer, fordi man kan forme den raa Støbning efter Ønske. Undertiden støbes de i Gibsform og behøver da kun at hvidtes, eller støbes med Granitmørtel, der efter Afskallingen ophugges med Stenhuggerværktøj.

Baade i Etageadskillelser og Tage kan *Lysaabninger* fremstilles paa en simpel Maade, nemlig ved Indstøbning af Glasfliser, kun maa man drage Omsorg for, at Flisernes Sider er malede og asfalterede, saaledes at Betonen kan svinde uden at knuse dem.

Man har ofte gjort Forsøg paa at opbygge Huse af *fabriksstøbte Elementer*, navnlig Bjælker, men Systemet plejer ikke at vise sig praktisk. Elementerne bliver for tunge, og vore Huse er for uregelmæssige. Til langt udragende Gesimser o. lign. kan Systemet være fordelagtigt.

Til *Tage* bruges Jærnbeton i ringere Grad end til Etageadskillelser, man foretrækker de billigere Trækonstruktioner. Til disses Billighed maa dog bemærkes, at den delvis betinges af, at Trætage udføres efter haandværksmæssige Regler og derfor ikke har den Brudsikkerhed som en tilsvarende Betonkonstruktion. Men hertil kommer, at de fleste Tagkonstruktioner som Følge af deres Form er vanskelige at fremstille. Naar Tagene ikke er meget flade, maa der bruges en øvre Forskalling og bygges særlige Arbejdsbroer, og selve Støbearbejdet vanskeliggøres, naar Formene hverken er vandrette eller lodrette, men hældende. Jærnbeton er derfor navnlig paa sin Plads i flade Tage, men ogsaa til Manzardtage vil man trods Vanskelighederne med Fordel kunne anvende den, hvis man har Brug for den Plads, som ellers optages af de lodrette Træstolper under Sternegesimsen.

I specielle Tilfælde kan hvælvende Tage med Trækbaandet liggende i Gulvet muliggøre en vidtgaaende Udnyttelse af Tagrummet.

BETONENS ISOLERING

Baade ved Tage og Ydermure maa Betonens *Varmelednings-evne* tages i Betragtning. Varmeledningstallene for tørt Murværk, Beton og Jærn forholder sig omtrent som 1:2:100; Betonen leder altsaa Varmen dobbelt saa godt som Murværk, hvilket ikke blot viser sig ved et større Varmetab fra Bygningen, men ogsaa kan give Anledning til Dugdannelselse og eventuelt Draabedannelse, da Beton i Modsætning til Teglsten kun er lidt vandsugende. I Stalde med Jærnbetonlofter kan denne Draabedannelse være generende om Vinteren, naar

der ikke er Hø i Loftsrummet, og den kendes ogsaa fra Badeanstaltens Damprum.

Slige *Dugdannelser* foregaar i alle Slags Huse, uden at det bemærkes, og er for en stor Del Skyld i, at Vægge og Lofter i Tidens Løb svæertes, idet Luftens Støv fæstner sig paa de vaade Flader. Anvender man ulige varmeledende Materialer Side om Side, kun dækkede af et tyndt Pudslag, viser Forskellen sig efterhaanden, ved at Pudsen svæertes ulige stærkt. Naar Felterne i en Jærnbetonskelethbygning udmures bindigt med Søjlerne, og hele Fladen pudses, viser Skelettet sig snart som Striber i Pudsen. Først bliver disse Striber hvide, da de tørrer hurtigere end Felternes Puds, og i denne Periode vil Støvet fæstne sig paa de vaade Felter. Senere vil Murens Yderside og Inderside forholde sig forskelligt. Yderpudsen vil i Regnvejr suge Vand og ogsaa overføre Vand til Murværket, men ikke til Betonen. Pudsen vil derfor tørre hurtigst paa Betonunderlaget, hvor den ingen Vandreservoir har, og hvor den i Opvarmningsperioden forsynes med Varme fra den varmeledende Beton, og de hvide Striber vil derfor holde sig. Paa Murens Inderside vil der derimod ske Dugdannelse paa den varmeledende Beton, ikke paa Murværket, og Resultatet bliver, at Skelettet fremtræder mørkt og Felterne lyse. Vil man undgaa disse Fænomener, maa Betonpillerne skalmures eller paa anden Maade isoleres.

Til *Isolering* af vandrette og skraa Tage er Korkplader vel-egnede. De kan enten lægges udvendigt paa Taget, eller henlægges paa Forskallingen, inden Armeringen udlægges. Taget dækkes med to Lag Tagpap og, hvis det er fladt nok, med Grus, der ved Tagskægget støttes af fabriksstøbte Jærnbeton-Kantsten med Gennembrydninger for Vandafløb.

ARBEJDSHASTIGHED OG STYRKEPRØVER

Arbejdshastigheden ved Brug af Jærnbeton kan blive meget stor, naar man indretter sig praktisk. Hurtigst kommer man frem ved Skeletbygninger, hvor Betonskelettet kan føres tilvejs uafhængigt af Murarbejdet. Hvis Murene er bærende, gaar det mindre raskt, fordi Murarbejdet maa hvile, medens Etageadskillelserne udføres; store Bygninger bør under disse Forhold udføres aftrappede, saaledes at baade Mursvende og Betonstøbere kan holdes i stadigt Arbejde. Selv om der tabes nogen Tid under Bygningens Rejsning, vil man som Regel genvinde den senere, fordi Fuldendelsesarbejderne kan paa-begyndes tidligere. Efter at Alcementen og de øvrige hurtigt hærtnende Cementer er fremkomne, er Mulighederne for hurtigt Byggeri forøgede i en Grad, som man for faa Aar siden ikke vilde have drømt om.

Betonens Styrke kan kontrolleres direkte ved Hjælp af Tærninger eller Prøvebjælker; de sidste bruges i stor Udstrækning i Danmark. Indirekte kan den kontrolleres gennem Blandingsforholdet. Den størknede Beton kan opfattes som en Blanding af 3 Stoffer: Sten, Sand og Kitmasse, idet jeg ved Kitmasse forstaar alt, hvad Betonen indeholder udover Sten og Sand, altsaa Cement + Vand + Luft. Betonens Styrke er i første Linie afhængig af denne Kitmasses Tæthed, altsaa af Forholdet mellem Cement og Vand + Luft, og dette Forhold varierer paa nogenlunde samme Maade som Forholdet mellem Cement og Vand ved Udstøbningen. Vil man derfor have en konstant Styrke, skal dette Forhold holdes konstant, hvilket kan opnaas ved Brug af Dansk-Amerikaneren *Ahlers* Vand-Cement-Vægt, der automatisk tvinger Arbejderen til, naar han fremstiller en unormalt vaad Blanding, da at forøge Cementmængden tilsvarende.

Saalænge man arbejder med samme Raastoffer og Blandingsforhold, kan man bedømme Vandmængden gennem Konsistensen og bestemme denne ved den amerikanske *Synkeprøve*; jo større Synkning, des mindre Styrke, naar alle andre Faktorer er de samme. Har man ved forudgaaende Forsøg be-
Jærnbetonens Indtrængen i Husbygningen har medført et værdifuldt *Samarbejde af Architekter og Ingeniører*, som ikke var almindeligt tidligere, i alt Fald ikke i Danmark. Architekternes Sans for smukke Former og Ingeniørernes Sans for rationelle Former har paa en lykkelig Maade befrugtet hinanden. Architekten har lært, at en rationel Beregning kan skabe Skønhedsværdier, og Ingeniøren har lært, at Grundlaget for hans Beregninger ofte er forenklet ved Udskydelse af Faktorer, som den umiddelbare Beskuer af Bygværket ikke kan se bort fra, og at han kun ved at tage Hensyn til disse Faktorer kan regne sig til smukke Former. E. SUENSON