

Betong - et bærekraftig materiale



Bruk av naturlige materialer med lang levetid og gjenbruksmuligheter er en meget viktig del av bærekraftig byggeskikk. Betong vil fremstå som fremtidens bevis på nåtidens byggekunst.

BÆREKRAFTIG GJENNOM TUSENVIS AV ÅR

Bestandige byggematerialer har båret og vil bære historien videre.

Blant verdens mest beundrede kunstsatter står bygninger i stein, tegl og betong som bevis for disse byggematerialenes evne til å motstå nedbrytning gjennom hundrevis og faktisk tusenvis av år. Verken Colosseum eller Pantheon i Roma, pyramidene i Egypt eller den Kinesiske mur ville overlevd de flere titalls generasjoner de har gjort, uten byggematerialenes evne til å tåle dag etter dag med påkjenninger fra vær og vind, trampeklappende romere, horder med soldater eller historiesøkende turister i tusentalls.

Forflytter vi oss langt frem til moderne tid vil mange si at det store paradigmeskiftet i byggebransjen kom ved inntoget av den armerte betongen, som ble oppfunnet av gartneren Joseph Monier i 1849. I Norge er det Ingeniør F. Selmer som kan stå som eksempel for denne nye tiden, da han i 1906 startet sin egen virksomhet som spesialiserte seg innen den såkalte jernbetongen. I desember samme år kom annonsen vist på **fig. 1** på trykk i Teknisk Ukeblad.

I tiden frem til århundreskiftet var murbygninger nærmest enerådende i de store byene i Norge. Etter den armerte betongens inntog, tok denne imidlertid stadig mer over rollen som bærende konstruksjon, mens tegl og stein i større grad ble benyttet som fasadematerialer. Det var likevel spesielt industriutbyggere og kraftutbyggere som tidlig så mulighetene til denne nye byggemetoden, og anlegg og bygninger som Svelgfoss Kraftanlegg

ved Elverum og Storkaia i Kristiansand viste at jernbetongen var kommet for å bli.

Den store byggeaktiviteten etter 2. verdenskrig har også vært preget av betong som byggemateriale. Først som plasstøpte konstruksjoner men i økende grad også prefabrikerte. Muligheter for store spennvidder ga også nye muligheter til fleksibel arealbruk.

Betong i dag

Utviklingen har gitt sterkere, mer motstandsdyktig og miljøvennlig betong

Gjennom over hundre år har den armerte betongen utviklet seg til å bli et avansert byggemateriale med uendelige muligheter. En rekke konstruksjoner hadde ikke vært mulige å bygge med andre materialer.

Gulve, Trapper, Søiler, Tage, Broer,
Fundamenter, Siloer o. s. v. af

Armeret Beton

er varige, billige, ildsikre, modstandsdygtige mod Stød og Ryselser, vandtætte, uangribelige for Rust, Sop eller Forraadnelse; fordrer intet Vedligehold og har derfor i de sidste Tiaar faaet en enestaaende stor Udbredelse.

Ingeniør F. Selmer

Filestrædet 27, Christiania.
Tegninger og Overslag gratis.

Fig 1 Annonse i Teknisk Ukeblad desember 1906



Foto utlånt av Yara, Norge

Fig 2 Svelgfoss kraftanlegg ble bygd i betong



EFFEKTIV BYGGING

Nye metoder og byggeprinsipper gir økte muligheter for kostnadsbesparing og tidseffektivisering.

Utvikling innen forskalingsystemer, armeringsteknikker og utstøpningsmetoder gjør at det kan bygges dristigere og mer avanserte konstruksjoner til lavere kostnad og på kortere tid enn før.

MILJØVENNLIG

Lang levetid, lite behov for vedlikehold, lavt energiforbruk, og muligheter for gjenbruk gir et positivt miljøregnskap.

Dette er egenskaper som betongkonstruksjoner innehar.

Lang levetid

Lang levetid gir mindre behov for nybygg og derved mindre avfallsproduksjon og ressursbruk.

Energibruk

Betongkonstruksjoner har egenskaper som muliggjør reduksjon av energiforbruket i driftsfasen gjennom god varmelagringsevne.

Gjenbruk

Ved riving av betongkonstruksjoner, kan materialene gjenbrukes direkte etter knusing, uten ressurskrevende foredling.

CO₂

Betongen absorberer CO₂. Ved produksjon av sement slippes det ut CO₂, både gjennom bruk av fossile brensel som energikilde og gjennom kjemiske prosesser når kalkstein spaltes. Sistnevnte står for omlag 60 % av utslippene. Nyere forskning viser imidlertid at gjennom et 100 års livsløp kan betongen absorbere ca 30 % av den CO₂-mengden som ble sluppet ut som følge av spalteprosessen. Bransjen iverksetter også stadig tiltak for å redusere utslippene ved

- bruk av nytt utstyr som reduserer energibehovet
- økt bruk av alternativt brensel
- økning av andelen substituttmaterialer (flyveaske, kalkstenmel) reduserer klinkerandelen i sement slik at utslippet pr tonn sement reduseres.

Norge ligger i forkant i denne utviklingen, og det belastende CO₂-utslippet pr tonn produsert sement fra fossilt brensel er vesentlig lavere for sement produsert av Norcem enn de fleste andre sementfabrikker.

Samvirke med andre byggematerialer

Kombinasjoner med andre byggematerialer, som tre, stål og glass gir muligheter for spennende arkitektoniske uttrykk. Materialenes form, farge, struktur og tekniske egenskaper utfyller hverandre, og slik kan man optimalisere potensialet i hvert enkelt materiale

BETONGENS EGENSKAPER

Betongens store utbredelse har sin bakgrunn i de mest fremtredende egenskapene.

Varighet

Gjennom erfaringene har vi lært hvordan betongen kan brukes for å oppnå varige konstruksjoner gjennom materialkvalitet, design og utførelse som kan stå imot de påkjenninger som konstruksjonen utsettes for.

Energibruk og varmelagringsevne

Tunge konstruksjoner tar vare på energien. Betydelig energisparing kan oppnås ved riktig bruk av tunge konstruksjoner i bygninger. Betong har høy varmekapasitet. Konstruksjonene holder på varmen når nattetemperaturen synker på vinterstid og motsatt når dagtemperaturen stiger om sommeren. Begge deler kan utnyttes til å redusere energibehovet, både til oppvarming og kjøling. I figur 3 viser den stiplede kurven inne-temperaturen i en tung konstruksjon over et vårdøgn. Den heltrukne linjen viser innnetemperaturen i en lett konstruksjon.

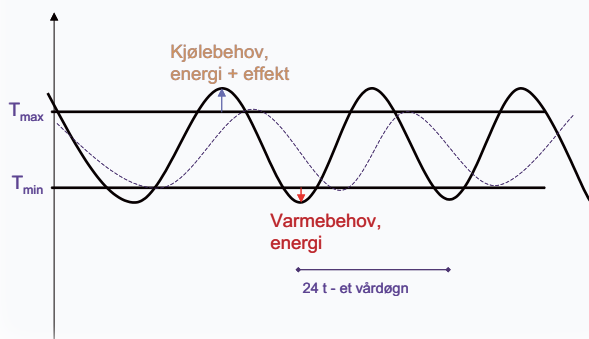


Fig 3 : Varmelagring



Lydisolering

Boliger i mur og betong gir god lydisolasjon, og skjermer spesielt godt mot luftlyd og støy utenfra, betydelig bedre enn for lette fasadematerialer.

Formbarhet

Betong inviterer til kreative løsninger og utradisjonelle uttrykk. Materialet er plastisk og kan brukes til å skape dramatiske former andre materialer vanskelig kan oppnå.

Overflate – estetiske uttrykk

Selv om betong brukes mye som bærende konstruksjonsmateriale, er det i de senere år blitt stadig mer populært å eksponere betongen, både inne og ute. I så måte har betongen grenseløse muligheter, både gjennom valg av betongtype, støpeteknikk og etterbehandling. Dette kan også utnyttes i kunstnerisk utsmykking, utemøbler og skulpturer.

Brannsikkerhet

Betong brenner ikke, og hindrer således også spredning av brann.

Nyere forskning viser at det økonomiske tapet ved branner i Sverige innen kategorien trehus, er nærmere fem ganger høyere pr leilighet og brann enn i kategorien Stenhus (betong).

BETONG I LIVSLØPSPERSPEKTIV

I et livsløpsperspektiv er det viktig å se teknisk og økonomisk levetid i sammenheng. Betong er et materiale som bidrar positivt.

Planleggere, utbyggere og brukere blir stadig mer bevisst betydningen av livsløpsplanlegging og tilhørende livsløpskostnader. Endrede krav til det som foregår i bygningene kommer raskere, det er derfor viktig å skjelne mellom de deler som skal ha lang funksjonstid og de som kan ha kort.

Teknisk levetid og vedlikeholdsbehov

Figur 4 synliggjør prinsipper om nedbrytning av bygningsdeler.

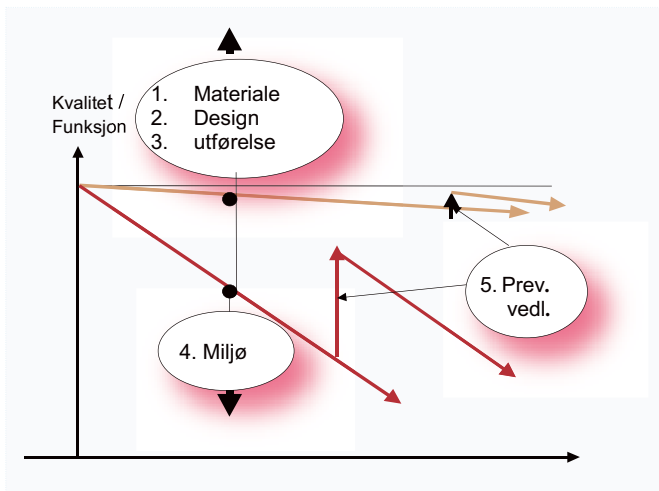


Fig 4 Levetidsmodellen

De tre første parameterne (materiale, design, utførelse) bestemmer hvilken motstand mot påkjenninger som er tilstede i nedbrytende påkjenninger. Parameter 4 (miljø) er den nedbrytende påkjenningen, mens parameter 5 (vedlikehold) er den korrektive parameteren for å øke motstanden igjen. Disse fem parameterne vil til sammen gi den forventede tekniske levetiden, dvs. når kvaliteten blir dårligere enn hva som er satt som akseptnivå.

En best mulig motstandskraft reduserer kostnadskrevende skader samt minimerer vedlikeholdsinnsatsen. God materialkvalitet, design og utførelse betyr at man kan følge den brune kurven i Fig 4 i stedet for den røde, og derved oppnå lang teknisk levetid.

For de enkelte parametere skal nevnes

1. Materiale

Styrke, tetthet, håndtering, transport

2. Design

Erfaring hos arkitekter og byggt tekniske konsulenter. Detaljer, overganger mellom materialer/ komponenter, kvalitetssikring

3. Utførelse

Dyktige håndverkere
Kontroll av utførelse

4. Miljø

Fysiske og kjemiske påkjenninger, både innenfra og utenfra
Bruk av bygget / konstruksjonen

5. Preventivt vedlikehold

Tilstandsbasert
Må gjennomføres før følgeskader kan oppstå



LIVSSYKLUSKOSTNADER (LCC)

Konstruksjoner i betong legger grunnlaget for lave livssyklus-kostnader.

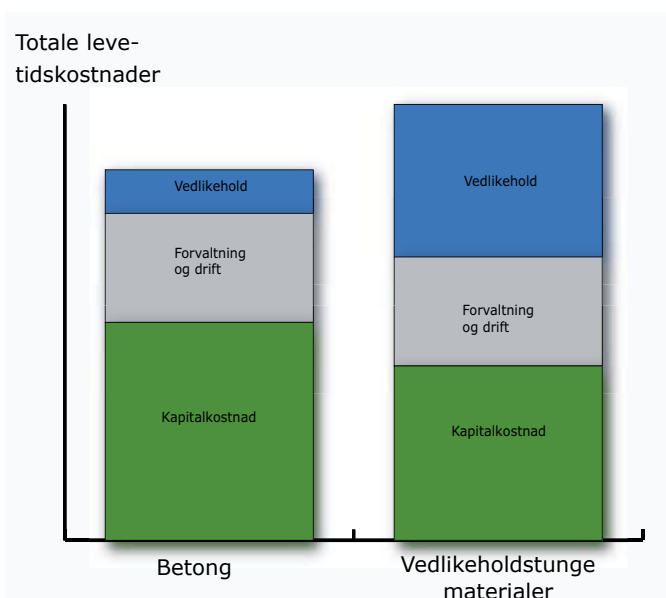
Livssyklus-kostnader omfatter alle kostnader i en bygningens brukstid, det vil si fra investering ved anskaffelse, via FDVU (forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) i driftsfasen til kostnader ved riving (minus evt restverdi)

Kalkyler utføres for ulike formål, alt fra å sammenligne konsepter, prosjekter eller bygninger og ned til alternativsvurderinger av bygningskomponenter, materialer og systemer.

Investeringen som gjøres i materialkvalitet, design og utførelse, jfr. figur 4, utgjør sammen med vedlikeholdsbehov og den forventede levetiden, viktige parametere for analyse av livssyklus-kostnadene for en bygningsdel. I tillegg må kalkulasjonsrente og betraktningsperiode bestemmes. Riktig forhold mellom investerings- og drifts-/ vedlikeholdskostnader gir optimal ressursbruk.

Betongkonstruksjoner kan ha noe høyere investeringskostnad enn andre løsninger. Men sett i sammenheng med vedlikeholdskostnadene vil imidlertid en LCC-analyse vise at betong er mer fordelaktig enn andre, mer vedlikeholdstunge materialer. Figur 5 viser dette.

Totale levetidskostnader er alle kostnader i bygningens (bygningssdelens) brukstid, neddiskontert til nåverdi.



Figur 5

Diagrammene er ikke basert på en reell beregning, men viser de generelle prinsippene som gir at investering i kvalitet og varighet kan lønne seg på sikt.

Du kan selv analysere konkrete byggedetaljer ved å gå inn på nettstedet byggutengrenser.no og klikke på "livsløpskalkulatoren".

Det påpekes at det i tillegg til beregninger av livssyklus-kostnader også vil være andre faktorer som har betydning for valg av løsning. Eksempelvis krav til utseende/arkitektur, ambisjonsnivå for vedlikehold, spesielle påkjenninger, fasadedetaljer, brannmotstand, energibesparelser, tilpasningsdyktighet, mulighet for gjenbruk mm.

TILPASNINGSDYKTIGE BYGNINGER

Bærekraftige bygg skal ikke bare ha lang teknisk levetid, men også lang funksjonell levetid.

Betongens kvaliteter, ikke minst knyttet til formbarhet og bæreevne, gir gode muligheter for etablering av store åpne flater (lange spennvidder) og store lastkapasiteter som gir bygninger både god fleksibilitet (mulighet for endring av arealdisponering), generalitet (bruk til ulike funksjoner) og elastisitet (bygges på/til).

I forbindelse med livsløpsplanlegging er det viktig å være klar over at en bygning sjelden (aldri) står uforandret gjennom levetiden. De aller fleste bygninger gjennomgår en rekke endringer som gjennomføres for å kunne gi tilfredsstillende egnethet for virksomheten i bygget. Enten som følge av at virksomheten endrer seg, eller som følge av ny virksomhet.

For at bygningene skal ha en lengst mulig brukstid, opp mot den tekniske levetiden, er det følgelig av stor betydning at den innehar tilstrekkelig tilpasningsdyktighet til å kunne imøtekomme de nye og endrede funksjonelle kravene.

PROGRAMMER

Det finnes en rekke programmer tilgjengelig som tar for seg problemstillinger vedrørende livssyklus kostnader. Av norske programmer og hjelpemidler nevnes følgende:

Statsbygg har utviklet programmet LCprofit med tilhørende veiledning. Dette kan lastes ned fra internett på www.lcprofit.com

Multiconsult har i samarbeid med byggutengrenser.no utviklet et enkelt webbasert verktøy for beregning av livssyklus kostnader på bygningsdelsnivå.

Dette finner man på www.byggutengrenser.no

Skriftlige hjelpemidler / kilder

Norsk Standard 3454 "Livssyklus kostnader for byggverk – prinsipper og struktur" [Norges Standardiseringsforbund. Utgave 2, 2000]

Årskostnader, Bok 1 – 3: "Beregningsanvisning for bygninger", "Bygninger i bruk" og "Beregningseksempler". [RIF, NBI, Statsbygg. 1993]

Livssyklus kostnader for byggverk – innføring og prinsipper [RIF 2003]

Byggedetaljblad 624.010 "Livssyklus kostnader for byggverk. Beregningseksempler" [NBI, 2002]

Byggedetaljblad 620.015 "Levetider" [NBI, 1997]

Byggedetaljblad 620.015 "Levetider". (NBI, 1997)

www.byggutengrenser.no

"Skaperevne og initiativ – Byggenæringen i 100 år, 1905 – 2005". Per Helge Pedersen / Øyvind Steen. Byggeindustrien/Bygg og Anlegg Media AS. 2005.

"The CO₂-balance of concrete in a life-cycle perspective". DTI (Dansk Teknologisk Institutt) v/ Knut Kjellsen, Maria Guimaraes og Åsa Nilsson.

"Brand i Flerbostadshus". Rapport av Olle Lundberg på oppdrag fra Betongforum.

Utarbeidelse: *Multiconsult AS i samarbeid med Norcem AS.*

Uforming: *Norcem AS*

Rettingshaver: *Norcem AS, Lilleakerveien 2b, 0216 Oslo*



Fotos: Yara Norge, Jiri Havran, Jaro Hollan, Nina Reistad, Scanpix Norge, John Lerskaug

Riktige utførte betongkonstruksjoner

- gir store muligheter til formbarhet og overflateuttrykk
- gir muligheter for maksimalt tilpasningsdyktige bygninger som vil bety lang bruks- og levetid for bygget
- har lang teknisk levetid, er bestandige og trenger lite vedlikehold, noe som gir fordelaktige livssyklus-kostnader
- har gode egenskaper mht lydisolering og varmelagring, er energivennlige og har god motstand mot brann
- har restverdi ved riving da materialene kan gjenbrukes

I sum gir dette en konstruksjon som gjennom et livsløpsperspektiv er miljøvennlig og kostnadseffektiv.