

KAPITEL 27



FIGUR 218. Åben grusgrav hvorfra der indvindes sand, grus og knuste sten. Shutterstock.

FRA SAND, STEN OG KALK TIL BETON

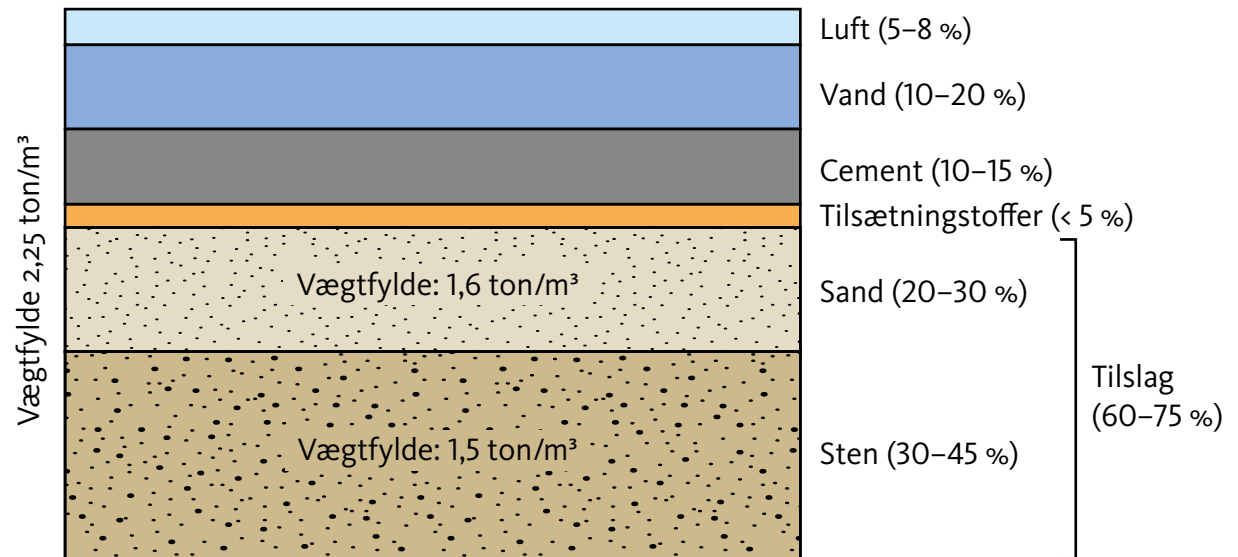
FRA SAND, STEN OG KALK TIL BETON

Beton består af sand, grus og cement samt vand. Beton er det mest anvendte byggemateriale i verden, fordi det som materiale er formbart og kan benyttes til bærende konstruktioner i byggeriet. Desuden kan betons overflade behandles, og der kan opnås en bred vifte af strukturer, mønstre og farvenuancer, så arkitekter og entreprenører kan give betonbyggeri mange forskellige udtryk. Beton kaldes derfor også 'materialet med de mange ansigter'.

Sand og sten som bruges til beton kaldes for tilslagsmaterialer og har den fordel, at de er tilgængelige på det meste af jordkloden. I nogle tilfælde erstattes sand og sten af knuste bjergarter, også kaldet skærver. Ved at bruge enten lokalt produceret eller importeret cement, kan beton fremstilles lokalt de fleste steder i verden. I Danmark bruger vi beton til bygninger, veje og broer, som er lavet af danske råstoffer: sand og sten fra grusgrave og cement udvundet fra kalkgrave primært i Nordjylland.

RÅSTOFFER TIL BETON

Sand, sten, cement og vand anvendes i varie-



rende mængder afhængigt af, hvad betonen skal bruges til. De fleste betontyper er dog lavet ud fra opskriften i figur 219.

TILSLAGSMATERIALERNE

Sand og sten omtales som nævnt tilslagsmaterialerne og udgør normalt 60–75 % af betonens volumen. Man kalder det sand og sten, men reelt er det en blanding af sand, grus og sten i forskellige størrelser; fra mindre end 1 mm og op til omkring 64 mm. For at undgå hulrum i den færdige beton, som kan svække

FIGUR 219. Beton består af sten, sand, cement og vand samt en lille smule tilsætningsstoffer, som giver betonen særlige egenskaber. Efter Rosholm et al. (2016) .

betonens styrke, iblandes sand, grus og sten, da de kan 'pakkes' i betonen, så der bliver færre hulrum, der skal fyldes med det mere finkornede materiale.

Der stilles krav til tilslagsmaterialerne. Det må ikke indeholde hverken flint eller jord (humus), da begge dele nedbryder betonen i løbet af en kort årrække. Strandsand har ofte indhold af klor, som er skadeligt for betonen, og da kornene typisk er af næsten samme størrelse, hvilket gør betonen mindre stærk, er strandsand ikke særligt benyttet. Det er med andre ord nødvendigt at bruge sand- og stenforekomster, som opfylder disse krav.

Danmark har store forekomster af sand, grus og sten, som findes i dele af istidslandska-bet. Mange af disse forekomster udnyttes som grusgrave, hvorfra der indvindes netop sand, grus og sten. Grusgravene ligger over hele landet og leverer tilslagsmaterialer til beton, men fordelingen af sand, grus og sten varierer i forhold til den geologiske historie, og derfor er nogle grusgrave mere attraktive end andre i forhold til betonproduktion. Grusgrave med højt indhold af grus og sten, som især findes i randmoræner og åse, er i høj kurs, da der er relativt underskud af den-

ne type tilslagsmaterialer.

Indvindingen af tilslagsmaterialerne foregår i grusgravene, hvor de graves ud med grave-maskine og efterfølgende sorteres i forskellige kornstørrelser på store mekaniske sigter (figur 220). Da grusgrave almindeligvis kun er i produktion i 10-20 år med relativt små årlige produktioner (set i forhold til metal-miner), bliver der ikke investeret i jernbaner til at transportere produkterne til aftagerne. Transporten fra grusgrave sker næsten udelukkende med lastbiler. I enkelte tilfælde køres tilslagsmaterialerne til en havn, hvorfra det udskibes.

Der findes også tilslagsmaterialer i farvande-ne omkring Danmark, da havbunden mange steder består af oversvømmede istidsland-skaber med moræner, åse og bakkeøer. Denne type forekomster udnyttes også, da myndighederne har godkendt, at udvinding kan ske i bestemte afgrænsede områder. Råstofferne i disse 'hav-grusgrave' udvindes ved hjælp af mindre specialskibe, ofte omtalt som sandsugere, udstyret med en pum-pe, så sand, grus og sten kan suges op fra havbunden (figur 220. b). Skibene sorterer materialerne under oppumpningen, hvoref-

ter materialerne sejles til specielle havne-pladser, hvorfra det kan videredistribueres til aftagerne med lastbil eller skib.

Sand, grus og sten udgør den klart største mængde af de danske råstoffer, men det er kun en mindre del, der bruges til beton, den største mængde benyttes som underlag til veje og bygninger, hvor der stilles færre krav til materialerne. I 2015 blev der indvundet i alt 32,3 mio. m³ sand, grus og sten. Heraf blev 76 % indvundet på land, mens de resterende 24 % blev indvundet fra tildelte områder i de danske farvande og losset i forskellige danske havne.

Ved enkelte specielle bygningsopgaver hvor der ønskes en særlig holdbar beton, bliver tilslagsmaterialerne sand og sten erstattet af knuste bjergarter, ofte omtalt som skærver. Der har været en lille produktion af skærver fra Bornholms granitter, men ellers importeres skærver primært fra Norge.

Langt fra alle forekomster af sand og sten kan opfylde kravene til tilslagsmaterialer til beton, og entreprenørerne, der har retten til at indvinde, undersøger hele tiden, hvor de kan grave i fremtiden. Men ofte kan egnede områder være udlagt til andre formål, eller

FIGUR 220. Betonproduktion i billeder.

A. Udslibning af cement fra Aalborg Portlands cementfabrik ved Limfjorden.

B. Kalkbrud på Stevns har været anvendt til både læsket kalk og cement.

C. Betonelementer til metrobyggeri i København.

D. Sand og grus må transportes over store afstande fra grusgrave til byområder. I Europa foregår det mange steder med flodpram som her i Tyskland.

E. Knust beton genanvendes i ny beton, hvor det kan erstatte grus og sten og dermed spare ressourcer.

F. Lastbil henter sten i en grusgrav. I Danmark transporteres langt hovedparten af sten og grus med lastbiler fra grusgravene til betonfabrikkerne.

Fotos fra Shutterstock.

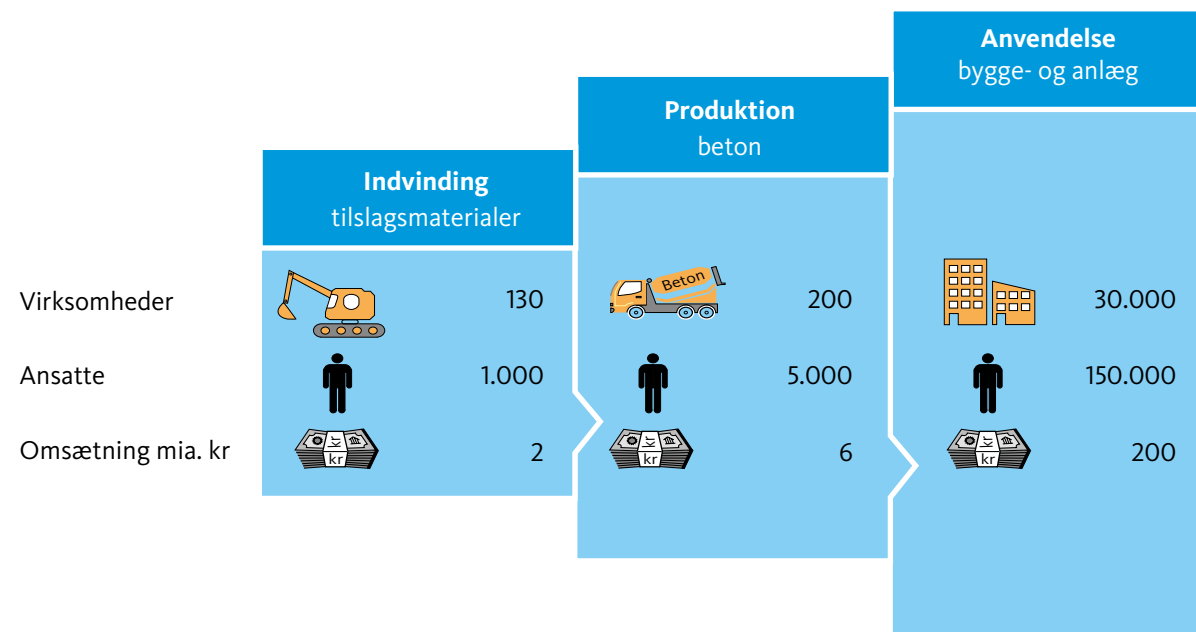


jordejeren ønsker ikke en grusgrav på sin jord, ligesom fiskere kan være imod, at der suges tilslagsmaterialer op fra områder, hvor de fisker. Samlet betyder det, at indvinding af tilslagsmaterialerne er udfordret af både miljøpåvirkninger og af konkurrencen om landområderne, som måske bruges til landbrug, veje, byer og skove. Samtidig påvirkes indvindingen af NIMBY-fænomenet (efter engelsk 'Not In My Back Yard'), som betyder, at borgere peger på en række lokale forhold, der gør, at råstofindvindingen ikke lige skal foregå, der hvor de bor.

Både grusgravning på land og indvinding af marine tilslagsmaterialer påvirker miljøet. I grusgravene er det særligt støj og støv, som generer de omkringboende, og visse steder kan indvindingen forstyrre grundvandet. Indvinding af de marine tilslagsmaterialer kan ødelægge bundforhold for fisk og fauna.

CEMENT

Cement laves af råstofferne kalk og ler i forholdet 3:1. Kalken og leret er først blevet blandet og brændt i en roterende rørovn, hvor kalk og ler langsomt føres fremad, så det er færdigbrændt, når det er kommet



igennem rørovn. Efter brændingen er blandingen blevet til små klumper, som bliver knust til et gråligt pulver, som er cement.

I Danmarks undergrund er der store aflejringer af kalk- og kridtholdige bjergarter. I den østlige del af Sjælland og i Limfjordsområdet i Nordjylland er disse kalkbjergarterne blottet. Kalken i disse områder er igennem mange år blevet udnyttet til både landbrugs-kalk og til fremstilling af cement. I dag er

FIGUR 221. Forsyningskæde for beton. Værdien af produkterne fra udgravning af råstofferne til den færdige beton øges væsentligt, og råstofferne skaber arbejdspladser. Efter Rosholm et al. (2016).

Aalborg Portland den eneste cementfabrik i Danmark, og fabrikken får alle deres kalkråstoffer fra egne kalkgrave i nærheden af fabrikken (figur 220. c).

FRA RÅSTOFFER TIL BETON

I Danmark består en meget stor del nybyggeri af samlesæt af betonelementer, som er fremstillet på en betonvarefabrik (figur 220. d). Disse betonvarefabrikker fremstiller skræddersyede elementer af vægge, facader og gulve til nybyggeri.

Betonvarefabrikkerne køber deres tilslagsmaterialer fra enten grusgrave på land eller i havet eller fra en havn. Tilslagsmaterialerne transporteres til fabrikken, hvor det bliver blandet med cement, vand og tilsætningsstoffer i forhold, som passer til det, der skal fremstilles. Betonblandingen hældes i støbeforme med de mål, som arkitekter og ingeniører har valgt. Når betonen er størket i formen, køres elementerne, oftest på specielle lastbiler, ud til byggepladserne, hvor de bliver monteret og danner skelettet i bygninger. I mange tilfælde fremstilles disse elementer i det østlige Jylland, hvor der er mange velegnede grusgrave, men betonele-

menterne bruges i byer i hele Danmark.

Til byggeopgaver bruges også beton i flydende form. Til sådanne opgaver har betonfabrikkerne blandet betonen, så styrke og flydeevne passer præcis til opgaven. Betonen bliver bragt til byggepladser af specielle lastbiler, som har monteret en roterende beholder; på byggepladsen kan lastbilen pumpe betonen hen til de områder i byggeriet, hvor den skal bruges.

Hver gang der sker en forarbejdning af de råstoffer, der indgår i beton, tilføjes produktet en højere værdi. Det gælder fx når sand og grus er gravet op og sorteret, eller når kalken er gravet op og brændt til cement, og igen når disse råstoffer er blandet sammen til produktet beton. Værdien stiger yderligere, når beton blive brugt til fremstilling af betonelementer.

Forarbejdning af råstoffer giver også arbejdspladser. I grusgravene og på de sandsugere som henter sand og grus i de danske farvande, er der tale om forholdsvis få beskæftigede, men antallet af beskæftigede er stigende i de næste led i forsyningskæden (figur 221).

BETON OG CO₂-BELASTNINGEN

Fremstilling af cement er meget energi-krævende, og da cement bruges i store mængder (ca. 4,7 mia. ton i 2018) til beton over hele verden, er miljøaftrykket af beton ganske betydelig.

Dansk Betonforening har beregnet, at CO₂-udledningen fra cementproduktion udgør ca. 5 % af verdens totale CO₂-udledning. Til gengæld har betonkonstruktioner en meget lang levetid, og vurderes CO₂-belastningen over betonbyggeriets levetid, er miljøbelastningen for beton relativ lille.

Den geografiske tilgængelighed af råstofferne betyder, at de nogle gange skal transporteres over store afstande, hvilket bidrager til byggeriets miljøbelastning.

NØGLEBEGREBER

- Beton
- Cement
- Kalk
- NIMBY – Not In My Back Yard
- Skærver
- Tilslagsmateriale

REFERENCER

Rosholm, L. S., Kalvig, P., & Fold, N. (2016).
Råstofforsyning: Fra sand og sten til betonbyg-
geri (Nr. 2016/2). Videntcenter for Mineralske
Råstoffer og Materialer (MiMa).