

Resirkulering og gjenbruk av betong

Nasjonal plan for bygge og anleggsavfall sier at 70% av avfall fra bygge og anleggsvirksomhet innen 2020 skal gjenbrukes.

«Betongavfall» er mulig å resirkulere til produksjon av ny betong eller som fyllmasser til grøfter, bærelag eller forsterkningslag ved anleggsarbeider.

Miljøkomiteen i NB har sammen med fagfolk i bransjen, utarbeidet en serie temaartikler basert på [miljøbrosjyren](#) «Visste du dette om betong og miljø?»



I artikkelen «**Resirkulering og gjenbruk av betong**» kan du lese mer om hvordan «betongavfall» kan brukes bærekraftig, hvilke erfaringer bransjen har i dag og hvilken forskning som må gjøres for at gjenbruken er bærekraftig.

Dette er den **syvende** av flere temaartikler publisert i Byggeindustrien. Artikkelen er i sin helhet gjengitt under med tillatelse fra Byggeindustrien.

29 juni 2018

På vegne av
Miljøkomiteen i Norsk Betongforening.

Knut Bryne og Morten Bjerke

Resirkulering og gjenbruk av betong

Professor

Stefan Jacobsen,

Institutt for konstruksjonsteknikk,
NTNU, Trondheim

Innen 2020 skal 70 % av bygge- og anleggsavfall gjenbrukes i henhold til nasjonal plan for bygge- og anleggsavfall (1). Dersom dette skal overføres til betong blir spørsmålet hvordan skal betongbransjen klare dette? Denne artikkelen tar for seg resirkulering av betong og ubundet bruk som tilslag i grøfter, bærelag, forsterkningslag etc (vanligst) eller bundet bruk i produksjon av ny betong. Artikkelen inngår i Norsk Betongforenings serie

1. Mengder og behandling

Årlig genereres ca. 1,5 mill tonn avfall fra BA bransjen i Norge og av dette er mesteparten betong, tegl/mur og asfalt; anslagsvis 0,8 mill tonn er betong. Sammenlignet med årlig forbruk av betongtilslag i Norge på ca. 10 mill tonn utgjør dermed Byggeavfallet en betydelig mengde dersom det kan resirkuleres uten økte kostnader og miljøbelastning og kvaliteten er tilfredsstillende. Markedsmessig er det nok i større prosjekter og i og rundt de større byene (Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Drammen etc.) dette er mest aktuelt. Det er krav om utarbeidelse av avfallsplan og kvalitetssikring ved riveprosjekter, det er utarbeidet veiledere som skal sikre både miljømessig og teknisk kvalitet og det finnes et etablert marked for dette i et par-tre av de største byene (1-3). Betong og murverk kan i prinsippet resirkuleres ved å gjenbrukes som løst tilslag (ubundet bruk) eller i nye sementbaserte produkter, f.eks. betong (sementbundet bruk). Før dette kan gjøres mottas og behandles rivningsbetong på sentrale mottak eller på stedet på større bygg og anleggsprosjekter (bygge-, rive- og/eller rehabiliteringsprosjekter). Dette skjer etter at avfallsplan er laget med opplysninger om opprinnelsen til betongen og offentlige krav



Godt armerte betongkonstruksjoner ble på Tjuvholmen i Oslo og ble resirkulert.

Arkivfoto: Anne-Beth Jensen

til kontroll, kartlegging av innhold av miljøgifter og miljøsanering og er oppfylt (1). Deretter fjernes armeringsstål og betongen knuses og fraksjoneres i et pukkverk.

Sammensetningen kan måles ved korntelling (betong, tegl, naturlige bergarter/mineraler, mur, puss, annet, gjenværende forurensninger (gips, plast, papir, papp, tre etc)). Sammensetning og egenskaper (korndeling, densitet, vannoppsug etc) måles/kvantifiseres og deklarerer (2,3,4).

2. Ubundet bruk - fyllmasser og CO₂ opptak

Erfaringen så langt er at drøyt 90 % av resirkulert tilslag fra rivingsbetong gjenbrukes i ulike ubundne anvendelser hvorav ca. halvparten er oppfylling / tilbakefylling hvor det ikke stilles spesielle krav til den tekniske kvaliteten (1). Gitt at avfallsplan og kvalitetssikring er gjennomført for å unngå spredning av miljøgifter og sammensetning og egenskaper er deklareret, regnes det som resirkulering når bruken oppfyller en prosjektert del av et

byggprosjekt. Den tekniske beskrivelsen i prosjekteringen kan f.eks. gjelde drenerende evne, støtte rundt rør i grunne ledningsgrøfter, mekaniske egenskaper til bærelag, forsterkningslag etc. i veier. Iflg Statens vegvesen (6) tilfredsstiller resirkulert betong og tegl for eksempel vanligvis krav til mekaniske egenskaper for nedre forsterkningslag (6). Dersom nedknust betong bare tilføres et prosjekt som for eksempel oppfylling /tilbakefylling uten å være prosjektert snakker vi om deponeering. Imidlertid bidrar slik uspesifisert bruk av ubundet resirkulert betong allikevel positivt til miljøet med CO₂ opptak hvis den knuste betongen kan karbonatisere fritt (7). Dette CO₂-opptaket blir mer effektivt i betong etter knusing i et pukkverk sammenlignet med i hele konstruksjonsdeler (vegger, dekker etc) (7).

3. Bundet bruk - ferdigbetong med resirkulert tilslag til Pilestredet Park

Erfaringen i Norge så langt er altså

at under 10% av resirkulert betong benyttes som betongtilslag. Rundt omkring i verden finnes mange hverdagsseksempler på bruk av resirkulert betong i produksjon av ny betong. I Norge finnes flere fullskala eksempler, bl.a. i betongelementer (8) produsert av Spenncon og første gang benyttet av Skanska i Pilestredet Park, samt i ferdigbetong produsert av UNICON (9,10) og benyttet i Pilestredet Park av PEAB. Ved nedlegging/flytting av Rikshospitalet stilte byggherre/tomteeier/tomteselger Statsbygg strenge miljøkrav til nybygg på den gamle tomte. Det var bl.a. krav til 25% vektandel gjenbruksmaterialer (11) av totalvekten av den nye bygningskonstruksjonen. Tabell 1 viser en enkel oversikt over variasjonsområde for praktisk oppnåelig gjenbruksandel i en "byggbetong" produsert og deklareret (3) med materialer fra Oslo-området (5) i forbindelse med planlegging av Prosjekt utsyn i Pilestredet Park.



FRA EKSPERTENE

Tabell 1 viser hvordan andelen gjenbruksmateriale enkelt kan økes til i størrelsesorden 18-25% av betongen. Med slike moderate mengder er endringer i prosjekteringen av betongkonstruksjonen ikke nødvendig iht. (2). Tabell 1 viser og at tilslaget er den viktigste gjenbrukskomponenten med 270 – 360 kg/m³ betong. Tabell 2 viser 2 ulike resepter som ble utarbeidet i samarbeide mellom NTNU, entreprenør PEAB og ferdigbetongprodusent UNICON med 16.3 – 17.5% gjenbruksmaterialer (9,10).

Tilslaget i tabell 2 var kommersielt tilgjengelig fra et sentralt mottak i Oslo (5) og ble brukt i ordinær produksjon av ferdigbetong. Produksjonen med disse reseptene var ikke helt uten praktiske problemer, bl.a. p.g.a. variasjon både i tilslagets absorpsjon og fuktinnhold. Absorpsjonen varierte mellom 6,5 og 9% med 8% som en praktisk verdi, mens fuktinnholdet varierte fra 13% helt i starten til 6-7% (9,10). I 1 m³ betong var dermed variasjonen i absorpsjon opptil (0,09-0,065)*~300=7,5 kg mens variasjonen i fuktinnhold var opptil (0,13-0,06)*~300=21 kg. Dette kan forårsake variasjon i effektiv v/b på opp mot 0,07. Med slike variasjoner er en forutsigbar og stabil konsistens og fasthet vanskeligere å oppnå sammenlignet med normal betong. På byggeplassen ble det kommentert at det var større konsistenstap enn med ordinær byggbetong og etterdosering av tilsetningsstoff ble brukt en del for å kompensere for variasjoner i bearbeidbarhet. Fasthetskravene og krav for øvrig i (2) ble overholdt i produksjon av de to betongkvalitetene i tabell 2 som i all hovedsak ble brukt i plasstøpte vegger og plattendekker i Utsyn (9,10). Med unntak av de nevnte ulempene i fersk betong og gitt at egenskaper for herdet betong ikke reduseres er det altså fullt mulig å gjenbruke betong i betong. Egenskaper for herdet betong inkluderer konstruktive egenskaper (fasthet, E-modul, kryp, svinn etc) og bestandighet (alkalireaksjoner, kjemisk nedbrytning, frostbestandighet etc). Disse må ikke påvirkes negativt slik at det går ut over funksjonsdyktigheten og langtidbestandigheten til betongkonstruksjonen. Mye kunnskap og informasjon om støpelighets-, fasthets-, langtidsegenskaper og miljøeffekter er utviklet og publisert både nasjonalt og internasjonalt, se (1-13) og bør studeres før produksjon av ny betong med resirkulert tilslag.

Tabell 1 Praktisk oppnåelig andel resirkulerte materialer i "bygg-betong" ved enkleste utnyttelse av tilgjengelige resirkmaterialer og eksisterende regelverk (9,10).

Delmateriale	Typiske mengder (kg/m ³)	Mengde resirk (kg/m ³)	Vekt-% resirk
Flyveaskeement	300 - 400	60 - 80	20
Silikastøv	0 - 20	0 - 20	100
Resirkulert vann	180 - 240*	90 - 128**	100
Lignosulfonat (tørstoff)	1	1	100
Tilslag	1800	270 - 360***	15 - 20
Betong	Ca 2400	421 - 588	18 - 25

*: v/b = 0,60, **: kjemisk og fysisk bundet vann tilsvarende v/b = 0,30

***: ikke begrensning, men krever ingen ekstra prosjektering iht (2)

Tabell 2 Betong sammensetning fra UNICON (kg/m³ hvis ikke annet angitt)

Delmateriale	B30M60 (vegg)	B35M40 (dekke)
Norcem std FA	239	402
Norcem Anlegg	97	-
Silika støv	10	17
Sand 0-8	977	901
Pukk 8-16	473	515
Resirk tilslag 8-22	316	308
Tilsetningsstoff	1,68P ¹ +2,2SP ²	3,2P ¹ +4,8SP ² +1,6L ³
Tilsatt vann	182	166
Densitet	2299	2318
Vekt % resirk tilslag (% tot /% > 4 mm)	33 / 55	35 / 51
Silikastøv % betongvekt	0,4	0,7
Flyveaske % betongvekt	2,1	3,5
Resirkulert betongtilslag % ny betong (Resirkulert vann % betong ⁴)	13,7 (4,4)	13,3 (5,3)
Sum Resirkulerte materialer % betong ⁵	16,3	17,5
Levert fra Unicon okt-04-1.okt 05	2744 m ³	987 m ³

P¹:MBT P Deg, SP²: Glenium 151, L³:Micro air 100 Deg ⁴: kun forsøk med resirk. vann, ⁵: vann ikke inkl.

Referanser

1. Handlingsplan 2017-2020, Nasjonal handlingsplan for bygg og anleggsfall NHP4, ISBN 978-82-998086-7-5, www.byggemiljo.no 28 s. 2017
2. Norsk Betongforenings publikasjon nr 26 Materialgjenvinning av betong og murverk for betongproduksjon (2003), www.betong.net
3. Veileder for bruk av resirkulert tilslag, RESIBA (2000), http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/04_2002_Veileder_resirkulert_tilslag.pdf
4. Jacobsen S. Deklarasjon av egenskaper for resirkulert tilslag, rapport Norges Byggeforskningsinstitutt (NBI) E 7753, 6 s., 6 appendix, 1998
5. Petkovic G. (2007) Materialdeklarasjon av resirkulert tilslag – uttesting av deklarasjonsordning www.vegvesen.no Tekn.rapp 2431 (2007) 112 s.
6. Jacobsen S. Bruk av resirkulert betong i bygg og anlegg – Statens Vegvesen konferanse 19. oktober 1999 Clarion hotel Gardermoen, 10 s. (1999)
7. Johansen K, Dahl P.A., Injar J. Hulldekker med resirkulert pukk – unngå spor av tegl, Betongindustrien 4/2000 s.14-15
8. Jacobsen S., Harrysson T. Pilestredet Park – strenge krav til gjenbruk. Hva betyr det for betongen? SINTEF/NTNU Betonginformasjonsdag 2005, Rapport STF22 A05150, ISBN 82-14-03568-6, s.28-35 (2005)
9. Jacobsen S., Harrysson T., Skaattun F., Seim H.: Production of concrete structure with recycled materials, Proc Nordic Concrete Research Meeting Sandefjord, Norsk Betongforening Publ.33 ISBN82-91341-91-5 (2005) 197-199
10. Miljøoppfølgingsprogram for Pilestredet Park (MOP), Statsbygg (1999) 39 s.
11. Dhir et al (Ed.) Sustainable construction; Use of Recycled Concrete Aggregate (RCA), Thomas Telford, London ISBN 0 7277 2726 5 (1998) 525 s.
12. Jähren P., Tongbo S: Concrete and Sustainability, CRC Press (2013) Ch.4.1 pp.181-194

Fakta

- Norsk Betongforenings Miljøkomité ønsker å spre kunnskap rundt temaet betong og miljø. NB har bedt fagfolk i bransjen ta for seg sentrale miljøaspekter med betong og presentere disse i en serie artikler. Denne er den 7. i serien og vil belyse resirkulering- og gjenbruksegenskapene til betong. Norsk Betongforening arbeider aktivt for å vise betongens betydning og muligheter i forhold til ulike miljøutfordringer.
- Miljøkomiteen baseres på solid dugnadsinnsats og har en koordineringsrolle mot en felles betongbransje sine aktiviteter. Dyktige og engasjerte medlemmer har initiert, diskutert og gjennomført aktiviteter for et utvalg miljøtema. Miljøkomiteen har til nå utarbeidet 4 rapporter der norske forskningsmiljø er brukt aktivt til nødvendig utrednings- og utviklingsarbeid.