

DAKOFA konference. Bygge- og anlægsaffald - Viden og erfaringer du ikke kan undvære 27.8.19

Erfaringer fra genanvendelse af beton i Sydhavn Genbrugscenter 2017 - 2019

Erik K. Lauritzen
Lauritzen Advising



Indhold

En god historie om genanvendelse af ca. 5.000 t beton fra skorsten på Amagerværket til anlæg af Genbrugstation Sydhavn (SGC):

- Demonstrationsprojekt
- Værdikæde
- Parter i projektet
- Nedrivning
- Transformation
- Nybyggeri
- Resultater
- Konklusioner

Beton fra HOFOR skorsten til Sydhavn Genbrugscenter (SGC)

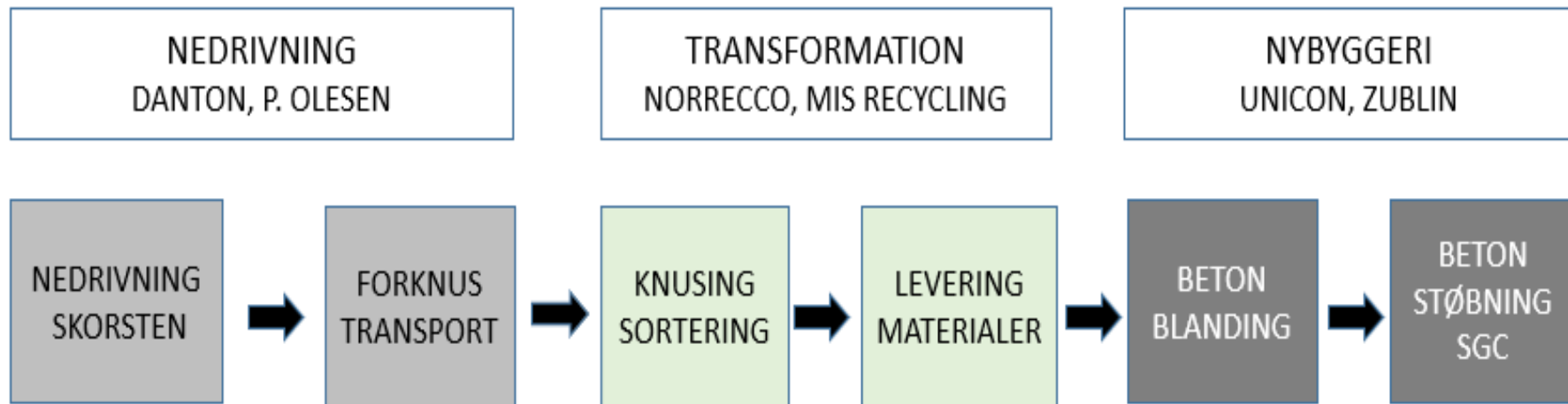
Formålet med demonstrationsprojektet er at indhente erfaringer, herunder

- at skabe overblik over hele værdikæden fra nedrivning af skorsten på Amagerværket og materialestrømmen frem til opførelse af SGC med genbrugsbeton,
- at kortlægge barrierer og muligheder, der er opstået undervejs fra nedrivning til nybyggeri, og,
- at afklare og dokumentere de væsentligste økonomiske og miljømæssige fordele og ulemper ved genbrugsbeton sammenlignet med traditionel beton og genanvendelse af beton i bærelag sammenlignet med bærelag af naturlige materialer.

Københavns Kommune's og ARC's genbrugstrategi

- Anvendelsen af genbrugsmaterialer i SGC skal være meningsfuld for at det ikke fremstår som et postulat og noget, man om nogle år peger fingre af. De skal anvendes, hvor de er ligeværdige med tilsvarende produkter, er veldokumenterede og forenelige med konstruktions- og byggeprincipper, som anvendes i byggeriet.
- Manglende synlighed af genbrugsmaterialer skal i sig selv ikke være en begrænsning for at anvende dem. Genbrugstilslag i beton er et eksempel, hvor formidlingen må ske ved siden af selve anvendelsen, f.eks. i form af borekerner og forklaringer.

Værdikæde for genanvendelse af beton



Den grundlæggende forudsætning for succes med hensyn til genbrug af beton er overblik over alle værdikædens elementer og forståelse af deres sammenhænge, herunder forståelse af betonmaterialernes egnethed til genbrug og forståelse af anvendelse af nedknust beton som tilslag i beton i nyt byggeri.

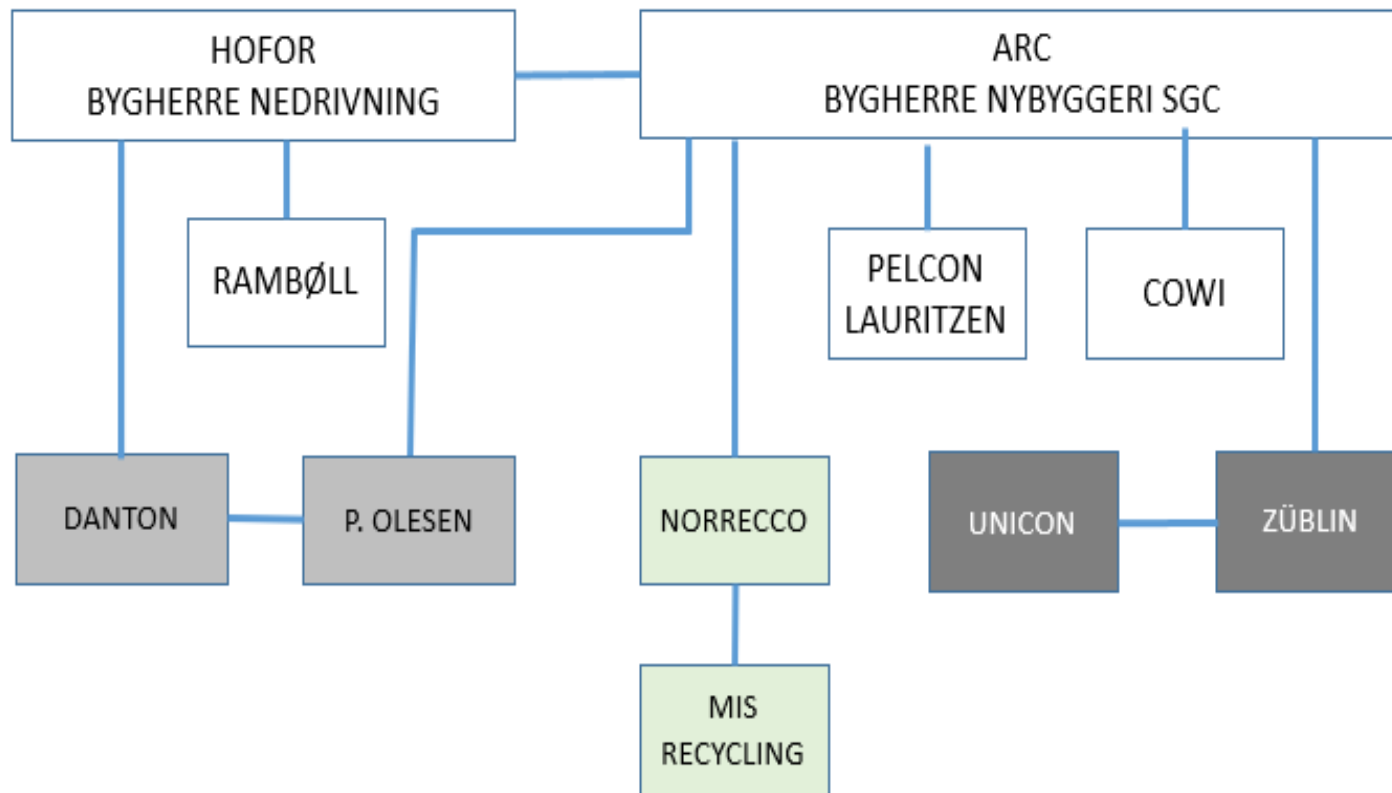
Beton fra HOFOR skorsten til Sydhavn Genbrugscenter (SGC)

Leverancen af genbrugsbeton til ringmur m.v. gennemføres som bygherreleverance.

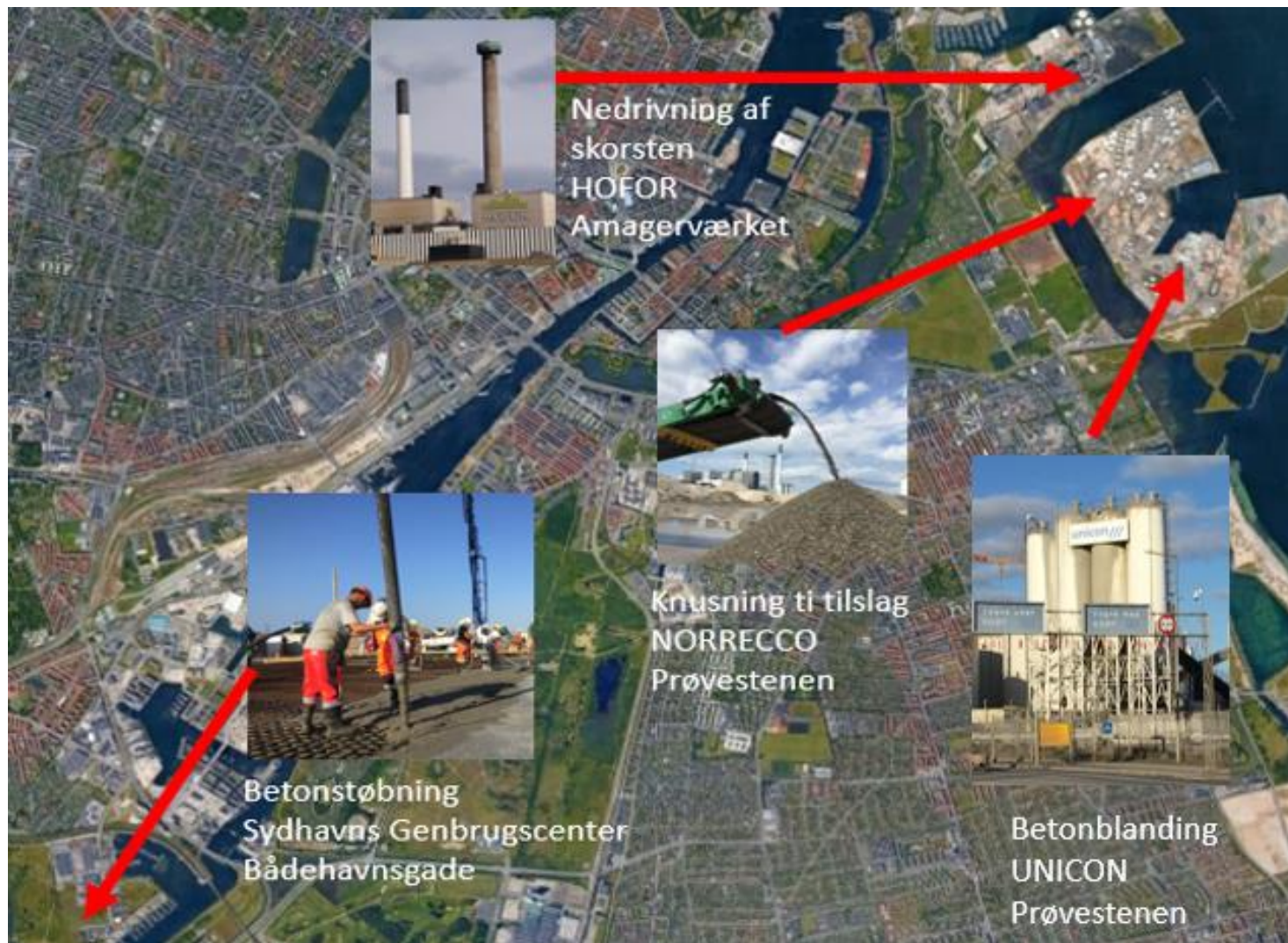
Forudsætninger:

- Identifikation af nedrivningsprojekt, bygherre og entreprenør, som kan levere betonbrokker af ønsket kvalitet og mængde i rette tidsrum.
- Nedknusning og forarbejdning af materialer i overensstemmelse med betonrecept, 04-25 mm
- Betonblanding på mobilt anlæg på byggepladsen eller stationært anlæg i nærheden af byggepladsen.
- Leverance af beton i rette tid og mængder.
- Løbende kontrol af betonproduktionen.
- Rapportering og dokumentation.

Organisation og ansvarsfordeling



Lokaliteter for projektet



Nedrivning

- Identifikation af nedrivningsprojekt, HOFOR skorsten
- Klassificering og prøvetagning af beton, prøveknusning, laboratorie undersøgelser
- Nedrivning af skorsten, hammer på platform til 30 m, nederste del med saks fra terræn.
- Start marts 2018, afslutning november 2018
- Forknusning og transport til NORRECCO



8/27/2019



Transformation

- Knusning og sortering af betonbrokker, MIS og NORRECCO
- Levering af knust tilslagsmateriale til blandeanlæg, UNICON
- Levering af knuste materialer til bærelag

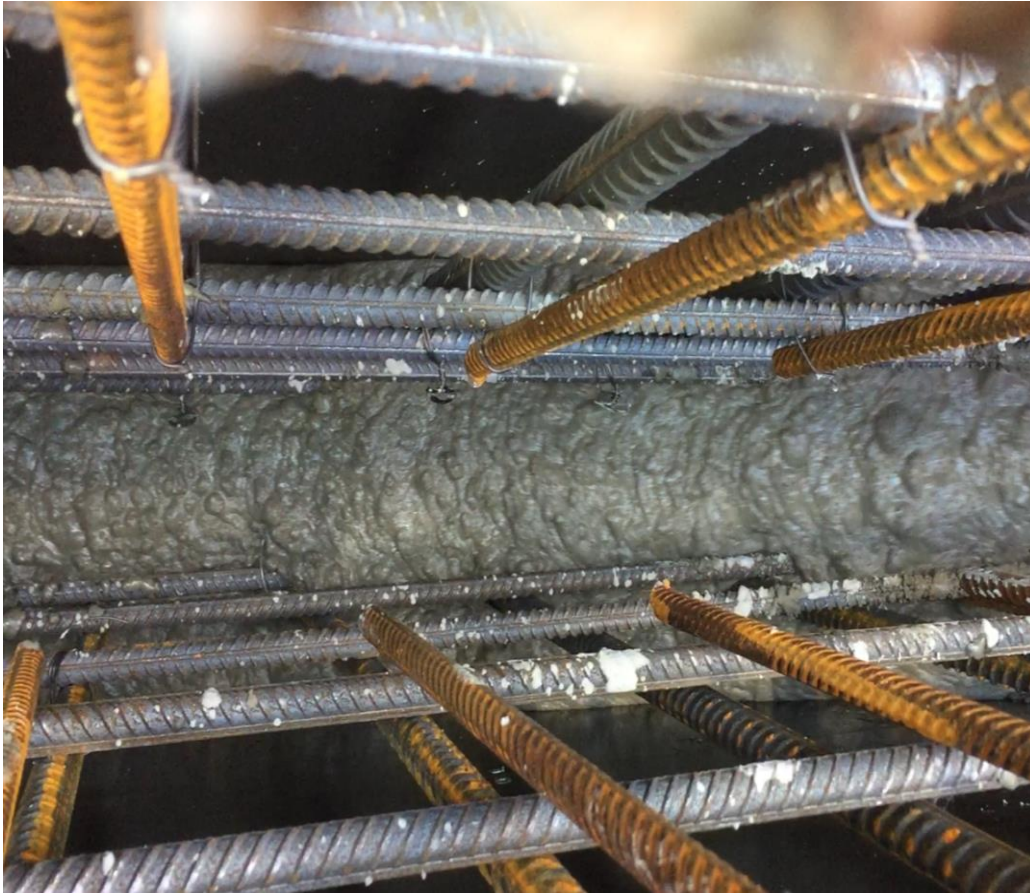
Nybyggeri, forbrug af genbrugsbeton

Bygningsdel	Mængde, m ³
Støttemur	477
Terrændæk	248
Væg	51
Fundamenter	291
Kompositdæk	21
Renselag	17
<u>Ialt</u>	1105

Nybyggeri, betonrecept

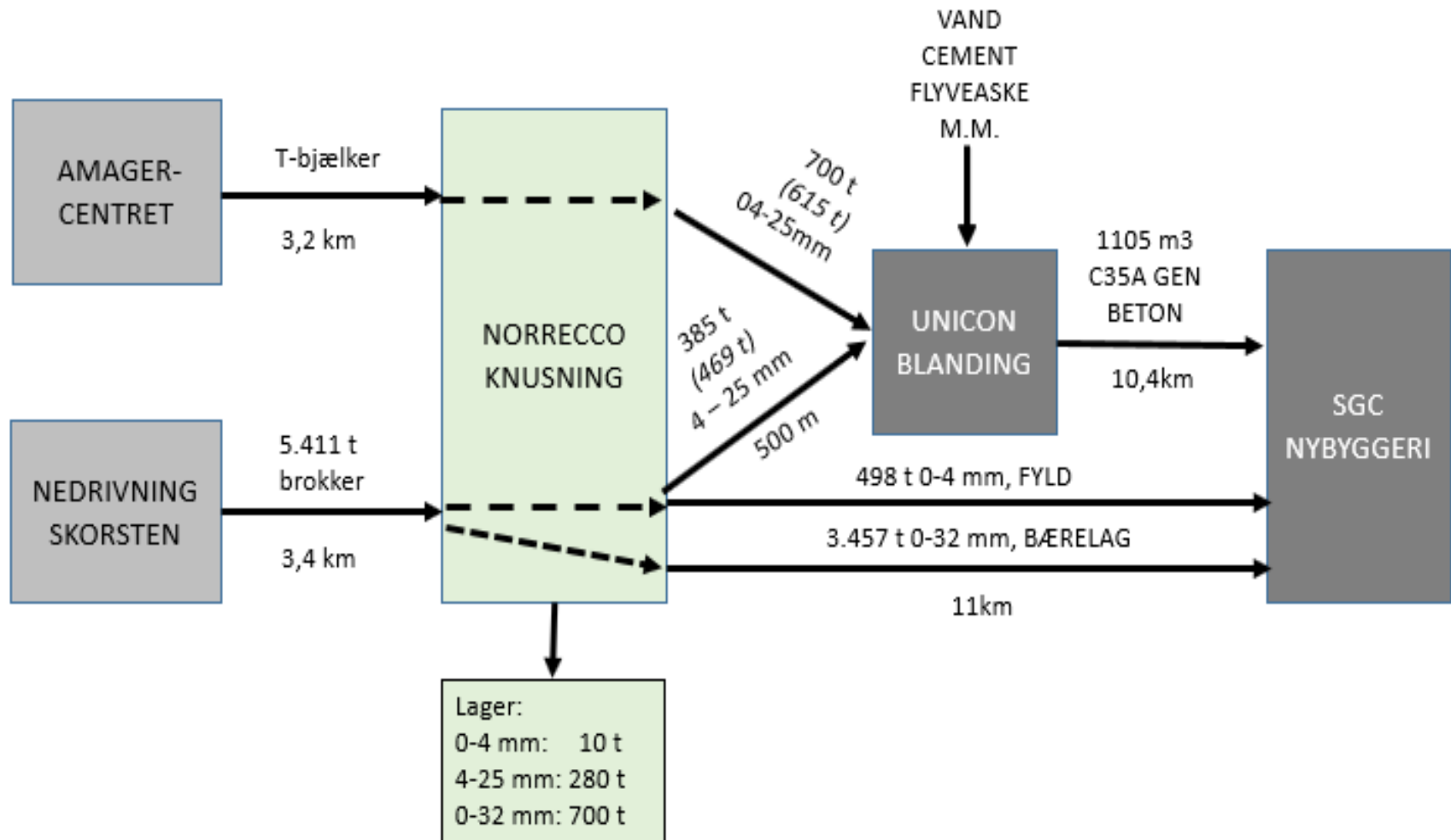
Betonrecepter	SGC genbrugsbeton		Standard beton A35
(VOT, kg/m ³)	"Skorsten"	"T-bjælke"	til vægge
V/C-tal	0,43	0,43	0,43
Cement, CEM I 52,5N, kg	304	309	357
Flyveaske, kg	76	77	71
Luftiblanding	0,80	1,08	2,1
Sort plast, kg	2,55	2,59	2,6
Superplast, kg	2,85	2,90	2,1
Vand, kg	142	144	164
Sand E0004, kg	700	688	667
Sten A0425 (E048+E0816), kg	944	964	(252+755)
Luftindhold, %	6,0	6,0	6,0
Total, kg	2178	2195	2279

Nybyggeri, betonestøbning



8/27/2019

Nybyggeri, realiserede materialestrømme



Undersøgte scenarier

- **Scenarie 1: Beton med genanvendt tilslag.** Aktuelt scenarie med knust beton fra HOFOR skorsten som genanvendt tilslag i ny beton SGC, blandet af UNICON.
- **Scenarie 1.a: Bærelag med knust beton.** Aktuelt scenarie med knust beton fra HOFOR skorsten i bærelag på containerplads, SGC
- **Scenarie 2: Beton med naturligt tilslag.** Traditionelt, aktuelt scenarie for henholdsvis nedrivning af HOFOR skorsten inkl. bortskaffelse af betonbrokker og byggeri af SGC med fabriksbeton med naturligt tilslag uden sammenhæng mellem de to projekter
- **Scenarie 2.a: Bærelag med naturlige materialer.** Traditionelt, aktuelt scenarie for henholdsvis nedrivning af HOFOR skorsten inkl. bortskaffelse af betonbrokker og byggeri af SGC med overfladebelægning af containerplads med naturlige materialer uden sammenhæng mellem de to projekter.

Resultater, CO2 reduktion

Reduktion af CO2 ved 1105 m³ beton med 1085 t genanvendt tilslag:

- Inkl. bidrag fra cement: 18% (60 t CO₂)
- Ekskl. bidrag fra cement: 77% (13 t CO₂)
- 7,4 kg CO₂ pr. t brokker fra skorsten

Reduktion af CO2 ved 3457 t genanvendt bærelag:

- 64 % (15,2 t CO₂)
- 4,4 kg CO₂ pr. t brokker fra skorsten

Resultater, økonomi

Reduktion ved levering af tilslag til 1105 m³ beton med 1085 t genanvendt tilslag:

- Besparelse i transport 55% (ca. 73.000 kr.)
- Besparelse i produktion, skønnet 50 – 100 %

Reduktion ved levering af bærelag 3457 t genanvendt bærelag:

- Besparelse i transport ca. 9 % (10.371 kr.)

Fakta om genanvendelse af beton som tilslag

- Det muligt at fremstille genbrugsbeton med **100% tilslag** af nedknust beton med egenskaber for såvel frisk som hærdnet beton, der fuldt modsvarer en traditionel beton C35/45 i miljøklasse A.
- Genbrugsbeton kræver **ikke højere cementindhold** end en traditionel beton med tilsvarende trykstyrke.
- Genbrugsbetons E-modul er **ikke nødvendigvis lavere** end E-modulet for traditionel beton med tilsvarende trykstyrke.
- Med hensyn til visse egenskaber, herunder densitet og absorption, frostbestandighed og alkalikiselreaktivitet, er det nødvendigt at bruge **modificerede/alternative prøvningsmetoder**.
- Produktion af genbrugsbeton kræver styring af **vandindhold**. Genanvendt tilslag er generelt mere porøst end traditionelt tilslag, og genanvendt tilslag **skal**, som følge af den høje porøsitet og dermed høje absorption, **være vandmættet**, inden det benyttes til betonfremstilling.

Konklusioner og anbefalinger (1)

- **Styr på værdikæden**

1. Tillid til materialernes renhed og kvalitet
2. Forsyningssikkerhed - rette tid, mængder og sted
3. Aftaler mellem parterne om håndtering, transformation og levering

- **Selektiv nedrivning**

1. Krav om sporbarhed
2. Tidlig identifikation af genbrugsmaterialer
3. Regler og procedurer for prøveudtagning og undersøgelser
4. Uddannelse og certificering af rådgivere, entreprenører m.fl.

- **Transformation**

1. End-of-waste kriterier
2. Kontrol og dokumentation af processer

Konklusioner og anbefalinger (2)

- **Nybyggeri**

1. Bygningsreglementer overholdes, evt. dispensation
2. Design af betonrecept med genanvendt tilslag
3. Styr på logistikken
4. Udnyttelse af sandfraktionen
5. Økonomisk/miljømæssigt optimal niveau i genanvendelseshiererarkiet

Konklusioner og anbefalinger (3)

Genanvendelsestype	Bemærkninger
Genanvendt tilslag 100%	Miljøklasse M og A, højeste kvalitet, kræver dispensation, ekspertise og erfaring. Fordel i besparelse af importerede granit tilslagsmaterialer med højre transportomkostninger og CO ₂ emission.
Genanvendt tilslag 20 – 100%	Kræver dispensation, ekspertise og erfaring. Ekstra silo/lagerplads til forskellige typer tilslag er nødvendig.
Genanvendt tilslag max. 20%	Velegnet til miljøklasse P og uklassificeret beton, gode anvendelsesmuligheder for blandede typer knust beton. Kræver ingen særlig ekspertise. Ekstra silo/lagerplads til forskellige typer tilslag er nødvendig.
Genanvendt bærelag	Blandede og lavere kvaliteter af donorbeton. Velegnet til stabilisering af overfladebelægning. Markedet fungerer.
Fyld	Egnet for knust beton, der ikke kan genanvendes i højere kvalitetsniveau.

Hierarki for genanvendelse af knust beton

Den gode historie!

- Projektet gennemført som planlagt
- Styr på værdikæden
- Fokus på den særlige logistik
- Forsyningssikkerheden udfordret
- Gensidig forståelse for materiale-egenskaber og processer
- Dialog og samarbejde
- 100 % genanvendelse af ca. 5.000 t beton
- Besparelse af ca. 5.000 t nat. råstoffer
- Væsentlig CO2 reduktion
- Væsentlige økonomiske fordele ved reduktion af transport og produktion



Den gode historie tåler at blive genfortalt!



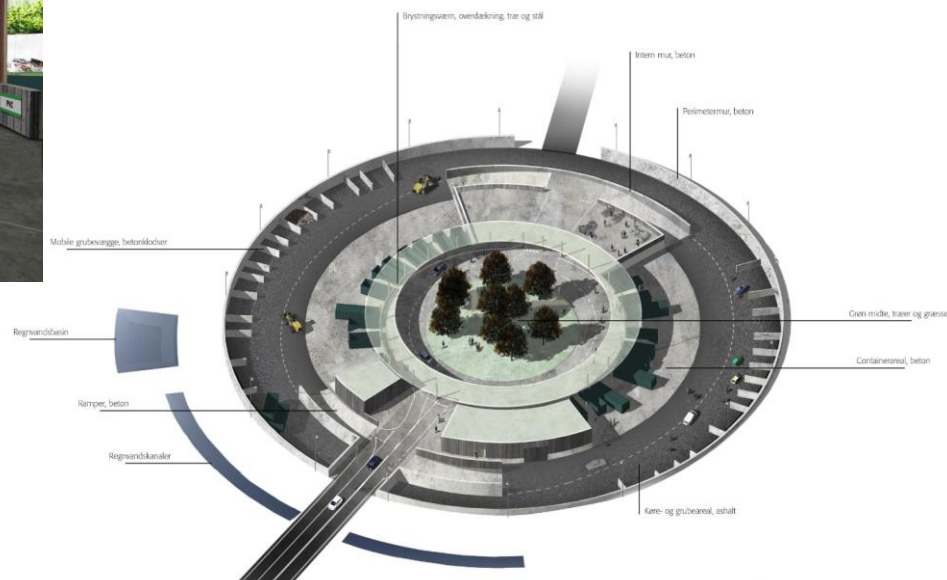
Ny genbrugsstation i verdensklasse!
Lisbjerg Aarhus. Åbner i 2021

"Bæredygtige projekter skal ikke være koldstart hver gang!"

"Kommunerne skal ikke opfinde den dybe tallerken, når man ønsker at bygge bæredygtigt!"

DAGENS BYGGERI 15. aug. 2019

8/27/2019



Tak for opmærksomheden!

- ekl@lauritzenadvising.dk
- www.lauritzenadvising.dk