



Referat

DATO 19. november 2025
TID 09:30-16:00
STED DGI-Byen
MØDEDELTAGERE Oplægsholderne som er oplistet nedenfor og ca. 85 øvrige deltagere

Rønnebo betonprojekt - seminar

Referatet følger punkterne i programmet, og slidenumrene henviser til sidetallene i den samlede PDF, som er udgivet sammen med dette referat på byk.kk.dk.

Kl. 10:00 – Velkommen – Mette Kilde Corfitzen, byggechef, Byggeri København

Byggechef for Byggeri København, Mette Kilde Corfitzen, byder velkommen. Hun understreger vigtigheden i at afholde dagens seminar med forskellige perspektiver. For eksempel at Københavns Kommunes borgerrepræsentation for nyligt har forpligtet kommunen til at bygge til den nye lavemissionsklasse, hvorfor Byggeri København regner med at indarbejde en større mængde af genbrugte materialer i deres byggeprojekter. Det er på hele ByKs vegne, hun siger, de er glade for at kunne dele deres viden og erfaringer. Hun slutter af med at sige, at seminariet både vil vise, at vi alle er nået langt med genbrug i byggerier, men at der stadig er et stort potentiale at indfri.

Kl. 10:05 – Velkommen, processen fra start til slut – Jens Runge, chefkonsulent, Byggeri København og Josephine Mikkelsen, projektleder, Gate 21

Josephine Mikkelsen – projektleder fra Gate 21 og medarrangør af dagens seminar – byder alle velkomne og understreger hovedformålet med dagens seminar: At dele viden og erfaringer med genbrug af huldæk i beton på tværs af byggebranchen, så vi kan gøre det bedre og styrke samarbejdet på tværs af branchen. Dernæst fortæller hun kort om projektet Handlingspartnerskabet for genbrug i byggeriet, som

2. februar 2026

Sagsbehandler

Jens Runge

Byggeri København
Bæredygtighed
Borups Allé 177
2400 København NV

EAN-nummer
5798009781642

arrangement bliver holdt i regi af: Et partnerskab for kommuner, regioner, virksomheder og vidensinstitutioner, der sammen arbejder for et mere bæredygtigt og cirkulært byggeri. Blandt andet gennem genbrug i byggerier, hvor genbrug af beton står højt på partnerskabets dagsorden. Efterfølgende tager Jens Runge ordet – chefkonsulent ved Byggeri København og medarrangør af dagens seminar. Programmet skal så vidt muligt afspejle projektprocessen fra start til slut: Fra håndtering af skadelig kemi i betonelementerne til og med genbrug af huldækkene i modtagerprojekter. Byggeri Københavns intention med at arrangere seminariet med et handlingspartnerskab som Gate 21 er at få oplægsholdernes viden og erfaringer så bredt ud i betonbranchen som muligt. Seminariet skal ikke bare skabe større interesse og viden på området, men også indgå som en aktiv del af udbudsmaterialet for E-huset: Et botilbud for borgere med alkoholafhængighed og det byggeprojekt i Byggeri København, som skal modtage og genbruge de godkendte betonelementer.

Dette referat fra dagen og oplægsholdernes præsentationer vil indgå i E-huset udbudsmateriale.

Huldækkene i beton kommer fra bygninger i Bystævneparken i Københavns Nordvestkvarter, og de har huset de tidligere plejehjem, Lærkebo og Poppelbo. Bygningerne er nedtaget af Søndergaard A/S, og der skal bygges et nyt botilbud på stedet: Botilbuddet Rønnebo. Jens fortæller, at projektet for aftagning af betonelementerne følger denne planlagte proces:

- Eksisterende bygning
- Sanering af betonelementerne
- Nedtagning af rene og brugbare elementer
- Transport fra København til producent i Korsør.
- Opbevaring og test hos producent
- Test hos anden
- Genbrugt huldæk

Det er et udviklingsprojekt med sin egen projektøkonomi og et budget på 8,25 mio. kr.

Projektet for at modtage betonelementerne, E-huset, er et separat projekt med sin egen projektøkonomi. Det indebærer transport af betonelementerne fra producenten til E-huset, hvis placering er ved Sjælør togstation i København, hvor der i dag er en parkeringsplads. Dagens seminar omfatter hele processen fra bygningerne i Bystævneparken til og med indbygning af betonelementer i modtagerprojektet, E-huset.

Det er fem år siden, det blev besluttet at nedtage bygningerne til plejehjemmene Lærkebo og Poppelbo, da man vurderede, at Botilbuddet Rønnebo skulle kunne rumme flere funktioner end, hvad der var plads til i de gamle bygninger.

Udviklingsprojektet omfatter to etageadskillelser med betondæk på 5,40m x 1,20m. Der er blevet nedtaget ca. 4400m² betondæk ud af over 12.000m² i alt. Det er 68 huldæk i første omgang og dem som seminaret handler om og 35 dæk i anden omgang. Der blev ikke nedtaget flere huldæk for at kunne overholde projektbudgettet på 8,2 mio. kr. Dagens oplæg koncentrerer sig om de 68 dæk medmindre, der opstår spørgsmål og diskussioner, som omfatter de resterende 35 betonelementer.

Sweco har beregnet CO₂-aftrykket på de 68 dæk.

Kl. 10:15 - Håndtering af skadelig kemi – Balan Kamaran, partner, Milva

Balan opsummerer tidslinjen i bunden af sit første PowerPoint-slide.

Han fremhæver blandt andet implementeringen af POP-forordningen på EU-plan i 2019, Bekendtgørelsen om affald BEK- nr. 1749 fra 2024 og Håndtering af affald og materialer nr. 496. Dette er vigtige retningslinjer for håndtering af PCB og andet skadelig kemi i byggematerialer såsom betonelementer. Balan går videre til at tale om grænseværdier i dag for PCB. Her det vigtigt at fastslå, at <0,1 mg/kg PCB betragtes som "rent affald". De indledende undersøgelser viste, der var PCB-forurening i elementerne. Han går videre til at tale om spredning af PCB i bygninger. Over tid spreder PCB sig nemlig i indeklimaer. Først og fremmest via "sekundær forurening". Dvs. materialer, der over tid har optaget PCB fra de primære kilder.

Man mistænkte betonelementerne for at være "tertiært forurenet" af PCB. Dvs. overflader og store flader i bygningen, der har optaget PCB fra indeluften. Betonelementerne er ikke overfladebehandlet, så

umiddelbart så de rene ud, men prøverne viste, at der var tertiær forurening på huldækkene. Slide 18 illustrerer dette. Dette understreger en vigtig pointe, når man taler om genbrug af materialer: Én ting er, at man fjerner en forurenede fuge som den, der er mellem betonelementerne, men for at kunne arbejde med betonelementer, skal man sikre at rengøre dem korrekt og tilstrækkeligt for skadelige kemiske stoffer såsom PCB.

For at komme under grænseværdien for "rent affald" ($<0,1$ mg/kg PCB) skulle man altså rengøre betonelementerne. De havde et felt, hvor der var 1, 2 og 3 mm slibning, men det var meget tvetydige resultater, de kom frem til. Der var også arbejdsmiljøaspektet – det var ikke så sundhedsmæssigt for folk at slibe dem, så det er en balance med, hvor længe og meget, man kunne gøre det.

På den baggrund aftalte parterne at sandblæse elementerne for at rengøre dem tilstrækkeligt i stedet for at slibe dem. Det viste sig at være en succes, da betonelementerne blev rene nok til, at man kunne arbejde videre med dem. De foretog kun én sandblæsning af de huldæk, der endte med at blive genbrugt. Prøverne viste at én sandblæsning var tilstrækkeligt for at rengøre dem for skadelige kemiske stoffer.

Balan opsummerer rengøringsprocessen for de 68 huldæk i beton:

- Prøvetagning - 2 stk pr huldæk
- Udfaldskrav: Under $0,1$ mg/kg PCB
- I alt 151 materialeprøver
- Flere huldæk er prøvetaget flere gange
- Skrabeprove (kontrolprøver)
- Afhugprøver (Kontrolprøver) (Miljøprojekt nr. 1656, 2015 & SBI- anvisning 241)
- Ekstra rengøring

Balan ved, at 151 materialeprøver er mange, men der var flere af huldækkene, der ikke var rene så man skulle tjekke alle efter indtil, man var helt sikre på, at alle huldæk var rene nok. I sidste ende var det kun ét huldæk, der ikke kom under de $0,1$ mg/kg PCB. For at vi kan lykkes bedst muligt med at genbruge huldæk i beton, finder Balan det afgørende, at man:

- Bruger den tid og de ressourcer, der skal til for at lave en ordentlig miljø- og ressourcekortlægning i det tidlige stadie af projektprocessen.
- Evt. foretager supplerende analyser, så man er sikker på, at man kan arbejde med materialerne.

Helt overordnet er tiden afgørende for et projekt som dette, så hvis tiden ikke er til den tidslinje, han har stående på sit sidste PowerPoint-slide (slide 21), så vil han næsten garantere, at man i lignende projekter ikke lykkes med at genbruge huldæk i beton.

Kl. 10:30 – Håndtering af dæk og krav til statik i nedtagningsfasen – Steffen Moe, konstruktionsingeniør, Sweco

Formålet med dette udviklingsprojekt er at udvikle en genbrugsløsning, som kan skaleres til resten af byggebranchen og dokumentere CO₂-besparelsen ved direkte genbrug af betonelementer.

Ret tidligt fandt partnerne ud af, at de skulle stile mod nogle beskrivelser og vejledninger, som branchen kan bruge som alment teknisk fælleseje. Fra den tidlige begyndelse kunne de se, at det var en god idé, for hvis man ikke udarbejder en standard, som er bredt anerkendt, så kommer man ingen vegne med den viden og de erfaringer, man gør sig i denne specifikke sammenhæng. Desuden kan det tage flere år, at udarbejde og få vedtaget en standard, så jo tidligere de kunne påbegynde arbejdet hermed, desto bedre. Normalt tager det 10-20 år, men han håber, det går meget hurtigere i dette tilfælde.

Fra Steffen at se, er der her ikke blot tale om forandringer i forhold til fagteknik, -metoder, arbejdsgange og lignende. Der er også tale om en forandring i selve sprogbrugen herom. Hvis vi sammen skal lykkes med at bevæge betonbranchen i retningen af mere genbrug, så bliver vi nødt til at tale om "nedtagning" og "demontage" i stedet for "nedrivning". Vi skal også tale om "kontrollerede" processer i stedet for "hurtige" processer, som Balans oplæg om håndtering af PCB og andre skadelige kemiske stoffer også viste.

Det er desuden vigtigt, at nedtagningsprocesserne sker arbejdsmiljømæssigt sikkert, idet vi har at gøre med meget tunge betonelementer og

kraftige værktøjer, som diamantsave, kraner og tungt løftegrej. Sikkerheden skal med andre ord være i højsædet. Elementerne må desuden ikke lide overlast. Lige så snart man beskadiger et element, kan man ikke bruge det, så det må ikke ske. Ydermere understreger Steffen, at nummeringen af betonelementerne selvsagt skal være i orden for ellers, kan man ikke efterfølgende identificere, hvad der er sket med elementet. Man skal derfor bruge en tydelig spraymaling eller lignende, der sidder ordentligt fast på elementerne og ikke forsvinder i og vind og vejr eller ved slitage.

Han fortæller om selve håndteringen af dæk og krav til statik i nedtagningsfasen. I dette projekt, skulle de først og fremmest passe på, at råhuset ikke faldt sammen som et korthus, når de fjernede huldækkene, så det skulle understøttes og afstives korrekt inden man gik i gang. Som man kan se på hans Power-Point-slide 30 (Håndtering (1) - Understøtning og afstivning (Nedtagningsplan), skal man støtte råhusets væg-elementer, så de ikke vælter, når de ikke længere hænger fast i dækelementerne. Desuden skal huldækkene understøttes med vinkelbeslag ved vederlagene, så de ikke fælder ned efter friskæringen.

Når huldækkene er understøttet og afstivet, skal de nummereres og skæres fri. Elementerne blev friskåret i de korte fuger over væggene og i længdefugerne mellem elementerne. De blev friskåret med diamantskærer, hvilket er en meget dyr løsning, men parterne vurderede, at det var den bedste løsning indtil videre. Ifølge Steffen er det nemlig alfa og omega, at elementerne er fuldstændig frigjorte, når man løfter dem. Ellers kan det nemt gå galt. Han taler om løft og transport af huldækkene. Steffen oplyser, at man er blevet fantastisk dygtig og har lang erfaring med dette område på nybyggeri. Han har endnu ikke været ude for, at et råhus i beton står skævt, når elementmontagen er afsluttet. Det holder sig indenfor de normale tolerancer.

Når nedtagningsmandskabet skal løfte elementerne, skal de have sikkerhedsliner på, og afstanden fra elementerne til linerne skal overholdes. Når elementerne så er frigjorte, bliver de hejst ned på blokvogne og kørt til elementproducenternes betonvarefabrikker til opbevaring. Det kræver også en stor grad af forsigtighed, omhyggelighed og præcision: Man skal blot lægge eller transportere ét element forkert, så kan man ikke

bruge det igen. Som regel hersker der kaotiske forhold, når man tager bygninger ned, så kørevejene skal forberedes til, at man nemt og hurtigt kan tage betonelementerne ned med kran og køre med dem på byggepladsvejene, der ikke må være blokeret af byggeaffald og lignende.

Dokumenter (slide 34): Projektet har udarbejdet et paradigme i form af en beskrivelse for miljø og frem til nedtagning og transport. Desuden også en nedtagningsplan som bl.a. omhandler nummerering og midlertidig afstivning mm. Hvis nedtagningsfirmaerne ikke kan gøre det selv, skal de alliere sig med et rådgivningsfirma. Nedtagningsfirmaerne skal også udarbejde en arbejds- og metodebeskrivelse, så den opfylder arbejdsmiljøreglerne for sikkerhed og sundhed.

Steffen går videre til at samle op på de erfaringer, man i projektet har gjort sig med håndtering af dæk og krav til statik i nedtagningsfasen. Først og fremmest fremhæver han vigtigheden i at bruge friskæring af armering i stedet for trækning af denne. Herved sikres det mest muligt, at elementerne ikke lider skade. Man må *aldrig* trække i armeringer, men skal sikre, at de er skåret fri. Elementerne må kun løftes med anhugningsbeslag og ikke i sidekanterne for at sikre den nødvendige kontrol med dem. Ved løft af de mindre dækelementer blev det nemlig observeret, at de opførte sig forskelligt om de blev "vendt rundt" eller ikke. Det kunne derfor konkluderes, at elementerne ikke må løftes i sidekanterne idet de derved kan knække steder, de ikke må knække. Han understreger også vigtigheden af, at parterne udpeger en demontageleder, som skal agere en form for dirigent for alle de tilstedeværende og styre slagets gang. Ellers risikerer man alt for tilfældige og kaotiske løft. Udstøbningsmørtelen i fuger og etagekryds har meget lidt vedhæftningsstyrke til selve betonelementet pga., at der er tale om glatte støbeskel, fordi elementet har været produceret i stålform. Vedrørende anhugningspunkter er det vigtigt at kende den tilladelige afstand fra elementende og ind til anhugningspunktet. Der skal ske en kontrol af skæredybden i fugerne således, at det er sikret, at elementerne er skåret helt fri inden løft. Måske kan der med fordel anvendes en tykkere skæreklinge. Der skal føres en log over alle elementer, hvor der kort noteres max løftvægt samt om løftet gik nemt/mindre nemt samt evt. forhindringer/type og om det førte til kassation. Der skal udlægges køreplader på køreveje, så underlaget er fast og solidt.

Som kran blev anvendt mobilkran. Det skal sikres at den er udstyret med transducer, der kan måle løftekraften direkte, så det sikres, at der ikke løftes med en kraft der er større end elementets egenvægt, idet det er tegn på, at det ikke er frigjort. Efter løftet blev elementet sat ned på taget ved siden af på afstandsklodser af træ så fugeudstøbningen kunne hugges af og fejes ned på etagen nedenunder. Det gik meget let og hurtigt. Herefter blev det løftet fri igen og hen på den parkerede ladvogn, hvor elementerne blev stakket på afstandsklodser af træ, og løfteklodserne skruet af igen. Nedtagningsarbejdet skal ledes af en selvstændig arbejdsleder der kan instruere, overvåge, og kontrollere aktiviteterne. Der skal ske en løbende journalføring af processen, f.eks. notering af løftekraften, samt indgriben, når instruksenen ikke bliver fulgt. Desuden skal noteres eventuelle afvigelser. Nedtagningsprocessen skal desuden fotoregistreres. Steffen runder af og konkluderer, at han er meget optimistisk omkring fremtiden.

Kl. 10:45 – Nedtagning – Kasper Sørensen, produktionsdirektør, Søndergaard

Kasper har ikke nogen PowerPoint eller andet dokument, som hans præsentation tager udgangspunkt i.

I de sidste 3-4 år har Søndergaard gjort sig i nedtagning af betonelementer, da det er den vej fremtiden går. Kasper og Søndergaard betragter dette udviklingsprojekt som en "Rolls-Royce" udgave i at dokumentere alt fra enden til anden i sit projekt, og Kasper og resten af Søndergaard har fuld forståelse for det. Gamle betonbyggerier som dem i dette projekt er guf for de store nedtagningsvirksomheder. Én ting er alle de elementer, der skal saneres og klargøres, men en anden ting er, at selve bygningen skal nedtages, og det er svært for medarbejdere i nedtagningsfirmaer. Jo før de kan komme i gang med at nedtage, og jo hurtigere de kan gøre det, desto sjovere er det for dem.

Det nye for Søndergaard er, at de i dette projekt skal være lidt langsomme, fordi nu handler de ikke længere bare om at "nedrive" så hurtigt som muligt, men om at "nedtage" ting omhyggeligt, så de kan genanvende så meget som muligt. Det er ikke bare en omstilling for

Søndergaard, men for "nedtagningsbranchen" i det hele taget. Og det har været ekstremt berigende og lærerigt for alle i Søndergaard. Materialerne skulle saneres, så de var frit genanvendelige. Huldækkene var lagt frit på toppen, så de kunne tages ned maskinelt. Nede på første-salen var der et klaplag, og det skulle fjernes manuelt. Der var generelt lidt manuelt arbejde, der lå ud over det maskinelle. På et tidspunkt stod der så et råhus tilbage, og der fulgte de Steffen Moes råd om optimal understøttelse. Til formålet om optimal understøttelse producerede de nogle vinkelbeslag, som de satte mellem betonelementerne. De efterlod lidt luft, så diamantklingen kunne frigøre elementerne, og elementerne dermed kunne være helt løse og klar til løft. Dernæst blev løfteklodderne monteret. Det var voldsomt meget og tungt løftegrej til nogle betonelementer, der bare vejer 2 tons stykket, men de valgte det ud fra devisen "sikkerhed frem for alt".

Kasper vurderer, at der er et stort potentiale i at få den samlede pris på et sådant genanvendelsesprojekt ned, fordi metoderne med tid og udvikling bare *bliver* billigere og hurtigere. Alene i dette projekt gjorde de store fremskridt på området. For eksempel nedtog de 7 dæk den første dag, og den sidste dag nedtog de 15-17 styks, og det var indenfor 3-4 timer. I et nedtagningsperspektiv er noget af det positive ved disse byggerier, at man kan stabilisere meget på én gang. Så hvis ens byggeri ikke er for højt, og man har en kran, så kan man tage mange huldæk i ét rul. Kasper forventer, at nedtagningsbranchen kan systematisere selve nedtagningsprocessen yderligere, så den generelt kommer til at blive endnu billigere og hurtigere. Det har vist sig med tiden, at det nu koster en femtedel/sjettedel af, hvad det i første omgang tog at sanere elementer for PCB for 15-16 år siden. Det sætter i perspektiv, hvor hurtig og hvor god branchen kan blive til at nedtage og genbruge betonelementer. Han tror, at prisen for nedtagning og genbrug af beton kommer langt ned, og at det derfor bliver en langt større del af fremtidens branche, end det er i dag.

Jens Runge åbner for et par spørgsmål fra deltagerne.

Konsulent & Portfolio Manager ved Lendager Arkitekter ApS, Karoline Fogh Gustafsson, har et spørgsmål til borerne i betonelementerne. Mere præcist om det skyldes kosmetiske fejl eller statikken, når

betonelementerne splintrer. Kasper svarer, at det mere et spørgsmål om kosmetik end om statik. For en god ordens skyld understreger han, at elementerne helst ikke må få skader. Man kan selvfølgelig reparere det, men det er ikke kontrollerbart.

Projektchef ved Realdania, Pelle Bournonville, har også et spørgsmål. Han fornemmer på Kasper, at der er en vej for at nedbringe omkostningerne for denne slags nedtagning og genbrug af betonelementer, men Pelle kunne godt tænke sig en mere præcis beskrivelse af Kaspers bud på den vej. Kasper tror, at der skal lovgivning til, og at det handler om CO₂-krav. For at nedtagningsfirmaer skal få lov til at lave sådan noget, som de har gjort i dette projekt, vurderer Kasper, at det kræver nogle visionære bygherrer, der vil prioritere det økonomisk. Der er flere af Søndergaards konkurrenter, der også får succeshistorier og deler erfaringer, men det er stadig dyrt at håndtere, og stadig dyrere end at bruge nye materialer, men Kasper tror, at prisen kommer meget, meget langt ned. Han tror, man skal acceptere, man ikke kan få genbrugt 100% af bygninger, men 10-50% afhængigt af materialerne, byggepladsen etc. Han tror på, at prisen kun vil gå nedad, efterhånden som nedtagerne finder nye metoder og deler deres erfaringer. Han tror på, vi kommer meget, meget tæt på en konkurrencedygtig pris.

KL 11:00 – Test og opbevaring hos producent – Lars Reimer, teknisk chef, CRH Concrete

I sit oplæg vil Lars komme ind på, hvilken rolle en producent som CRH kan have i sådan et projekt her. Han kan afsløre, at CRH generelt har en relativ lille rolle p.t. De skal tage imod nogle elementer og se, hvordan de kan teste dem.

CRH Concrete beskæftiger sig primært med produktion, projektering og montage. På den baggrund er det her projekt interessant for dem, fordi de også kigger på ressourcer, og hvad de betyder for dem. EU-taksonomiens krav om cirkularitet gør, at den her form for nedtagning og genbrug bliver relevant for dem som producent. Og de har kompetencer indenfor design, logistik og teknik, som de kan bidrage med. Lars finder det vigtigt, at vi som branche får et godt fælles teknisk grundlag, hvorpå vi kan vurdere, om man kan genbruge enkelte elementer. Hvis det her

skal give en værdi i fremtiden, skal det kunne bredes ud til standarder, og der skal være en kultur for det. Så bliver det interessant for producenterne.

Lars går i dybden med dette konkrete projekt. P.t. er CRH i gang med at modtage og lagre i betonelementerne. Hvordan skal det gøres? Elementerne skal stå indendørs, da de ikke kan tåle at stå udenfor. De første elementer (fem stakke) sætter de under et telt, som et ikke-opvarmet passivt miljø, og så har de én stak stående udendørs for at teste, hvordan den klare det. Mere konkret tester de en hypotese om, at huldæk i beton generelt *godt* kan tåle at stå udenfor, og hvis den hypotese holder, så er der mange penge at sparre i den generelle genanvendelsesproces. CRH laver tests på nye og gamle elementer jf. Dansk Standard DS/EN1168 + A3. De bruger den nye viden på de gamle elementer for at se, om modelleringen hænger sammen.

Hvor meget skal man teste? Det ved de dybest set ikke p.t., da det er en bunkekontrol af elementer fra et projekt, der ikke kan sammenlignes med elementer fra andre projekter. Man kan ikke sammenligne, som når man sammenligner nye elementer, der er produceret på de samme maskiner efter de samme standarder. Lars vurderer, vi skal have teknisk fælleseje, så vi ikke skal diskutere hver gang, om man kan bruge huldækene eller ej. Særligt nu hvor producenterne også skal gå fra at være producenter til at være formidlere/leverandører mellem gamle og nye ejere af betonelementer.

Incitamenterne for dette skal også være på plads. Mere konkret skal man i de enkelte projekter gøre sig klart, hvorvidt det er økonomien, CO₂, EU-taksonomien, råstofferne, eller noget helt fjerde, som skal afgøre, hvorvidt man vil gennemføre projekterne, og genbruge huldæk i beton eller ej. Eftersom det stadigvæk er relativt økonomisk dyrt, tror Lars ikke, at økonomien generelt kan bære incitamentet alene. Med andre ord, tror han, at CO₂-besparelse sammen med råstofbesparelse og EU-taksonomi skal være det helt store incitament for at gennemføre lignende projekter.

Jens Runge åbner for et enkelt spørgsmål blandt deltagerne.

Kompetencechef fra Artelia A/S, Emil Eriksen, spørger om CRH kigger ind i en forretningsmodel, der gør, at de kan sælge deres produkter flere gange. Lars svarer, at levetiden på betonelementer er så lang tid, så det nok bliver for svært for producenter som dem at styre en sådan genbrugsforretning. Han vil ikke udelukke, at det kommer til at ske på et tidspunkt, men som det ser ud nu, tror han, at levetiden på nye betonelementer simpelthen er for lang til, at det kan lade sig gøre. Hvis en sådan forretningsmodel skal virke nu, så tænker han, at man netop i højere grad skal kigge på at genanvende de betonelementer, der lever derude i byggerierne nu.

Kl. 11.15 – Test hos Teknologisk Institut – Katja Udbye Christensen, forretningsleder, TI

TI har kigget på tre huldæk, som var blevet valgt på forhånd til TI. Forud for deres undersøgelser blev der fjernet lydisolering og påstøbt beton (oversiden), og de var blevet sandblæste (undersiden), som Balan også forklarede uddybende i sit oplæg. Hun har grupperet forsøgene i tre grupper alt efter, hvad formålene med forsøgene har været:

- Armeringsegenskaber inkl. placering
- Betonens egenskaber
- Holdbarheden af huldækkene (overlapper til dels med de to andre)

TI har udført undersøgelserne af to omgange for at kunne følge op på de første resultater. TI kan først og fremmest konkludere, at der er anvendt forskellige armeringsnet i de pågældende betonelementer. Man kan se det på den langsgående armering, afstanden mellem den tværgående armering, og man kan se det, når man måler egenskaberne for den langsgående armering. Man kan desuden se, at der er revner, som følger den tværgående armering. Efter undersøgelserne har TI igen været ude og kigge på fem andre huldæk udvalgt til dem. De kiggede på den langsgående armering for at vurdere, hvor mange typer, de visuelt kunne se. Dernæst kan TI konkludere, at betonen fremstår sammenlignelig. De har kigget på, hvordan den rent visuelt (makroskopisk og mikroskopisk) ser ud ift. anvendte delmaterialer og sammensætning. De har målt trykstyrken på kerner fra alle tre huldæk, som også er med til at sandsynliggøre, at betonen er sammenlignelig i de tre huldæk.

Ydermere kan TI konkludere, at huldækkene som udgangspunkt kun er egnet til anvendelse i meget tørre miljøer. Så altså indendørs, opvarmede miljøer. De har kigget på risikoen for armeringskorrosion som følge af karbonatisering. De har målt det med en pH-indikator. Derudover har de set på betonens sammensætning og anvendte delmaterialer samt udført test af huldækkenes frostbestandighed. Generelt kan det være udfordrende at koble målte holdbarhedsrelaterede egenskaber til holdbarheden i et virkeligt miljø i en given tidsperiode. Derfor bliver det spændende at se, hvad der kommer til at ske med den stak af huldæk, som CRH har stillet udendørs til test af holdbarheden ved længere tids eksponering. Resultaterne og metoden fra undersøgelserne af TI vil på sigt blive udgivet i en rapport.

TI udgiver derudover i projektet (P)RECAST en rapport-serie omkring genbrug af beton, som består af ni rapporter, som kommer ud løbende. De såkaldte, '(P)RECAST Papers'.

Jens Runge understreger, at huldækkene Rønneboprojektet endnu ikke er kasseret. De er i proces, men de kan stadig potentielt bliver kasseret. Steffen Moe supplerer, at der mangler forskydningstest på betonelementfabrikken og de sidste forsøg hos TI. Den eneste ting, der for Steffen at se, kan kassere projektets huldæk er de tværgående revner, som TI har registreret. Og hvis huldækkene ikke kan genbruges 100%, kan de dog stadig genbruges i en anden form.

KL. 11:30 – FROKOST

KL. 12:15 – På vej til en standard 1 – Alexander Christiansen, seniorkonsulent, Dansk Standard

Dansk Standard (DS) er en erhvervsdrivende fond, så de får midler af Erhvervsstyrelsen og er medlem af forskellige udvalg, hvor de udarbejder standarder. Der er brug for standarder, så man kan standardisere f.eks. genbrug af betonelementer.

Når man er medlem af DS, får man adgang til det europæiske og globale standardiseringsnetværk. Man får også en indsigt i, hvor standarderne bevæger sig henad. F.eks. iht. krav fra EU på det område, man finder

relevant som medlem. Man kan ydermere komme med på udvalgsmøder og være med i tekniske komitéer, der udvikler de her standarder. F.eks. iht. en standard for genbrug af huldæk i beton. Medlemmerne deler generelt viden og erfaringer. En standard kan være den, som Lars viste i sit oplæg: Testning af huldæk i beton.

Der findes 40+ udvalg inden for byggerier. Det er S-1992 Betonkonstruktioner, der er relevant for dette projekt. Det hører under Eurocodes, konstruktioner etc.

Forud for milepælene for udvikling af internationale standarder foregår der en masse forberedelsesarbejde, som kan tage lang tid. Med andre ord, kan det tage en hel del længere tid end 2-3 år at udvikle hhv. danske og europæiske standarder. Navnlig fordi, man skal opnå bred konsensus på tværs af aktører og netværket. Generelt skal DS' standarder ikke være i konflikt med eller være en handelsforhindring for internationale standarder dvs. f.eks. gøre det svært for europæiske virksomheder at gøre forretning i Danmark.

Kl. 12:30 – På vej til en standard 2 – Helle Beck, chefstatiker, Heidelberg Materials

Helle indledte med at orientere deltagerne om, at alle fire betonelementproducenter af huldæk i Danmark, er repræsenteret i projektet, og at de alle er medlemmer af Betonelement Foreningen.

Allerede meget tidligt i det her projekt, snakkede de involverede aktører om mulighederne for udbredelsen af retningslinjer og procedure, baseret på viden og erfaring fra projektet. Der har derfor været snakket om forskellige løsningsmodeller for dette. Løsninger som tillige har været drøftet med Normudvalget for betonkonstruktioner S-1992. S-1992 var bevidste om den stigende interesse for genbrug af betonelementer, og var dermed enige i behovet for regler på dette område. P.t. eksisterer der ingen regler for genbrug af betonelementer – hverken i DK eller EU. Fortidens regler for dimensionering og produktion af betonelementer gør, at man ikke bare kan tage dem og putte dem ind i nye byggerier, da de kun sjældent lever op til de nuværende regler for nybyggeri.

Dansk Standards normudvalg for betonkonstruktioner S-1992, har derfor nedsat en arbejdsgruppe til udarbejdelse af en standard for genbrug af betonelementer. Arbejdsgruppen består af personerne nævnt på slide 105.

Udvalgsarbejdet ved Dansk Standard, er baseret på frivilligt arbejde, og eftersom det er en stor og kompleks opgave at udvikle en standard for genbrug af betonelementer, vurderede arbejdsgruppen, at der var brug for finansiering, så arbejdet via en højere prioritet blandt udvalgsmedlemmerne, kan gå hurtigere. Det førte til fondsansøgninger, og de har p.t. skaffet finansiering fra de nævnte fonde på slide 105. De søger stadig økonomiske midler, så hvis nogen af deltagerne ligger inde med nogen ekstra penge, som de ønsker at bidrage med, eller kan henvise til fonde vi kan ansøge ved, skal de bare sige til.

Selvom de fortsat mangler midler, så overvejer arbejdsgruppen at påbegynde udarbejdelsen, for de penge de har p.t., så udgivelsen af standarden ikke forsinkes unødigt. Arbejdsgruppen regner med en standard indenfor 1,5 år (~medio 2027). Det skal forstås sådan, at der ikke er tale om en forkromet standard der dækker enhver situation, men at dette alene er første udgave. Målsætningen for standarden er, at den skal indeholde normative regler, aktiveret af Bygningsreglementet, der sikrer opretholdelsen af sikkerhedsniveauet i Danmark. Først og fremmest skal standarden indeholde generelle regler, suppleret med regler specielt for huldæk.

Helle pointerede, at man ved udarbejdelsen af standarden, ser på branchens viden og erfaring på området. Herunder Rønneboprojektet. De sætter sig ikke bare ind i et lukket rum, starter fra scratch, og tænker, "nu finder vi på noget". De kigger både på, hvad der nationalt og internationalt er af viden og erfaringer på området for at kunne imødekomme alle de udfordringer, der indtil videre må være kortlagt. Når standarden på et tidspunkt bliver udgivet, stopper arbejdet ikke der. Allerede før udgivelsen, vil arbejdsgruppen påbegynde ansøgningerne af nye økonomiske midler til næste version, som vil bestå af opdateringer baseret på seneste viden og erfaring på området, samt udbygning med regler for

andre specielle elementtyper, som f.eks. genbrugte betonvægge indstøbt i nye betonvægge.

Kl. 12:45 – CO₂-besparelsen – Michael Granby-Larsen, bæredygtighedsingeniør, Sweco

Michael vil kort fortælle om, hvor meget CO₂, som han og Sweco vurderer, man reelt kan spare i dette projekt ved genbrug af huldæk i beton. I dette projekt opererer de med fire forskellige beregningsmodeller/ "LCA-scenarier". Se slide 110. Med det udgangspunkt gennemgår han resultaterne pr. m² huldæk. Resultaterne dækker både over donorprojektet Rønnebo og modtagerprojektet, E-huset. Donorprojektet inkluderer altså forarbejdning af huldækkene inden, de eventuelt bliver genbrugt.

Produktion (fase A1-A3) er det som har størst miljøpåvirkning (GWP) for huldæk. Transporten ligger i fase A4. Og som resultaterne viser, har transport et betydeligt aftryk på huldæks GWP. Det er altså værd at tænke på, hvor langt man transporterer huldæk ift. det projekt, man indbygger dem i igen. I dette projekt er huldækkene transporteret ca. 100 km til Boligbetons lagerhal i Korsør. Når/hvis huldækkene bliver godkendt til genbrug, skal de så transporteres lidt mere end 100 km til E-husets kommende placering ved Sjælør Station i København. Sanering og affaldshåndtering af PCB-affald har stor miljøpåvirkning (for i hvert fald dette projekt, specifikt). Datagrundlaget for dette indeholder dog en stor usikkerhed. Datagrundlaget for varmebehandlingen er der ikke så meget præcist data for, så det er et estimat ud fra den bedst mulige modellering, der ligger til grund for den beregning.

I bygningsreglementet fokuserer LCA kun på CO₂, men Sweco har også undersøgt det ift. biodiversitet. De viser, at det er mere end bare CO₂, man kan spare. F.eks. off-site biodiversitet. Helt konkret 0,78m² Tabt Dansk Naturækv. / m² huldæk.

Jens Runge åbner for et par spørgsmål fra deltagerne.

Arkitekt ved JAJA Arkitekter, Nikolaj Callisen Friis, spørger, hvorfor saneringen af huldækkene tæller med i Swecos regnskab, når de i projektet alligevel skal saneres, og det derfor er unfair at inkludere det i

sammenligning ift. genbrug. Jens Runge svarer, at vi har ønsket at lave en helhedsvurdering, hvor vi har alle delene med som vedrører produktionen af de genbrugte dæk. Michael Granby-Larsen tilføjer yderligere, at den reelle sammenligning også bør være beregning iht. bygningsreglementet, hvis man sammenligner miljøpåvirkning med nyproducerede huldæk.

Partner i Smith Innovation, Simone Kongsbak, spørger Michael, om Sweco har sammenlignet med de mest klimareducerende betonløsninger for at klargøre, hvad CO₂-gevinsten potentielt er. Michael svarer, at de har sammenlignet med branche-data iht. data i bygningsreglementet. Besparelsen vil være mindre ved genbrug, hvis man sammenligner med elementer der har produktspecifikke EPD'er, der kan dokumentere at de er produceret på grønnere vis.

Kl. 13:00 - Prisen - Jens Runge, chefkonsulent, Byggeri København

Jens Runge fortæller om prisen ved at genbruge dæk. Vi taler kun om de 68 dæk svarende til 440 m². Der er 18 dæk, der blev kasseret ved tests og dermed er der 337 m² tilbage.

Først gennemgår han prisen pr. m². Kolonnen "1. Udvikling" er det, der er blevet brugt indtil videre. Kolonnen "2. Normal" afspejler projektet uden udgifter til udviklingsdelen i projektet. Kolonnen "3. Normal - optimeret 20%" er udgifterne til et projekt uden udvikling, men hvor man har fjernet 20% af prisen. Kolonnen "4. normal - optimeret 90%" er udgifterne til et projekt uden udvikling, men hvor man har fjernet 90% af prisen.

Efterfølgende gennemgår han prisen pr. fortrængt ton CO₂ (kr.), prisen ift. samlet byggeri og prisen fit. Samlet byggeri (kr.).

Jens tænker, at vi som branche bliver nødt til at kigge ind i væsentlige økonomisk optimering ift. genbrug. Måske skal vi også se på andre parametre, som ikke tabt biodiversitet for at kunne retfærdiggøre den relativt omfattende økonomiske investering det p.t. er at genbrug huldæk i beton.

Modtagerprojektet – Lasse Søager, projektchef, Byggeri København, Eva Neel Bacher, specialist i bæredygtighed og LCA, Artelia, og Lene Østergård, seniorprojektchef, Artelia

Lasse er projektchef for modtagerprojektet af betonelementerne, E-huset.

Det er et nybyggeri af et botilbud til udsatte borgere, der lever med alkoholafhængighed. Byggeriet skal erstatte et utidssvarende lejemål på Nørrebro, som i øjeblikket huser beboerne. Som tidligere nævnt, skal byggeriet placeres på en ubebygget grund ved Sjælør Station. I dag ligger der en parkeringsplads. Byggeriet skal også indeholde serviceerhverv i stueetagen. De kommer formentlig til at dække over en lægeklinik og en kiosk.

Byggeriet er et pilotprojekt i Københavns Kommune på genbrug af beton, bl.a. de aktuelle huldæk til direkte genindbygning.

E-huset kommer til at ligge på grænsen mellem to lokaludvalg i Københavns Kommune, så begge har skullet inddrages til udarbejdelsen af visionen med byggeriet. E-huset kommer til at ligge ovenpå en masse ting. F.eks. flere hovedfjernevarme- og vandledninger. Man kan ikke tage de mange usikre omstændigheder af projektet ud, og når man udbyder med direkte genbrug af betonelementer, kan det være svært at få entreprenører og rådgivere med ombord. Derfor agter ByK at udbyde projektet på en måde, så de sikrer en tidligere og mere forpligtende inddragelse af entreprenører, nedtagere og nøgle-UE'ere. Helt konkret i projektudviklingsfasen: De vil afstemme pris og projektet, afdække risici og så vidt muligt muliggøre genbrug af dæk og meget andet. Sidstnævnte fordi de indledende LCA-screeninger og lavemission på 2027-niveauet gør, at de ikke kommer uden om en stor andel af genbrug.

I foråret og forsommeren 2025 havde ByK en markedsdialog med relevante entreprenører og rådgivere for at afdække de mest åbenlyse risici, og hvordan vi potentielt kan håndtere dem. De kom hurtigt til at tale om, at ansvarsfordelingen af betondækkene er væsentlige at blive enige om. Herunder produktansvaret, nu hvor det ikke er en leverandørs men ByKs egne materialer. Derfor regner Byggeri København med at tage

betondækkene som en bygherreleverance. Byggeri København føler sig tryk ved det qua de mange tests og prøvninger, der nu bliver gennemført. Dernæst er der spørgsmålet om udførelsesansvaret. Normalt lægger den hos de udførende, og de potentielle entreprenører var heller ikke afvisende over for at påtage sig ansvaret ud fra devisen: "Et betondæk, der kan bruges, er et betondæk uanset om det er nyt eller genbrugt. Når først bygherrer har leveret dem, og der er sagt god for dem, bruger vi dem".

Af samme grund har ByK stort fokus på at få så meget og så grundig dokumentation af huldækkene som muligt med i udbuddene, så statikerne er klar på at skrive under på, at de godkender dem til genbrug.

ByK har en målsætning om at offentliggøre udbuddet i marts 2026, og så kommer det meste af året til at gå med alt fra udbud til kontrakt.

Lasses oplæg bliver fulgt op af to repræsentanter fra E-husets bygherrerådgiver, Artelia. Først seniorprojektchef, Lene Østergård.

Hun understreger, at det formentligt er en præmis for et succesfuldt projekt, at huldækkene bliver en bygherreleverance, så vi får placeret ansvaret for dem. Materialepas skal løbende samle information og dokumentation for huldækkenes rejse, så vi kan opsamle og dele viden og erfaringer herom. De potentielle entreprenører skal udføre en funktionsanalyse og risikolog for at indbygge dækkene jf. §18 i AB'en (Almindelige betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomheder), der omhandler test og brug af nye/gamle ting.

Til slut i oplæggene om E-huset har vi Specialist i bæredygtighed og LCA ved Artelia, Eva Neel Bacher. Se slide 139 til 146. På slide 146 opsummeres Lene og Evas præsentation

13:45 - PAUSE

Kl. 14:15 - Hal 9 - Emil Eriksen, kompetencechef, og Peter Madsen Nordestgaard, kompetencechef, Artelia

Hal 9 i Roskilde er en gammel betonfabrik, som skal udgøre det fremtidige hovedsæde for Roskilde Festival Gruppens ca. 100 medarbejdere.

Der er blevet udarbejdet et bæredygtigt manifest til dette byggeri for at skærpe dets fokus. Herunder "genbrug mest muligt". Som bekendt eksisterer der p.t. ikke nogen portal for genbrugsmaterialer, som entreprenører og rådgivere kan bruge. Derfor er man nødt til at få fat på entreprenører og rådgivere for derigennem at lytte på vandrørerne og finde ud af, om/hvor der står betonelementer, man eventuelt kan genbruge til byggeprojekter. På den måde hørte Emil m.fl. om Rønnebos betondæk igennem produktionsdirektør i Søndergaard og oplægsholder ved dagens seminar, Kasper Sørensen.

Efter Emil kommer kompetencechef fra Artelia, Peter Madsen Nordestgaard. Han kommer med Artelias anbefalinger til de sikkerhedskrav, der skal være for genbrug af betonelementer, som dem i Rønnebo.

Rådet er generelt: Jo tidligere i processen, man grundigt får screenet, testet, kontrolleret etc. materialerne, desto bedre og jo nemmere kan man genbruge dem. Hvad end det er beton, stål, eller noget tredje.

Når bygninger er over 50 år gamle – ligesom Rønnebo – kan det nemlig ikke garanteres, at betonelementerne deri er co-compliant; om de lever op til nutidens standarder for, hvilke betonelementerne, man må bruge.

Kl. 14:35 – Formidlingscenter Toppedal – Michael Meldgaard Thomsen, afdelingschef, Sweco

Michaels oplæg omhandler et projekt, der minder om Rønnebo, hvor Sweco har været totalrådgiver: Formidlingscenter Toppedal. Mere præcist den viden og de erfaringer, de har gjort sig i den forbindelse. Oplægget havde fokus på de erfaringer Sweco har gjort sig med planlægning og gennemførelsen af den selektive nedrivning og derigennem sikring af betonelementerne til senere genindbygning i et nyt projekt. Oplægget havde også fokus på dokumentationsprocessen for de bærende og stabiliserende betonelementer som b.la. er udviklet i tæt samarbejde med Swecos certificerede statiker og med input fra DTU.

På baggrund af et tilsvarende forløb med Silkeborg Kommune, udgiver Sweco og Silkeborg et inspirationskatalog til planlægning og gennemførelse af selektiv nedrivning med udvælgelse af genbrugsmaterialer til direkte genbrug.

Kl. 14:55 - Spørgsmål og diskussion - Jens Runge, chefkonsulent, Byggeri København og Josephine Mikkelsen, projektleder, Gate 21

Bygherrerådgiver ved EMCON A/S, Cecilie Therese Hansen spørger betonleverandørerne, hvordan de kan se sig selv være en super god aktør til at få branchen derhen, hvor de kan tegne og projektere byggeprojekter med de betonelementer, som (måske) kan genbruges.

Teknisk chef ved CRH Concrete, Lars Reimer, svarer, at det er svært. I første omgang fordi det kræver stor lagerplads for betonproducenterne at kunne opbevare betonelementer til genbrug. Rønneboprojektet var lidt en undtagelse, fordi man har valgt at opbevare elementerne i en teltbygning og bruge den som lagerhal. Han tror derfor, branchen skal arbejde sig hen imod en model, hvor et projekt efterspørger materialer, og så ser man på landsplan, hvilke aktuelle nedtagningsprojekter, der kan donere så mange materialer som muligt.

Kompetencechef ved Artelia, Peter Madsen Nordestgaard, supplerer, at han engang hørte én fra branchen sige, at hvis man skal lægge de her elementer på lager i et år, så forsvinder en så stor del af CO₂-gevinsten, at det alligevel ikke kan betale sig at genbruge dem. Han bekræfter, at en af de største udfordringer klart er, at betonelementerne skal testes og godkendes til modtagerprojektets arkitektur og statik før, de kan genbruges heri, og så har Artelia før oplevet, at så er donorbygningen nedtaget før, det er gået i proces.

Kompetencechef fra Artelia A/S, Emil Eriksen, supplerer, at det er ud fra et fremtidsscenario, hvor vi har behov for lagerplads. Men nogen af de ting, der bliver sat i søen i øjeblikket er f.eks. bekendtgørelsen for selektiv nedrivning, og i den står der, at man skal gå ud og kortlægge og have styr på den eksisterende bygningsmasse. Og når man begynder at have det in mente, kan man begynde at planlægge sit nybyggeri, sin renovering, transformation el.lign. ud fra de fremtidige nedtagningsprojekter, som vi ikke kan undgå. Og så kan branchen måske begynde at have en mere holistisk tilgang til nedtagning og genbrug. Så man planlægger sine projekter, så de passer til, at materialet kan gå fra doner- til modtagerbygning.

Konstruktionsingeniør ved Sweco, Steffen Moe, supplerer, at man måske kan systematisere det, man gør i Rønnebo: Lægge genbrugte materialer ind imellem nye elementer. Det giver også en ekstra sikkerhed rent statistisk. Han synes, man også skal prøve at tænke det her spørgsmål ind i en stor skala. Hvis man f.eks. i byggeriet af Lynetteholmen allerede nu startede med at bygge nogle store genbrugshaller, hvori man kan lægge bygningsmaterialer til de ansvarlige, og bede dem om altid at kigge forbi der først og se, om der er noget, de kan bruge. Så kan man nå langt med genbrug af byggematerialer.

Chefkonsulent i Cirkulært Byggeri ved Region Hovedstaden, Pernille Kernel, supplerer og siger, at Fonden til Offentlig Digitalisering, som Danske Regioner, Digitaliseringsstyrelsen og KL står bag, netop har givet penge til at oprette en donorbygningsplatform, så man kan begynde at gå ud og se, hvad der skal rives ned om X antal år, og planlægge/projektere med det fra starten i diverse byggeprojekter. Hun tror ikke, branchen helt kan undvære materialestationer, men hun er meget enig i, at det er den vej, den skal gå. Dernæst undrer hun sig over, hvordan frigørelse og løft var så stor en udfordring i Rønnebo-projektet sammenlignet med Formidlingscenter Toppedal.

Afdelingschef for Sweco, Michael Meldgaard Thomsen, svarer, at Formidlingscenter Toppedal ikke havde noget overbeton på deres huldæk, og det gør det betydeligt nemmere. De behøvede ikke at skære længdesamlingerne og det hele hang ikke sammen på samme måde som i Rønnebo.

Peter fra Artelia supplerer, at der også er forskel på længderne i de to projekters betonelementer. Der er nemlig forskel på, hvad for nogen snitkræfter der kommer internt i et element afhængigt af, hvor langt det er.

Portfolio manager & Konsulent ved Lendager Arkitekter ApS, Karoline Fogh Gustafsson spørger, om oplægsholderne tror, at klima- og miljøbesparelserne generelt kan blive større i fremtiden på lignende projekter.

Bæredygtighedsingeniør ved Sweco, Michael Granby-Larsen, svarer, at det er svært at gøre besparelsen større, end den miljøpåvirkning der reelt kommer fra huldækkene. Huldækkene udgør en af de bygningsdele med den størst miljøpåvirkning for hele bygningen, men besparelsen bliver ikke større end, hvad den samlede miljøpåvirkning er til at starte med. Så, potentialet ved at sætte den til 0 kan man ikke gøre bedre for bygningens aftryk. Man kan optimere byggeprocessen via elektrificering, mindre transport el.lign for at forbedre aftryk fra byggeprocessen.

Lars fra CRH Concrete supplerer, at han også tror, at forskellen bliver mindre, fordi de nye byggematerialer, de anvender nu, er væsentligt bedre klima- og miljømæssigt, end de var for bare 2 år siden. Og om 2 år fra nu, bliver de også væsentligt bedre. Så han tror, vi skal passe på med at kigge på CO₂, som det helt store fokusområde. Han tror, vi snarere skal kigge på råstoffer og ressourcer el.lign. for at kunne se værdien i det her.

Steffen fra Sweco er enig. For hvis prisen på en m³ grus stiger x10, så stiger betonproducenternes pris jo også. Og man kan jo ikke blive ved med at grave grus op.

Ekspertisechef beton og murværkskonstruktioner & Certificeret statiker KK2 og KK3-4 ved NIRAS, Lars Zenke Pørlov Hansen spørger, om man kunne have valgt at forsegle PCB'en i huldækkene i stedet for at sanere dem til "rent materiale" for at spare penge.

Partner ved Milva, Balan Kamaran, svarer, at det kan man sagtens generelt, men i dette projekt var der en nultolerance, så de skulle ned på <0,1 mg/kg PCB og jf. bygningsreglementets krav tror han, at det også er den fremtid vi kigger mest ind i.

Emil fra Artelia supplerer, at ja, man kan godt indkapsle PCB'en, men så vidt han husker, er der en levetid på denne indkapslingsmetode, og hvis man bygger nogle elementer ind, er det jo selvsagt svært at vedligeholde forseglingen af dem. Og jf. den nye bekendtgørelse 496, skal man sørge for at udsortere alle miljøproblematiske stoffer. Og hvis man indkapsler noget, er det så udsorteret fra det cirkulære loop?

Produktionschef ved Søndergaard, Kasper Sørensen, supplerer, at det faktisk er billigere at afrense betonelementerne end at indkapsle PCB'en. Man er oppe i næsten 200 kr. pr. m² for at forsegle, og Søndergaard får 130-140 kr. pr. m² for at sanere dem.

Projektchef i Realdania, Pelle Bournonville spørger, hvad der er de næste udfordringer i at bringe viden og erfaring fra dette projekt og seminar til en større skala. Han spørger også, om panelet tænker, det bl.a. kræver noget lovgivning ift. genanvendelse af miljøforurenede materialer, så materialerne ikke skal ses alene i et affaldshensyn.

Mht. det sidste spørgsmål, tænker Balan fra Milva, at der helt sikkert skal en ændring i lovgivningen til, som taler for mere genanvendelse af miljøforurenede materialer. Ja, der er en miljøscreening i grøn, gul og rød, men det er ikke ensbetydende med, at man faktisk kan genbruge materialerne mere generelt i byggeprojekter.

Mht. spørgsmålet om skalering, så tror Steffen fra Sweco, at der er to spor i det. Det første er, at der er brug for en standardisering af genbrug af betonelementer. For det andet, tænker han, at uddannelserne skal have større fokus på det.

Jens Runge følger op på Pelles spørgsmål og spørger, hvad han som bygherre skal gøre med sine penge: Skal han købe genbrugte huldæk i beton, eller bede betonproducenten om at optimere beton fra starten i projekteringen? Særligt taget i betragtning af, at han som bygherre skal leve op til en målsætning om halvering af CO₂-udledningen i 2035.

Peter fra Artelia tænker, der skal penge til. Han tænker, det kræver, at der er nogen, som vil investere det, som det koster at lave 1-2 pionerprojekter, man kan skabe viden og erfaring med til at udvikle metoder m.m., som kan få prisen på genbrug af betonelementer længere ned. Dernæst tænker han også, at der skal lovgivning til.

Michael Meldgaard Thomsen fra Sweco er meget enig. Som statiker, der godt kan lide klare regler og linjer, synes han også, at der mangler nogle

standarder og normer for genbrug af byggematerialer. Særligt ift. dokumentation. Når de er der, bliver det meget nemmere for alle at arbejde med det.

Mht. at nedbringe økonomien på genbrug af byggematerialer vil han gerne tilføje, at der er stor forskel på, hvor lette/svære materialerne er at arbejde med. De bærende stabiliserende materialer er dyrere, fordi de skal dokumenteres i så høj en grad. Hvis man f.eks. tog huldækkene og lagde dem med som terrændæk, så ville det måske være nemmere. Denne og andre lavthængende frugter, synes han, at branchen skal være bedre til at gå efter.

Jens Runge spørger betonproducenterne, om det her med stigende mangel på råstofferne er noget, de kan mærke. Lars fra CRH Concrete svarer, at det kan de bestemt, fordi de råstoffer, som de får, er af dårligere kvalitet. En del grusgrave kan kun levere passive materialer. De ved også, at sådan noget som gravning på søbund bliver nedskaleret, så de 1-2 mio. m³ grus, der kom derfra, får producenterne snart heller ikke.

Lene fra Artelia vil gerne bidrage til spørgsmålet om, hvad det er for et regelsæt, man skal projekttere op imod. Hun er enig med Lasse Søager fra Byggeri København, når han siger, at der bliver nødt til at være et bedre norm- og regelsæt, standarder el.lign., som kan overbevise de certificerede statikere om, at det er sikkert nok at genbruge betonelementer og andre byggematerialer i de pågældende projekter, og få dem til at skrive under. Ellers bliver det en stopklods i projekterne uafhængigt af deres økonomi, for man kan jo ikke betale sig fra det.

Til det vil Lars fra NIRAS gerne tilføje, at der er nogen i styrelsen, som er i gang med at ændre den ordning. Han går videre til at stille et spørgsmål vedr. nedtagning. Hvis man kommer som certificeret statiker og vil have huldæk nedtaget i f.eks. 1,2 m længde, og man var lidt ligeglad med principperne for selve nedtagning, men egentligt kun havde krav om, at de skal være uden revner, og at de er tildannet i 1,2 m længde... Vil det så være billigere eller dyrere, end det, man har gjort i de projekter, som dagens seminar omhandler.

Kasper fra Søndergaard svarer, at det nok vil koste få tusind kroner pr. element.

Konstruktionsingeniør og Ph.d., Sara Sofie Vestergaard, har et spørgsmål til nedtagningen. I den proces, hvor man nedtager betonelementerne og de steder, hvor det er allermest besværligt, er der så nogen erfaringer, der kan blive noteret ift. eventuelle lavthængende frugter i nybyggerier? Har man gjort sig nogle erfaringer ift. at lave samlingerne nemmere, når man skal demontere i fremtiden?

Kasper fra Søndergaard lægger ud med at pointere, at alt der hedder "skæring", det er bare dyrt og besværligt. Der hvor man kan lave tingene mekanisk og ikke løfte, der er det noget nemmere. Han tænker ikke det er umuligt, men der skal helst fuldstændigt gentænkes samlinger af beslag ift. når tingene skal skilles ad.

Kasper Sørensen spurgte faktisk alle sine "gutter" til formiddag, hvad der egentligt har været det sværeste i den her proces med nedtagning i Rønnebo-projektet, og de synes faktisk, at det var alt det arbejde, som relaterer sig alle dagens oplægsholdere: Alle de sedler, normer, dokumentation, tests etc., fordi det er den mere langsommelige, omhyggelige og nye virkelighed i deres nedtagningsarbejde. Som Kasper sagde i sit oplæg, synes nedtagningsfolkene, at det er utroligt interessant og lærerigt – det tager bare lidt tid for dem at få ind under huden, at de ikke skal nedtage så "hurtigt" som muligt, men så "kontrolleret" som muligt.

Steffen fra Sweco har et perspektiv på, hvor relativt hurtigt, det kan gå med at udvikle generelle metoder og principper, som kan nedbringe prisen i fremtidige, lignende genbrugsprojekter: Det kunne være nemmere, billigere og mere kvalificeret at bruge nogle donkrafte stående på de underliggende dæk, og som forsigtigt skubber og løfter elementerne. Det kunne også være interessant at bruge en slags "vingebor", så de kunne skubbe til elementerne i deres eget plan, så de ikke behøvede at skære dem på langs. Den fugebeton, der var nede imellem elementerne, havde nemlig ikke stor vedhæftning, fordi det var et glat støbeskel.

Kort sagt er det store fremskridt de har gjort i bare dette projekts metoder og principper, og det vidner om, hvor hurtigt man kan innovere på området, så man kan nedtage byggematerialer meget mere nænsomt og billigt.

Peter fra Artelia supplerer, at man også kunne vende den om og kigge ind i at slække på kravene til fugebetonens styrke, så betonelementer nemmere kan skilles ad mhp. genbrug i fremtidige byggerier.

Michael Meldgaard Thomsen fra Sweco tilføjer, at statikere generelt kan blive bedre til at komme tættere på nedtagerne i projekternes dagligdag, sådan at de kan bruge alle de gode erfaringer, og den viden de har, til at projektere bedre og billigere i nedtagnings- og genbrugsprojekter. F.eks. lejer Sweco nogle gange nedtagere ind som underrådgivere til deres projekter.

En deltager (som ikke oplyser sit navn) spørger, hvordan de her genbrugsprojekter er kommet rundt om alt det her med affaldsklassificering, end-of-waste o.a.

Michael Meldgaard Thomsen fra Sweco har ikke noget konkret eksempel, men regel nummer et i Swecos genbrugsprojekter er, at de ikke må komme ind i affaldslovgivningen, fordi så har de virkelig udfordringer med at få lov til at genbruge byggematerialerne. Med andre ord kommer materialerne ikke ud på genbrugspladserne - de skal tage dem før, de kommer derud, køre dem på materialelagrene og så ellers bare gøre hvad de kan derfra for at undgå affaldslovgivningen.

Nikolaj fra JAJA Arkitekter spørger, hvorfor man ikke bare kan bruge kalkmørtel til fugearmering, da det bare kan spules væk. Lars fra CRH Concrete svarer, at de ynder at lade være med at bruge en overbeton på huldækkene, hvilket betyder, at de bruger huldækkene som en skive. Og så er der gerne typisk armering inde i fugerne, som gerne skal beskyttes mod rust, og det fungerer ikke rigtigt med en kalkmørtel. Til gengæld behøves der ikke en særlig høj styrke til langt de fleste projekter, så man kan nok godt gå ned i styrke, men man kan nok ikke give helt køb på, at det oftest er en del af en konstruktiv funktion.

Projektindkøbschef fra MT Højgaard, Palle Qvist, spørger om der er noget i vejen for, at huldæk produceres i spring på f.eks. 30 cm eller 50 cm, så de er nemmere at genbruge. Emil fra Artelia tænker også, man skal prøve at kigge mere ind i "design for disassembly". Det kan godt være, at det betyder et større forbrug af ressourcer såsom penge og CO2 i starten af projektet ifm. f.eks. mekaniske samlinger, men så kan man til gengæld bruge færre ressourcer på at skille konstruktionerne og materialerne ad i den næste periode. Igen, f.eks. som en "take-back"-ordning for producenterne.

Chefstatiker fra Heidelberg Materials, Helle Beck svarede ift. spørgsmålene om modulbyggeri og design til adskillelse, at man skal vurdere værdien af at investere i standarddimensioner og samlinger til adskillelse, da vi ikke kender kravene for fremtiden. Det har netop været en udfordring i Rønneboprojektet, at elementerne ikke har været lange nok. Vi bygger med større spænd, større rumhøjde og tykkere konstruktioner af hensyn til lyd og brand i dag, end vi gjorde tidligere. Er det samme tendens vi ser i fremtiden, får man måske ikke gavn af genbrugshensynet.

Michael Granby-Larsen fra Sweco synes, at man selvfølgelig skal kigge ind i, hvordan nye betonelementer kan produceres billigere og mere bæredygtigt, men når det er sagt, så vil han mene, at der er så meget beton, der lever derude, at branchen simpelthen er nødt til at blive bedre til at genbruge og bygge med de byggematerialer, som allerede er i spil. Særligt taget i betragtningen af, at betonproducenternes EPD'er får svært ved at leve op til de grænseværdier, der kommer i bygningsreglementet om bare 2-4 år.

Peter fra Artelia supplerer, at vi også kigger ind i en byggebranche, som i stigende grad går mod transformation frem for nedtagning, hvilket er endnu en grund til at stille skrappe krav til nedtagning. Det kunne f.eks. være, at man var forpligtet til at sende en vis andel af de nedtagne byggematerialer til genanvendelse og genbrug.

Eva fra Artelia tilføjer, at man også med fordel kan tænke mere i hybridkonstruktioner, så man får noget vægt i sit byggeri. Hun kan se på

Artelias LCA-beregninger, at man i Danmark ofte ender med at indbygge beton i træbyggerier, så de står bedre fast – så træbyggerier er i virkeligheden meget sjældent rene træbyggerier, men hybridbyggerier. Og der ser hun et potentiale for genbrug af huldæk i beton: Kunne de hybride elementer være genbrugsdæk de steder?

Lars fra CRH Concrete giver folk helt ret i, at vi skal finde nye veje og bedre måder at genbruge og producere beton, men lige nøjagtig mht. "design for disassembly", der kan CRH Concrete se på deres nuværende EPD'er, at de her stålbeslag koster en hel del, så de skal virkelig tænke sig om for at lave nogle løsninger, der ikke bliver for dyre på CO2-tal.

Emil fra Artelia er enig i, at det selvfølgelig er svært at spå om fremtiden, men for ham at se, kigger man i øjeblikket på adskillelse til design; hvordan man får adskilt den nuværende bygningsmasse ad, så man kan bruge den til design. Han ved ikke, hvor mange af de projekter, der er blevet gennemgået nu, som indtænker fra start, at de skal kunne skilles ad, så vi ikke står om 50 år og stadig er i gang med den her snak om, hvordan vi får skilt konstruktionerne og materialerne ad.