



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Håndtering af miljø- & sundhedsskadelige kemikalier i cirkulært og miljømærket byggeri

Analyse af erfaringer fra Børnehuset Svanen

November 2021

Rettelse pr. 07-12-2021

Figur nr. 7, 8 og 10 er blevet korrigeret mht. fordelingen af ydelser.

Tekst nederst på side 28 angående Miljømærkning Danmarks revision af kriterierne for svanemærket byggeri er korrigeret.

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Center for Cirkulær Kemi ved NIRAS

ISBN: 978-87-7038-363-9

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1.	Resumé	4
2.	Indledning	6
3.	Miljø- og sundhedsskadelige kemikalier i cirkulært byggeri	7
3.1	Udbredelsen af skadelige stoffer i byggeriet	7
3.2	Skadelige kemikalier som barriere for cirkulært byggeri	9
4.	Børnehuset Svanen – et cirkulært og miljømærket byggeri	12
4.1	Gladsaxe Kommunes bæredygtige ambitioner	12
4.2	Den gamle Gladsaxe Skole	13
4.3	Projektets organisering	13
4.4	Forløbet – og håndteringen af kemien	15
4.4.1	Ressourcekortlægning, miljøkortlægning og cirkulært idékatalog	15
4.4.2	Nedrivning af skole og projektering af børnehus – tæt koordinerede processer	17
4.5	Nedrivning og opmagasinering	19
4.6	Materialerne	21
4.7	Byggeprojektet	22
4.8	Svanemærkning af et cirkulært byggeri	23
5.	Virkemidler for cirkulært og miljømærket byggeri	27
5.1	Et godt afsæt – en bygherre med opbakning, ambitioner og vilje	27
5.2	Det gode samarbejde – et fælles mål på tværs af værdikæden	27
5.3	Ikke kun økonomi	28
5.4	Cirkulært byggeri kræver tværfaglighed	28
5.5	Tæt koordinering mellem nedrivning og projektering	29
5.6	Klare, men regulerbare krav i udbud	29
5.7	Sporbarhed og byggeplads	29
5.8	Realistiske grænseværdier	29
5.9	Opsamling	30
6.	Litteratur	31
	Bilag 1. Analyseresultater, miljøfarlige stoffer	33

1. Resumé

I Gladsaxe Kommune er et nyt børnehus under opførelse. Målet er at opføre børnehuset som et cirkulært og svanemærket byggeri, hvilket aldrig er gjort før. Ambitionen er at genanvende og genbruge så mange materialer som muligt fra den skole, der tidligere lå på grunden, og samtidig sikre, at byggeriet er fri for miljø- og sundhedsskadelige stoffer. Erfaringerne fra nedrivnings- og byggeprocessen giver ny viden om, hvad der skal til, hvis man som bygherre vil genbruge og genanvende ressourcerne og undgå skadelige stoffer i det færdige byggeri. Herunder beskrives de vigtigste erfaringer fra projektet.

Analysen har udpeget følgende forudsætninger som vigtige – hvis ikke afgørende – for muligheden for at realisere et cirkulært og miljømærket byggeri med ansvarlig håndtering af eventuelle skadelige kemiske stoffer¹. Disse forudsætninger er som følger:



En ambitiøs og visionær bygherre

At bygge cirkulært og miljømærket er endnu ukendt terræn for de fleste. Derfor kræver det noget ekstra af bygherren – i form af tid, ressourcer og villighed til at tage ekstra ansvar for de sekundære materialer², der skal bruges i projektet. Projektet kræver derfor en bygherre, der er villig og klædt på til at engagere sig tæt i processer og beslutninger. Chancen, for at det lykkes, stiger, hvis ambitionen og visionen om at bygge cirkulært og miljømærket er forankret på alle niveauer i bygherrens organisation – også i toppen. Projektet demonstrerer værdien af, at offentlige bygherrer går forrest og bruger deres indkøbskraft til at fremme den cirkulære økonomi.



Erfaring, fagligheder og vilje til at lære nyt

At bygge cirkulært og miljømærket kræver høj faglighed og erfaring inden for mange forskellige fagfelter – eksempelvis kemi, udbud, selektiv nedrivning, materialelære, lovgivning og certificering. Det kræver også, at de involverede aktører har en vilje til at lære nyt og udvikle praksisser og metoder – fx nye måder at stille krav, rive ned eller anvende sekundære byggematerialer på.



Måltrettet kortlægning af miljø- og sundhedsskadelige kemikalier

Grundig miljø- og ressourcekortlægning er en helt afgørende forudsætning for genanvendelse og senere miljømærkning. Afklaring af hvor og i hvilken grad en bygning, der skal rives ned, er kontamineret af skadelige stoffer såsom PCB, asbest, tungmetaller mv., er selve grundlaget for sanering og ansvarlig høst og anvendelse af sekundære materialer.

¹ I rapporten anvendes betegnelsen "skadelige kemikalier" eller "skadelige kemiske stoffer" til at beskrive stoffer, der af hensyn til miljø, sundhed og/eller andre forhold vurderes som skadelige.

² I denne rapport bruges betegnelsen "sekundære materialer" til at beskrive byggematerialer – som fx beton, tegl, konstruktionstræ, facadeplader mv. – der har været brugt tidligere, men kan anvendes i nye byggeprojekter i samme eller bearbejdet form.



Samarbejde i værdikæden

Cirkulært og miljømærket byggeri kan kun lykkes, hvis de involverede aktører – bygherre, entreprenører, arkitekter, ingeniører mv. – formår at samarbejde og tage et fælles ansvar for projektet. Etablering af et fælles mål, som alle parter vil investere i at realisere, er et godt udgangspunkt.



Andre værdier end økonomi i fokus

Cirkulært og miljømærket byggeri vil alt andet lige blive dyrere end konventionelt byggeri. Processer og metoder er endnu ikke så strømlinede og standardiserede som i konventionelt byggeri, og det kræver ofte ekstra beregninger, test eller håndværksprocesser at gøre sekundære materialer klar til at blive brugt igen. Derfor er mange sekundære materialer endnu ikke rentable at genanvende, hvis der kun fokuseres på økonomien. Der er derfor brug for, at cirkulære byggeprojekter vurderes på andre former for værdi end kun den økonomiske. Det kan fx handle om værdien af branding, innovation, referencopbygning, konkrete bidrag til bæredygtighed og meget andet.



Sporbarhed

Dokumentation og sporbarhed er afgørende for at lykkes med cirkulært byggeri, fordi det er grundlaget for at skabe tillid til de sekundære materialer. Hvis bygherren både ejer den bygning, der skal rives ned, og den bygning, der skal opføres, er det enklere at sikre sporbarhed, fordi det er muligt at overføre viden og dokumentation fra miljø- og ressourcekortlægningen til de næste faser i byggeprojektet. Hvis de sekundære materialer kommer fra andre og måske ukendte kilder, skal sporbarheden og tilliden sikres via andre former for dokumentation – og her udgør bygnings- og materialepas en lovende mulighed.



Integration af nedrivning og projektering – hvis muligt

Jo tættere forbindelse, der kan skabes mellem et nedrivningsprojekt og projektering af nybyggeriet, jo lettere er det at sikre, at materialernes miljømæssige kvalitet, tekniske performance, mængde og leveringstidspunkt matcher byggeprojektet. Det kræver, at rådgiveren, der har ansvar for nedrivningen, og rådgiveren, der har ansvar for at tegne og projektere det nye byggeri, er indstillet på at sammentænke og integrere to arbejdsprocesser, der traditionelt har været helt adskilt. Det øger kompleksiteten, sætter begrænsninger for projekteringen og stiller nye krav til nedrivning og timing.



En cirkulær byggeplads

Et cirkulært og miljømærket byggeri stiller særlige krav til byggepladsen. Dels skal der være ekstra plads til at opbevare de sekundære materialer, så de ikke lider skade i perioden fra nedrivning til genbrug/genanvendelse – herunder fugthåndtering og overdækning. Dels skal der være plads til kildesortering af bygge- og anlægssaffaldet. Det betyder, at byggepladsen skal indrettes med omtanke.



Klare og regulerbare udbudskrav

Præcise krav til hvilke sekundære materialer, der skal høstes og detaljerede beskrivelser af, hvordan de saneres, nedtages, opbevares og dokumenteres er en vigtig forudsætning for cirkulært byggeri uden skadelige stoffer. Klare udbudskrav til hvordan og hvor mange sekundære materialer, der skal anvendes i et nyt byggeri, er et vigtigt redskab til at sikre, at entreprenøren forfølger den cirkulære ambition – også når det bliver udfordrende og besværligt. Samtidigt er det vigtigt, at der er plads til at justere processer undervejs så der opnås størst udbytte af sekundære materialer ift. budget og tidsplan.

2. Indledning

Gladsaxe Kommune har besluttet at bruge materialer fra nedrivning af den gamle Gladsaxe Skole til opførelsen af en svanemærket daginstitution – Børnehuset Svanen. Det kombinerede nedrivnings- og byggeprojekt har skabt nye og vigtige erfaringer med, hvordan der kan bygges cirkulært samtidigt med, at det sikres, at uønskede kemiske stoffer holdes ude af byggeriet. Med denne analyse ønsker Center for Cirkulær Kemi at samle læring og gode erfaringer fra projektet i Gladsaxe Kommune til inspiration for bygherrer og andre professionelle aktører med ambitioner om at bidrage til mere cirkulært og miljømærket byggeri.

Cirkulært byggeri har fået meget omtale de seneste år – og med god grund. Der er et stort potentiale for at udnytte ressourcer og materialer langt bedre, end tilfældet er i dag. Bygge- og anlægssektorens bidrag er afgørende for at nå de nationale klimamål, og cirkulært byggeri udgør et vigtigt virkemiddel. Der findes dog endnu relativt få eksempler på cirkulært byggeri i større skala i Danmark.

Med denne analyse undersøger Center for Cirkulær Kemi, hvad der skal til for at bygge cirkulært og miljømærket. Gladsaxe Kommunes dobbelte ambition med Børnehuset Svanen – at bygge både cirkulært og miljømærket – gør projektet ekstra interessant. Cirkulært byggeri medfører en risiko for at recirkulere uønskede kemiske stoffer, mens svanemærkning forudsætter et fravær af skadelige stoffer. Målet med analysen er at skabe viden om og inspiration til, hvordan bygherrer på forsvarlig vis kan genbruge og genanvende byggematerialer uden at risikere recirkulering af miljø- eller sundhedsskadelige kemiske stoffer.

Analysen bygger på interview og workshop med de aktører, der har været involveret i nedrivnings- og byggeprojektet i Gladsaxe Kommune. Stor tak til alle de aktører, som beredvilligt har stillet op til interview og workshop samt stillet deres erfaringer og læring fra byggeprocessen til rådighed, herunder:

- Helen Glindvad Kristensen, Gladsaxe Kommune
- Nikolaj Callisen Friis og Tim Riis Tolman, Lendager
- Peter Hansen og Rasmus Kragh, Tscherning
- Morten Dallov Ibsen og Claus Wessel Andersen, NIRAS
- Malene Nielsen, Stinus Kappel Andersen og Henrik Hougaard, Miljømærkning Danmark
- Kim Fugl Rasmussen, Ason
- Martin Ringstrøm, Kant part of Sweco
- Anders Lundquist, Axel V. Jensen

Analysen er udarbejdet af NIRAS i regi af Center for Cirkulær Kemi i 2021.

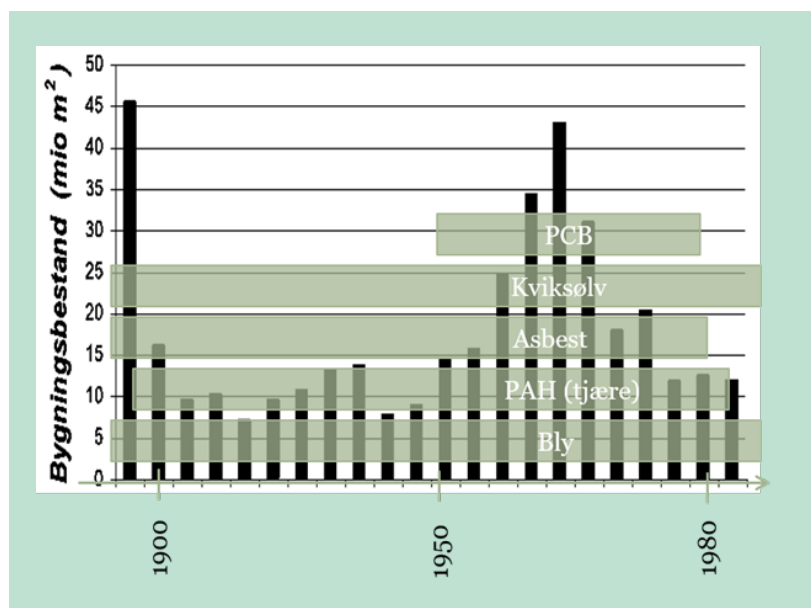
Center for Cirkulær Kemi er en treårig indsats finansieret af Miljøstyrelsen. Centret arbejder for at fremme substitution af uønskede kemikalier med særligt fokus på byggeri, emballage og fødevarer. Centret er drevet af NIRAS med Joblife, Invirke og PNO Consultants. For mere information besøg: www.cirkulaerkemi.dk.

3. Miljø- og sundhedsskadelige kemikalier i cirkulært byggeri

Risikoen for at recirkulere skadelige kemiske stoffer kan være en udfordring for genbrug og genanvendelse af byggematerialer fra nedrevne bygninger. Mange ældre byggerier indeholder skadelige stoffer, som var lovlige at bruge, da bygningerne i sin tid blev opført eller renoveret, men som siden er blevet forbudte – de såkaldte *legacy chemicals*. Dette indbefatter en række af stoffer, hvoraf de meste kendte inkluderer asbest, PCB, tungmetaller, tjærestoffer og chlorparaffiner. I dette afsnit beskrives de risici og barrierer, der knytter sig til de miljø- og sundhedsskadelige stoffer i forbindelse med genanvendelse og genbrug af byggematerialer.

3.1 Udbredelsen af skadelige stoffer i byggeriet

Historisk er der blevet anvendt en bred vifte af skadelige stoffer i byggeriet. I takt med at disse stoffers skadelige effekter på miljøet og menneskers sundhed er blevet kendt, er brugen af dem mindsket eller udfaset. I kraft af den langsomme udskiftning i bygningsmassen findes mange af stofferne dog stadig i den danske bygningsmasse. FIGUR 1 skitserer anvendelse af nogle af de mest gængse skadelige stoffer sat i forhold til tilvæksten i bygningsmassen.



FIGUR 1. Historisk overblik over udbredelsen af udvalgte miljø- og sundhedsskadelige stoffer i den danske bygningsbestand. Kilde: NIRAS på basis af Lars Gunnarsen (2011).

FIGUR 1 herover skitserer, i hvilken periode de forskellige skadelige stoffer er blevet anvendt i byggeriet og sammenholder dette med tilvæksten i den danske bygningsmasse. Som det fremgår af figuren, blev der anvendt både PCB, kviksølv, asbest, tjærestoffer og bly i perioden fra 1960 til 1980, hvor bygningsbestanden blev udvidet kraftigt.

Kemikalielovgivningen

Kemikalielovgivningen – herunder REACH og POP-forordningen³ – regulerer hvilke indholdsstoffer, der må indgå i byggematerialer og under hvilke betingelser, de må anvendes. Den gældende lovgivning indeholder forbud mod brug af de mest skadelige stoffer – som fx PCB og asbest – og disse er derfor udfaset fra nye byggematerialer. Grundet den historisk udbredte brug af disse stoffer, er der fortsat behov for stor agtpågivenhed i forbindelse med nedrivning, renovering og genanvendelse.

Stoffer i fokus

Rækken af skadelige kemiske stoffer, der er blevet anvendt i byggeriet, er lang og omfatter både organiske og uorganiske stoffer, herunder mineralske stoffer. De skadelige stoffer er blevet anvendt i forskellige perioder, til forskelligt formål, i forskellige typer af produkter og i varierende omfang i byggeriet. Mange af stofferne kræver laboratorieanalyser for at blive identificeret, da de ikke kan påvises visuelt.

MILJØFARLIGE STOFFER		
Organiske stoffer		
Bromerede flammehæmmere	CFC, HCFC og HFC	Chlorparaffiner
Kulbrinter	PCB	Tjærestoffer
Uorganiske stoffer og asbest		
Arsen	Asbest	Bly
Cadmium	Chrom	Kobber
Kviksølv	Nikkel	Zink

FIGUR 2. Oversigt over de mest udbredte miljø- og sundhedsskadelige stoffer i byggeriet.
Kilde: Videnscenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet (u.d.).

³ Læs mere om REACH her: <https://echa.europa.eu/da/regulations/reach/understanding-reach> og om POP-stofferne og reguleringen af disse her: <https://echa.europa.eu/da/understanding-pops>

Den udbredte anvendelse af de problematiske stoffer har skabt behov for – og krav om – screening, kortlægning og eventuel sanering for skadelige stoffer i forbindelse med nedrivninger og renoveringsprojekter (Miljø- og fødevareministeriet, 2019). Målet er at sikre, at skadelige stoffer opdaget, så de forurenede fraktioner kan saneres eller deponeres, og de skadelige stoffer ikke spredes til skade for omgivelser og mennesker. På trods af kravet om miljøkortlægning, viser undersøgelser, at aktører i byggeriet fortsat ser en risiko for, at genanvendelse af materialer kan medføre en uønsket recirkulation af problematiske stoffer (se bl.a. Miljøstyrelsen, 2019).

Cirkulære bygninger er ikke nødvendigvis sunde

Når bygninger bygges på cirkulære principper er der ofte tale om at bruge materialer, der har været brugt før. Men her er det vigtigt at vide, om der er risiko for skadelig kemi i de brugte materialer.



FIGUR 3. Artikel på Indeklimaportalen om risikoen for skadelige kemikalier i cirkulært byggeri. Kilde: Indeklimaportalen (2020).

3.2 Skadelige kemikalier som barriere for cirkulært byggeri

Risikoen for forurening med skadelige stoffer hæmmer anvendelsen af sekundære materialer på forskellige måder. Herunder beskrives, hvordan skadelige kemiske stoffer kan hæmme cirkulært byggeri. Afsnittet bygger primært på viden og indsigter fra tidligere gennemførte analyser.

Testudfordringer og den u håndterlige kemi

En redegørelse fra Center for Cirkulære Kemi viser, at mange professionelle aktører i og uden for byggerisektoren anser "kemi" som et komplekst og svært tilgængeligt fagområde (Miljøstyrelsen, 2019). Dette hænger bl.a. sammen med, at produkter, indholdsstoffer, lovgivning og den tilgængelige viden om stoffernes skadelige effekter løbende ændres og opdateres, men også at mange af stofferne er usynlige, flygtige og migrerende, og at der ikke er nogen enkle regler for omfang af prøvetagning. Flere påpeger, at det er vanskeligt at vide, hvornår et sekundært materiale eller en given affaldsfraktion er testet "godt nok".

"Det er enormt svært at agere i, hvornår noget er godt nok? Man kan ikke tage 3.000 prøver, [...] og derfor kan man aldrig vide sig 100% sikker [...] For mange test er ikke rentabelt"

Aktør i byggeprojektet Børnehuset Svanen

Nedrivninger omfatter så store mængder, at prøvetagningen nødvendigvis må baseres på stikprøver, ligesom det også påpeges, at man kun kan finde de stoffer, man tester for – altså de

stoffer, man i forvejen ved, at man skal lede efter – ligesom at prøvetagning kræver ressourcer i form af tid og penge, og dermed kan fordyre nedrivningsprojektet. Samlet set betyder dette, at det er vanskeligt at dokumentere et *fravær* af skadelige stoffer i en given fraktion. Denne udfordring berøres også i en vejledning til *Miljøkortlægning og nedrivning* udarbejdet af byggebranchen (Værdibyg 2020).

”Der har længe været et ønske i branchen om at få præciseret, hvor mange prøver, der er nødvendige at foretage for at udføre en fyldestgørende og retvisende miljøkortlægning. Det er imidlertid vanskeligt at komme med en generel anbefaling, da nedrivningsprojekters omfang, kompleksitet, risikograd osv. i høj grad varierer fra projektet til projektet.”

Fra Værdibyg (2020): *Miljøkortlægning og nedrivning*

Sporbarhed og dokumentation

Når det gælder nye byggevarer er der klare regler for sporbarhed og registrering af indholdsstoffer og kvalitet. Datablade og leverandørreklæringer gør det muligt at dokumentere og kontrollere, hvilke stoffer og stofgrupper, der indgår i specifikke byggematerialer. Når det gælder sekundære ressourcer i form af genanvendte eller genbrugte byggematerialer medfølger der sjældent dokumentation om indholdsstoffer. Relevant dokumentation kan blandt vedrøre information om, hvilke stoffer, der indgår i selve materialet og hvilke stoffer, der er tilført byggeriet i forbindelse med vedligehold, renovering og eventuel forurening fra det omgivende miljø – fx fra luft- og jordforurening. Hvis der mangler sporbarhed og viden om indholdsstoffer i de sekundære materialer, vil de repræsentere en usikkerhed og mulig risiko i byggeriet. Jo større kendskab til materialerne – fx hvor de kommer fra, bygningens historik, hvilke former for miljøkortlægning og test, de har været underlagt mv. – desto bedre, da det reducerer risikoen for, at de indeholder uopdagede skadelige stoffer.

Risikoaversion og placering af ansvar

For byggeriets aktører – bygherrer, rådgivere, entreprenører, leverandører mv. – er det essentielt at reducere risici i alle faser af et byggeprojekt.

”Det er noget af det første, der bliver valgt fra, hvis det introducerer nye usikkerheder. Det første de gør, er at reducere på alle parametre med risici i”.

Brancheorganisation

FIGUR 4. Sekundære byggematerialer fravælges ofte, hvis de anses for at udgøre en risiko i et byggeprojekt. Kilde: Miljøstyrelsen (2019).

Standarder, normer, certificeringer, datablade mv. har en risikominimerende funktion, fordi de fungerer som dokumentation for og sikring af fremgangsmåder og processer. Sekundære materialer fra nedrivninger og andre kilder mangler ofte denne form for validering, og anvendelsen af dem er derfor ofte betinget af, at en eller flere af de involverede aktører påtager sig et

ekstra ansvar for materialernes kvalitet. I langt de fleste tilfælde vil bygherre være den eneste aktør, der er villig til at påtage sig dette ekstra ansvar.

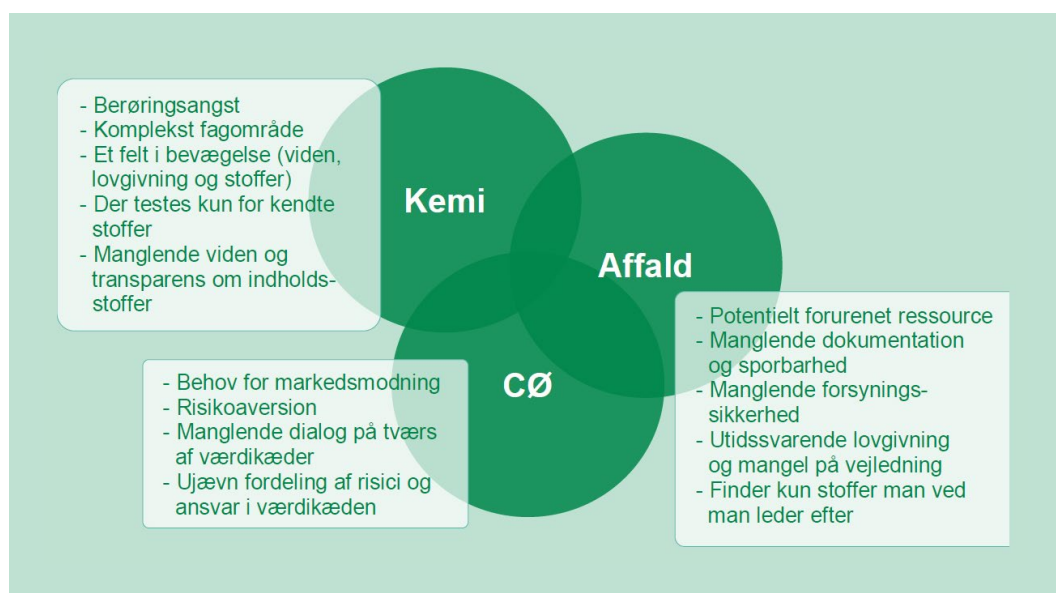
Skadelige kemikalier hæmmer cirkulært byggeri på flere måder

Miljø- og sundhedsskadelige kemikalier kan udgøre en konkret stopklods for genanvendelse og dermed for cirkulært byggeri. Hvis et sekundært materiale indeholder skadelige stoffer, og det ikke er muligt at sanere materialet eller frasortere det forurenede element, så materialet kan klassificeres som uforurenat, må det deponeres eller behandles på anden vis.

"Hvis kemien ikke kan overholdes, er det ude"

Aktør i byggeprojektet

Men de skadelige kemikalier udgør ofte også en mere diffus barriere for cirkulært byggeri. Den *potentielle* tilstedeværelse af miljøfarlig kemi udgør en – mere eller mindre velbegrundet – risiko i projektet. Problemet er, at det ofte kræver ekstra ressourcer og handlinger at håndtere og gardere sig imod denne risiko – fx i form af faglig rådgivning, prøvetagning, analyser mv. – hvilket fordyrer og forlænger projektet. På den måde skaber selve risikoen for tilstedeværelse af skadelige kemiske stoffer en usikkerhed, der hænger sammen med og forstærker en række af de andre barrierer, der ofte hæmmer cirkulært byggeri – rentabilitet, forsyningssikkerhed, fordeling af gevinster og risici mv. FIGUR 5 herunder illustrerer sammenhænge mellem barrierer relateret til kemi, sekundære materialer (affald) og cirkulært byggeri.



FIGUR 5. Kemi forstærker andre barrierer for cirkulært byggeri. Figur: Miljøstyrelsen (2019).

Behov for nye løsninger og erfaringer

En vigtig forudsætning for udbredelse af cirkulært byggeri er, at der kan findes effektive løsninger på, hvordan byggeriets parter i fællesskab kan sikre, at de sekundære byggematerialer ikke indeholder skadelige stoffer.

I næste kapitel ser vi nærmere på, hvad vi kan lære af processerne fra nedrivnings- og byggeprojektet i Gladsaxe Kommune – med særligt fokus på forløbet, samarbejdet og de praktiske erfaringer, de forskellige aktører har gjort sig.

4. Børnehuset Svanen – et cirkulært og miljømærket byggeri

På Tobaksvejen 6 i Gladsaxe lå indtil for nylig den gamle Gladsaxe Skole. Skolen blev taget ud af brug i 2012 og revet ned i 2020. På matriklen er der nu ved at blive opført en ny daginstitution – Børnehuset Svanen, der bliver verdens første cirkulære og svanemærkede daginstitution. Gladsaxe Kommunes dobbelte ambition – ønsket om både at genanvende og genbruge så mange materialer som muligt og samtidig få byggeriet miljømærket – gør projektet til en interessant case. I dette afsnit beskrives nedrivnings- og byggeprojektet med særligt fokus på de processer og aktiviteter, hvorigennem kemien er blevet håndteret.

De første skridt til nedrivningen af den gamle Gladsaxe Skole blev taget i 2016, og først i 2022 forventes Børnehuset Svanen at stå klar. I de seks år, projektet kommer til at strække sig over, har de involverede aktører gjort sig en lang række nye erfaringer med, hvad det kræver at bygge cirkulært og miljømærket – og hvad der er vigtigt for at nå i mål.

4.1 Gladsaxe Kommunes bæredygtige ambitioner

En vigtig forudsætning for projektet skal findes i Gladsaxe Kommunes ambitioner og strategier i forhold til bæredygtighed og verdensmål, som blandt andet er beskrevet i *Gladsaxestrategien* (Gladsaxe Kommune, 2018)



FIGUR 6. Gladsaxestrategien gav et godt afsæt for handling. Gladsaxe Kommune (2018)

Kommunen har i mange år arbejdet med at energieffektivisere de kommunale ejendomme, ligesom de har været et aktivt medlem i Partnerskab for Offentlige Grønne Indkøb (POGI). Målet med POGI er at fremme den grønne omstilling ved at bruge grønne offentlige indkøb som drivkraft til at trække markedet i en mere bæredygtig retning. Derudover har byrådet besluttet, at alle nyopførte kommunale børnehuse skal svanemærkes, ligesom de ønsker, at der arbejdes aktivt med at fremme FNs verdensmål i kommunale projekter. Tilsammen danner Gladsaxe Kommunes ambitioner på ressource- og miljøområdet et godt afsæt for at realisere Børnehuset Svanens mål om et være et cirkulært og miljømærket byggeri.

4.2 Den gamle Gladsaxe Skole



Den gamle Gladsaxe Skole
Foto: Gladsaxe Kommune

Den gamle Gladsaxe Skole bestod af i alt 6.627 m² plus 1.842 m² kælder fordelt på 4 fløje og en gymnastiksal. Skolebygningerne var opført ad tre omgange:

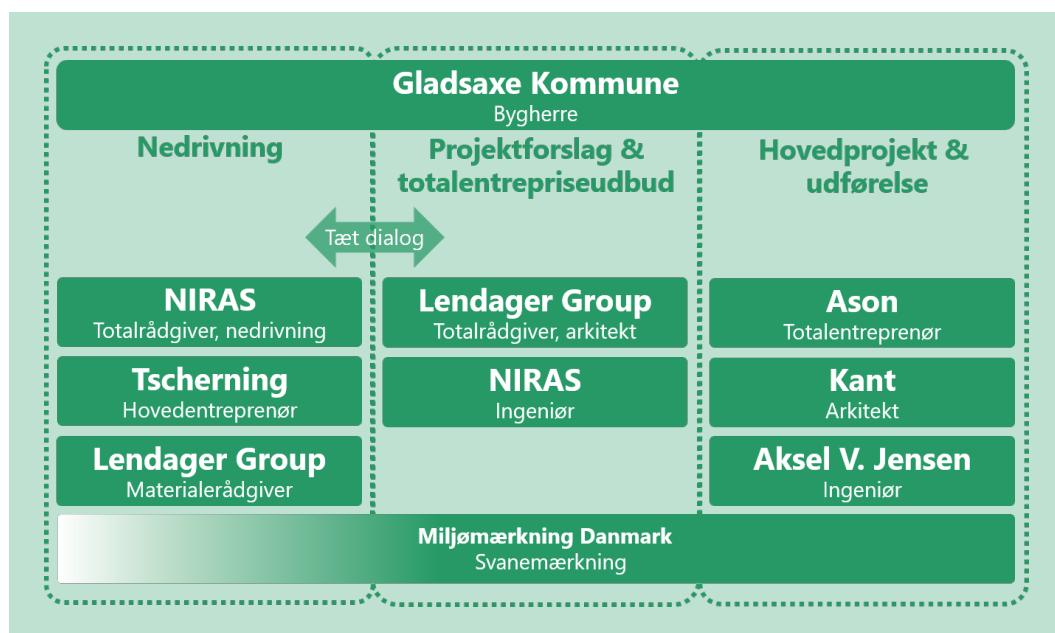
- Sydføløjen fra 1937 opført i mursten med pudset facade og tegltag.
- Østfløjen fra 1962 ligeledes opført i mursten med pudset facade og tegltag.
- Vestfløjen, nordfløjen og gymnastiksalen fra 1967 opført i insitu-støbte søjler, bjælker og dæk med stålplader som facadebeklædning og tagpap på taget.

Skolen blev taget ud af drift i 2012. I perioden fra 2012 til nedrivningen i 2020 var bygningen udsat for forfald, slitage og hærværk, hvilket reducerede værdien af visse af de sekundære materialer fra bygningen. Trægulvet i gymnastiksalen var eksempelvis så medtaget, at det ikke kunne genbruges.

4.3 Projektets organisering

Der har været tilknyttet forskellige rådgivere og entreprenører til de forskellige faser i projektet – nedrivning, projektering, udførelse mv. – og Gladsaxe Kommune har været den eneste tværgående aktør. Bygherrens projektleder har derfor haft en vigtig, samlende rolle i projektet ift. at sikre, at relevant viden og historik blev båret videre i projektet og i overgangen mellem projektets forskellige faser og mellem de forskellige tilknyttede rådgivere og entreprenører.

Projektet har været organiseret som illustreret herunder:



FIGUR 7. Organisering og aktører

Nedrivning

NIRAS var totalrådgiver på nedrivningsprojektet og varetog herunder bl.a. miljøkortlægning, udarbejdelse af udbudsmateriale samt kvalitetssikring af nedrivningsentreprisen. Tscherning var hovedentreprenør på nedrivningen og forestod herunder bl.a. sanering, selektiv nedrivning og opmagasinering af de sekundære materialer.

Projektforslag og totalentrepriseudbud

Lendager var totalrådgiver på projektforslaget til Børnehuset Svanen og udarbejdede herunder projektforslag og totalentrepriseudbud. NIRAS var rådgivende ingeniør på projektforslaget.

Der har været en tæt kontakt og løbende dialog mellem NIRAS på nedrivningssiden og Lendager på projekteringssiden af projektet. Lendager og NIRAS har i tæt samarbejde med Gladsaxe Kommunes Ejendomscenter og Børne- og Kulturforvaltning bidraget til udpegning og kvalificering af, hvilke sekundære ressourcer, der kunne overføres fra nedrivning til byggeprojekt og i hvilke mængder. Beslutningen involverede arkitekt- og ingeniørfaglige vurderinger samt bygherres ønsker og krav til et nyt børnehus ift. funktioner, behov, drift, vedligehold, mv.

Det er vigtigt, at bygherre tager tæt del i projektudviklingen og beslutningen om hvilke sekundære materialer, der skal satses på, da det i sidste ende er netop bygherre, der står med ansvaret for de sekundære materialer, der skal indgå i byggeprojektet.

Hovedprojekt og udførelse

Ason er totalentreprenør på det igangværende byggeprojekt. Kant og Aksel V. Jensen er tilknyttet som underrådgivere som henholdsvis arkitekt og ingeniør. Gladsaxe Kommune har hele vejen gennem projektet haft ejerskab af de sekundære materialer, som er blevet leveret fra nedrivningen af den gamle skole til hovedprojektet med krav om anvendelse i nybyggeriet.

Svanemærkning

Der har været en løbende dialog mellem byggeprojektet og Miljømærkning Danmark om muligheder og udfordringer ift. på den ene side at sikre, at projektet lever op til kravene i Svanemærket og på den anden side undgå, at svanemærkningen spænder ben for muligheden for at

genbruge/genanvende materialer i byggeriet. Det er første gang, at Miljømærkning Danmark har svanemærket et byggeri, hvor der anvendes så store andele af recirkulerede materialer. Projektet har derfor også været en læringsproces i forhold til, hvilke krav der skal og kan stilles til et cirkulært byggeri, og i forhold til, hvornår et givent krav vurderes at være dokumenteret tilstrækkeligt.

4.4 Forløbet – og håndteringen af kemien

Nedrivnings- og byggeprocessen har indbefattet en længere række af aktiviteter og processer, hvoraf nogle har haft særligt fokus på de skadelige stoffer. De aktiviteter og processer, som har haft særlig betydning for muligheden for at bygge svanemærket og cirkulært, er markeret med røde pile i FIGUR 8 herunder.



FIGUR 8. Projektforløb – med fokus på kemien

I det følgende gives en nærmere beskrivelse af erfaringerne fra de aktiviteter, hvor der har været mest fokus på de skadelige kemiske stoffer.

4.4.1 Ressourcekortlægning, miljøkortlægning og cirkulært idékatalog

Ressourcekortlægning

Målet med en ressourcekortlægning er at etablere et overblik over, hvilke ressourcer en bygning, der står overfor nedrivning eller renovering, indeholder, hvilke muligheder der findes for at få brugt ressourcerne igen. Ressourcekortlægningen skal altid ses i sammenhæng med en miljøkortlægning, hvor miljøfremmede stoffer identificeres. Tilsammen danner ressource- og miljøkortlægningen grundlag for at de sekundære ressourcer kan finde anvendelse så højt oppe i affaldshierarkiet som mulig, herunder at bygningens ressourcer kildesorteres korrekt.

Kilde: Miljøstyrelsen (2018): *Ressourcekortlægning af bygninger*

I 2016-17 udarbejdede NIRAS på opdrag fra Gladsaxe Kommune en ressource- og miljøkortlægning samt udbudsmateriale til et mere "normalt" nedrivningsprojekt for Gladsaxe Skole. Det var besluttet, at skolen skulle rives ned, men endnu ikke, at materialerne skulle bruges til opførsel af et nyt børnehus på samme matrikel. Det blev dog overvejet, at man kunne høste en del af de sekundære materialer og anvende disse til at opføre en servicebygning på en af kommunens genbrugsstationer, ligesom det blev overvejet, om betonen kunne anvendes til opfyld på stedet, i stedet for at skulle køres væk. Kommunen havde allerede tidligt i forløbet fokus på cirkulært byggeri og derfor interesse i en grundig kortlægning af de sekundære resourcer.

Der findes anvisninger, vejledninger og tjeklister, som miljøkortlæggere kan bruge, når de skal udpege hvilke bygningsdele, der skal tages materialeprøver fra og hvilke analyseparametre, der er relevante. Ligeledes er der mere eller mindre afgrænsede perioder, hvori de enkelte skadelige stoffer har været anvendt i forskellige typer af materialer. Men vejledninger og tjeklister kan ikke stå alene. Forskellige renoveringsperioder, bygmestre og arkitekter har haft forskellige foretrukne byggematerialer og metoder, ligesom den geografiske udbredelse har varieret. Der er derfor behov for at supplere tjeklisterne med faglig indsigt og erfaring, når det skal vurderes hvilke bygningsdele, det er relevant at tage materialeprøver fra samt hvilke analyseparametre, der er relevante for den pågældende bygning og bygningsdel. FIGUR 9 herunder viser udvalgte analyseresultater fra NIRAS' kortlægning af miljøfarlige stoffer i skolebygningen (se Bilag 1 for flere analyseresultater).

Prøve nr.	Bemærkninger	Dato	Tungmetaller							
			PCB	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
			<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>
1	Gymnastikhal - omklædning, blå vægmaling	27-10-16	1,2	0,18	9,8	220	5,8	16	1500	0,24
2	Sydflejl - Facade, maling på pudset mursten	27-10-16	0,43	3,9	58	11	34	4600	15000	0,11
3	Sydflejl - Facade, mursten	27-10-16	id	id	id	id	id	id	id	id
4	Østflejl - Facade, maling på pudset mursten	27-10-16	0,53	1,3	39	5,2	25	110	5100	id
5	Østflejl - Facade, mursten	27-10-16	ikke analyseret							
6	Sydflejl - 1. sal, hvid vægmaling på væv og pudset mursten	27-10-16	6,2	51	56	36	6,2	520	100000	3,7
7	Sydflejl - 1. sal, mursten	27-10-16	id	id	id	id	id	id	id	id
8	Sydflejl - 1. sal, Træmaling	27-10-16	2,9	0,2	5,9	id	id	4	3300	0,13
9	Sydflejl - 1. sal, Linoleum	27-10-16	0,053	0,11	id	40	id	id	340	id
10	Vestflejl - 1. sal, hvid vægmaling på gasbeton ulpuds	27-10-16	1,5	1,3	11	id	9,9	860	4600	12
11	Vestflejl - 1. sal, radiatormaling	27-10-16	1,7	13	13	12	40	1900	73000	4,5
12	Vestflejl - maling facadebeklædning	27-10-16	id	1,2	3700	32	5,6	150	36000	4,5
13	Vestflejl stueetage, borekerne gasbeton ydervæg, 2-4 mm	18-11-16	id	5,1	13	51	57	19	81	0,47
Ikke forurenset			<0,1	<0,5	<500	<500	<30	<40	<500	<1
Forurenset, ikke farligt affald			0,1	0,5	500	500	30	40	500	1
Farligt affald			50	1000	1000	2500	1000	2500	50000	500

FIGUR 9. Eksempler på analyseresultater fra kortlægning af miljøfarlige stoffer i gammel Gladsaxe Skole. Kilde: NIRAS

Ressource- og miljøkortlægningen af den gamle Gladsaxe Skole viste blandt andet, at bygningen ikke indeholdt høje koncentrationer af PCB, og at maling og pudslag kun overskred grænseværdier for farligt affald enkelte steder, jf. skemaet ovenfor. Der var med andre ord et fornuftigt udgangspunkt for høst af brugbare sekundære materialer efter fornøden sanering.

I 2019 vedtager Gladsaxe Byråd planen om at bygge Børnehuset Svanen. Gladsaxe Kommune beder arkitektvirksomheden Lendager om at udarbejde et idékatalog over mulighederne for at genanvende materialer fra nedrivningen af skolen til børnehuset. NIRAS blev bedt om at tilrette og viderebearbejde det foreliggende udbudsmateriale på nedrivningen af skolen, nu

med fokus på at høste så mange sekundære ressourcer som muligt til børnehuset. Eftersom 2/3 af materialet allerede var lavet, blev opgaven ikke sendt i rådgiverudbud.

Den gennemførte kortlægning af skadelige stoffer udgør sammen med en tværfaglig kvalificering af de sekundære materialer – hvor både materialernes kemiske, tekniske, funktionelle, visuelle og nedrivningsmæssige aspekter vurderes – et vigtigt grundlag for muligheden for at opføre et cirkulært byggeri og håndtere de miljøfremmede kemiske stoffer forsvarligt.

Med viden om, at der var lavet en ressourcekortlægning udarbejdede Lendager et idékatalog over hvilke materialer fra skolen, der potentielt kunne genanvendes. Som del af denne proces udførte Lendager tekniske og praktiske test af materialerne.

4.4.2 Nedrivning af skole og projektering af børnehus – tæt koordinerede processer

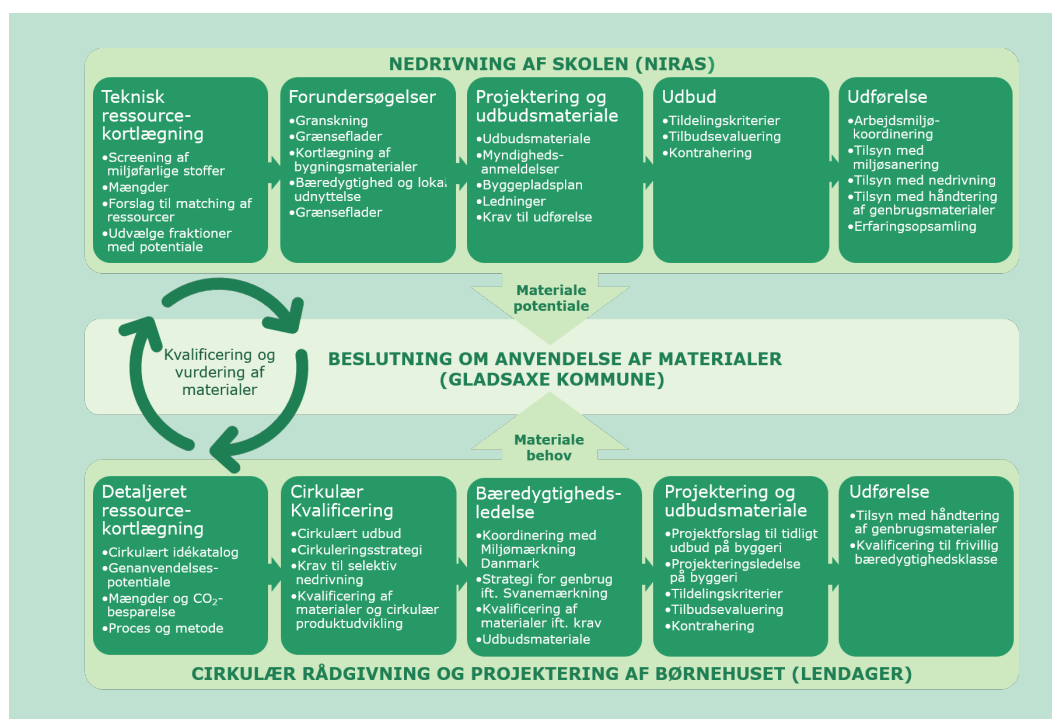
En markant barriere for cirkulært byggeri er, at der sjældent er forbindelse mellem de nedrivningsprojekter, der leverer sekundære materialer, og de byggeprojekter, hvor de sekundære materialer kan anvendes. Det medfører ofte, at der:

- Ikke er et match mellem udbud og efterspørgsel af sekundære materialer
- Opstår usikkerhed om timing og forsyningssikkerhed ift. mængder og kvaliteter
- Mangler sporbarhed og dokumentation for de sekundære materials kvalitet

En vigtig forudsætning for at opnå det ønskede resultat i projektet i Gladsaxe har netop været en tæt koordinering mellem nedrivningsprojektet og projektforslaget til byggeprojektet.

Tæt samarbejde og en iterativ proces

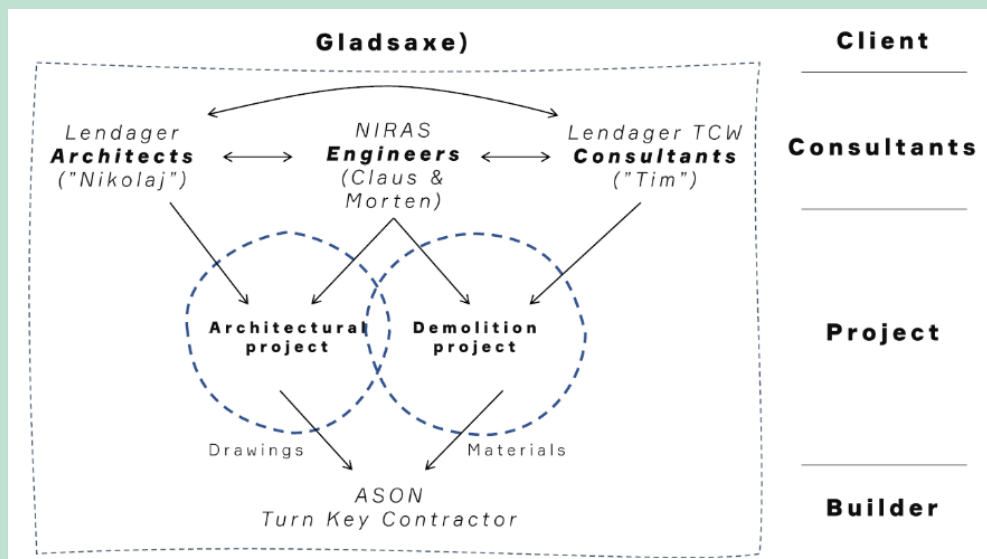
I starten af 2020 fastlagde bygherren sammen med arkitekter fra Lendager og ingeniører fra NIRAS i en intens og iterativ proces, hvilke mængder, kvaliteter og materialer fra nedrivningen af skolen, der kunne indgå i børnehuset (se FIGUR 10). Af hensyn til økonomien i byggeprojektet, blev der fokuseret på de materialer, hvori der var mest potentiale og økonomi i, mens andre blev fravalgt. Nedrivning og projektering, der normalt er to adskilte og uafhængige processer, var pludseligt gensidigt afhængige.



FIGUR 10. Tæt dialog mellem bygherren og nedrivnings- og projekteringsprojektet om udvælgelse af sekundære materialer.

Det er en vigtig erfaring, at bygherren skal være tæt involveret i beslutningerne om, hvilke sekundære materialer, der skal fokuseres på i et cirkulært byggeprojekt som dette. I sidste ende er det bygherren, der skal påtage sig ansvaret for de sekundære materials tekniske og miljømæssige kvalitet, da der – i modsætning til nye byggematerialer – ikke medfølger en leverandørgaranti. Valget af sekundære materialer har desuden en stor betydning for, hvilket byggeri det er muligt at lave. De forskellige sekundære materialer kræver forskellige grader af bearbejdning og tilpasning for at kunne indgå i byggeriet, ligesom de tilfører byggeriet forskellige visuelle og funktionelle karakteristika. Hvis ikke bygherren deltager aktivt i udvælgelsen af sekundære materialer, er der risiko for at stå tilbage med et byggeri, der bliver for kompliceret, for dyrt eller på andre måder ikke lever op til bygherrens ønsker og behov. Samlet set er valget af sekundære materialer så definerende for byggeprojektet, at de ikke udelukkende kan overlades til eksterne rådgivere.

Det tætte samarbejde mellem nedrivnings- og byggesiden havde flere fordele. Dels kunne Lendager tilpasse projektforslaget til børnehuset til præcis de materialer og mængder, som NIRAS påbaseret ressourcekortlægningen vurderede, at nedrivningen af skolen kunne levere. Dels kunne NIRAS – på basis af Lendagers projektforslag til børnehuset – indskrive specifikke krav i udbudsmaterialet på nedrivningsopgaven til de materialer, mængder og kvaliteter, som entreprenøren skulle levere fra nedrivningen. FIGUR 11 illustrerer, hvordan Lendager anskuer samarbejdsprocessen.



FIGUR 11. Sammenhæng mellem nedrivning og arkitektonisk projektering

Figur: Nikolaj Callisen Friis, Lendager

De arkitektoniske valg i projekteringen blev rammesat af de typer, mængder og kvaliteter af materialer, som nedrivningen kunne levere, ligesom kravene til nedrivningsprojektet blev fastsat, så de matchede de materialebehov, som projekteringen af børnehuset medførte.



FIGUR 12. Børnehuset Svanen. Illustration: Lendager

4.5 Nedrivning og opmagasinering

På baggrund af den tætte koordinering mellem nedrivning og projektering blev der i udbudsmaterialet for nedrivningsopgaven indskrevet specifikke krav til mængder og kvaliteter for en række materialer, som nedrivningen skulle levere. Målet var at sikre tilstrækkelige mængder og kvaliteter af de sekundære materialer til byggeprojektet. Som det fremgår af tabellen herunder indbefattede det bl.a. krav til mængder, kvaliteter og leveringsform.

Tabel 1. Materialekrav til nedrivningen.

Kilde: Udbudsmateriale til nedrivningsentreprise udarbejdet af NIRAS

Fraktion	ID iht. bilag 1	Samlet vurderede og optalte mængder	Mængde der skal leveres (samlet minus spild)	Maksimalt spild	Leveringsform
Mursten	SF-1 EF-1	164.000 stk.	80.000 stk.	-	Opmagasineres på paller
Tagsten	SF-2 EF-2	14.330 stk.	12.180 stk.	15%	Opmagasineres på paller
Konstruktionstræ	EF-6 SF-14	21 stk. af EF-6a og -b 47 stk. af SF-14a, b og c	19 stk. af EF-6a og -b 42 stk. af SF-14a, -b og -c	2 stk. pr. type 5 stk. pr. type	Opmagasineres på paller under halvtag
Belægningssten mv.	O-1 O-7 O-12	Betonsten 1.678 m ² Betonflise 82 m ² Træbeklædning 112 m ²	Betonsten 1.510 m ² Betonflise 74 m ² Træbeklædning 101 m ²	10%	Opmagasineres på paller
Genstande fra indendørs- og udendørsarealer	I-3 I-6 I-10 I-15 I-17 I-18 I-19 I-20 I-23 I-25 I-22 I-26 I-27 I-28 I-29	Ribber, 13 stk. Tavler, 10 stk. Scenelamper, 7 stk. Ventilationsrør 8 l bm . Vaske, 27 stk. Kuppeltag, stjerneklækkert, 1 stk. Stålspindeltrappe, 2 stk. Cykelstativer, 8 stk. Pergolaer, 2 stk. Indgangsriste, 5 stk. Ur, 1 stk. Gadelamper, 4 stk.	Ribber, 13 stk. Tavler, 10 stk. Scenelamper, 7 stk. Ventilationsrør 8 l bm . Vaske, 27 stk. Kuppeltag, stjerneklækkert, 1 stk. Stålspindeltrappe, 2 stk. Cykelstativer, 8 stk. Pergolaer, 2 stk. Indgangsriste, 5 stk. Ur, 1 stk. Gadelamper, 4 stk.	Intet spild	Lægges i lukkede containere. Kuppeltag, placeres på paller, skal ikke i container
Beton fra alle bygninger	W-1, W-2 og W-3	6.000 tons. I nedknust form, samt 20 stk. søjler fra Vestfløj til genbrug	6.000 tons. I nedknust form, samt 20 stk. søjler fra Vestfløj til genbrug	Intet spild	Iht. Kapitel 4.1.6
Metal facadeplader	WF-8, WF-9, GF-10	1.484 stk. WF-8 1.164 m ² af WF-9 630 stk. af GF-10	1.261 stk. WF-8 989 m ² af WF-9 535 stk. af GF-10	15%	Opmagasineres på paller til det afhentes af modtager
Træer	-	Træer med diameter > 25 cm, 7 stk. Træer med diameter < 25 cm, 21 stk.	Træer med diameter > 25 cm, 7 stk. Træer med diameter < 25 cm, 21 stk.	0 %	Iht. kapitel 4.1.10, se også rettelsesblad 02

Nedrivningen blev udbudt som hovedentreprise med mest fordelagtige bud, hvor der særligt blev lagt vægt på arbejdet med høst af sekundære materialer. I udbuddet blev det således værdisat, at nedrivningsprocessen og de realiserede mængder og kvaliteter af sekundære materialer blev vægtet betydeligt.

Entreprenørvirksomheden Tscherning vandt udbuddet og var hovedentreprenør på nedrivningen. Nedrivningsprojektet adskilte sig fra typiske nedrivningsopgaver på flere måder. Dels indeholdt udbuddet specifikke krav til kvaliteter, mængder og opbevaring af en række materialer, hvilket satte nye krav til nedrivningsmetoder og materialehåndtering og gjorde opgaven svær at prissætte. Dels skulle nedrivningsteamet arbejde på en anden – og mere skånsom – måde end de er vant til. Oftest er det tempoet, der tæller, men her var nænsom demontering af de forskellige materialerne – spær, plader, mursten, tegl mv. – pludseligt i fokus.

Bygherren har i hele processen haft ejerskab over de sekundære materialer. Som led i nedrivningen var der derfor behov for at præcisere ansvarsfordelingen mellem bygherre og entreprenør i forhold til materialerne. Eksemplet herunder gælder ansvarsfordelingen for mursten.

Bygherres ansvar

- Ingen indtrængning af PCB
- Eksisterende skader
- Dimensioner og typer
- Trykstyrke
- Densitet
- Porøsitet

Entreprenørens ansvar

- Der må ikke køres i brokkerne
- Nedrivning foretages med langarm med grab
- Læsning i container udføres med grab så stene kan "lægges" på bunden
- Afrensning
- Frasortering af ubrugelige sten
- Typesortering
- Stabling på paller
- Emballering i plast og stropning
- Opbevaring

FIGUR 13. Ansvarsfordeling for mursten. Kilde: NIRAS

Nedrivningsprojektet forløb relativt uproblematisk. Kravet om nænsom demontering af bl.a. facadeplader og spær gav lidt udfordringer og skabte behov for udvikling af nye metoder, ligesom der opstod behov for justeringer undervejs. Enkelte materialer måtte opgives pga. dårligere stand end forventet, mens andre materialer med værdi blev høstet i stedet.

På grund af uforudsete hændelser, der uventet opstår undervejs i en nedrivningsproces, er det vigtigt at bygherren og rådgivere følger nedrivningsprocessen tæt, og at nedrivningsentreprenøren løbende giver besked om stand og forhold. Det giver basis for at bygherren kan afveje tid, økonomi, materialeudbytte mv. og træffe de bedst mulige valg. Målet er at sikre, at de sekundære materialer høstes med omtanke og til fordel for både nedrivningsentreprenør og bygherre. Økonomien skal anvendes med fornuft og omtanke, så der realiseres flest og de bedste sekundære materialer inden for budgettet.



Tagspær opmagasineret under presenning på byggepladsen

Foto: NIRAS

4.6 Materialerne

De sekundære materialer, der blev høstet størst mængder af i nedrivningen af skolen, var beton, tegl, facadeplader og spær samt diverse udendørs og indendørs inventar. Mængder, test og forventet anvendelse mv. fremgår af tabellen herunder.

TABEL 2. Oversigt over sekundære ressourcer

	Beton	Mursten	Tagsten	Facadeplader	Spær	Håndvaske og inventar
						
Mængde	6000 tons	61.500 stk.	12.000 stk.	2600 stk.	60 stk.	-
Test	PCB, tungmetaller og PAH'er. Sigteanalyser	PCB og tungmetaller.	-	PCB og tungmetaller. Test for afvaskning + korrosion.	PCB. Konstruktiv klasse.	-
Anvendelse	Tilslag, indbygning, stier	Ude og inde	Ude	Ude	I orangeri	Ude

To store fraktioner, som det ikke lykkedes at genanvende i projektet, er vinduer og belægningsfliser. Vinduerne blev droppet, fordi komponentkravet til hele vinduet ift. bygningsreglementet ikke kunne opfyldes. Selv hvis der kunne opnås dispensation herfor, ville der være risiko for dannelse af store mængder kondens ved rammerne. Derudover har bygherre haft et ønske om, at byggeriet så vidt muligt skulle gennemføres uden dispensationer, da mængden af brugbare erfaringer til fremtidige projekter derved ville blive størst. Udeområdet omkring

skolen var belagt med ca. 1.000 m² belægningssten. Det viste sig dog, at mange af fliserne smuldrede, når de blev taget op, hvorfor de ikke kunne genbruges.

En god forudsætning for ambitionen om at bygge cirkulært var byggepladsen størrelse. I kraft af at grunden var meget større end selve byggefeltet, var der god plads til at etablere en funktionel og effektiv opbevaring af materialerne. Mursten og tagsten blev stablet på paller og opbevaret under åben himmel, mens fugtfølsomme materialer enten blev opbevaret i containere eller under presenninger. Overdækninger til materialeopbevaring er primært opført af genanvendte materialer fra bygningen for ikke at anvende nye materialer for at bevare recirkulerede. De 6.000 tons nedknust beton fyldte meget, ikke mindst fordi betonen skulle sigtes i forskellige kornstørrelser for at kunne blive brugt som tilslag til produktion af ny beton.

4.7 Byggeprojektet

Entreprenørvirksomheden Ason vandt udbuddet om opførelse af Børnehuset Svanen med arkitektvirksomheden Kant og ingeniørvirksomheden Aksel V. Jensen som underleverandører. Nedrivningen af skolen og projekteringen af Børnehuset Svanen havde fokuseret målrettet på at sikre genanvendelse af så mange materialer som muligt. Ved denne rapport afslutning (november 2021) er Ason optimistisk og forventer, at det stort set vil lykkes at genanvende og genbruge alle de planlagte mængder og sekundære materialer fra nedrivningen af skolen.



GLADSAXE KOMMUNE
OPFØRER BØRNEHUSET SVANEN
BYGGEPERIODE:
MAJ 2021 - AUGUST 2022

FRA RUIN TIL NYT BØRNEHUS
Gl. Gladsaxe skole er nedrevet og materialer genanvendes til opførelse af et nyt Børnehus. Affald minimeres og der spares på CO₂ udledningen.

GLADSAXE

BYGHERRE:
Barne- og Kulturforvaltningen
Gladsaxe Kommune

PROJEKTEDELSE:
Ejendomscenteret
Gladsaxe Kommune
ejendomme@gladsaxe.dk

ason

TOTALENTREPRENØR:
ASON A/S
Skejmarksvej 4, 2605 Brøndby
CVR: 16929905

BØRNEHUSET SVANEN
SVANEMÆRKET BØRNEHUS

Projektforslag er udarbejdet i samarbejde med Niras og Lendager Group

KANT/
Part of Sweco

ARKITEKTER:
KANT Part of Sweco
Ørestads Boulevard 41, 2300 København S
CVR: 48233511

INGENIØRER:
Aksel V. Jensen A/S
Teglgården 1, 3400 Hillerød
CVR: 10614694

Informationsskilt ved byggeplads

Der blev afholdt rejsegilde på Børnehuset Svanen d. 27. oktober 2021, og det færdige byggeri forventes at blive overleveret til ibrugtagning til Gladsaxe Kommune i starten af efteråret 2022.



Børnehuset Svanen under opførelse. Foto: Lendager



Børnehuset Svanen – klar til rejsegilde. Foto: NIRAS

De største udfordringer ift. at anvende de sekundære materialer i byggeriet har været af praktisk og teknisk karakter. Der har dog også været enkelte udfordringer knyttet til de sekundære materials kemiske indhold – med særligt fokus på spørgsmålet om, hvorvidt materialernes indholdsstoffer kunne overholde svanemærkningens kriterier og grænseværdier i forhold til skadelige stoffer. Disse forhold beskrives i næste afsnit.

4.8 Svanemærkning af et cirkulært byggeri

Gladsaxe Kommunes byråd har truffet en beslutning om, at alle nyopførte, kommunale børnehuse skal svanemærkes. Kommunen har således allerede erfaring som bygherre på svanemærket byggeri. Det er dog første gang, at Miljømærkning Danmark, der står for kontrol og certificering af svanemærkede byggerier, skal svanemærke et byggeri med så store andele af sekundære materialer. Certificeringen af byggeriet har derfor været en lærerig udviklingsproces for de involverede parter. Der findes to typer af svanemærket byggeri – nybyg og renovering. På basis af det stigende fokus på cirkulært byggeri er Miljømærkning Danmark aktuelt ved at revidere kriterierne for svanemærket nybyggeri, så de også egner sig til cirkulært byggeri.

Hvad er en svanemærket bygning?

Svanemærket er det officielle miljømærke i Norden, og mærket blev stiftet af Nordisk Ministerråd i 1989. I Svanemærket byggeri stilles krav til energiforbrug, kemiske produkter, byggeprodukter/ byggevarer og en række indeklimafaktorer, med betydning for menneskers sundhed og miljøet. Derudover stiller Svanemærket krav til kvalitetsstyring i byggeprocessen og overlevering af bygningen til beboerne samt forvaltning/drift. Svanemærket byggerier kontrolleres og certificeres af Miljømærkning Danmark. (Læs mere: www.ecolabel.dk/da/produkter/byg-og-bolig/bygninger)



Svanemærkningen bygger på den gældende lovgivning. For nye materialer stilles skærpede krav i forhold til gældende lovgivning for eksempel CMR stoffer og kandidatliste stoffer bromerede flammehæmmere med mere. For genanvendte materialer bygger kravene på den gældende lovgivning, dog føres skærpet kontrol med gældende grænseværdier er overholdt. Dette gøres ud for en konkret risikovurdering af de enkelte materialer.

Som det fremgår af listen i FIGUR 14 herunder, er der forbud mod at bruge en række specifikke kemikalier i byggeprodukter, byggevarer og materialer, der skal indgå i svanemærket byggeri.

4.3 Byggeprodukter, byggevarer og materialer

"[...] byggevarer må ikke indeholde:

- Et stof på EU's kandidatliste***.
- Stoffer, der af EU vurderes at være PBT-stoffer (persistente, bioakkumulerende og giftige) eller vPvB-stoffer (meget persistente og meget bioakkumulerbare) i overensstemmelse med kriterierne i REACH-bilag XIII, og stoffer, der endnu ikke er vurderet, men som opfylder disse kriterier.
- Kræftfremkaldende, mutagene eller reproduktionstoksiske stoffer (CMR), kategori 1A og 1B.
- Stoffer, der anses for at være hormonforstyrrende i henhold til kategori 1 eller kategori 2 på EU's prioriterede liste over stoffer, der skal undersøges nærmere for hormonforstyrrende virkninger****.

Derudover må følgende stoffer og stofgrupper ikke indgå. Der kan være overlapning mellem stofferne i nedenstående liste og stoffer eller grupper af stoffer, hvis egenskaber er anført ovenfor.

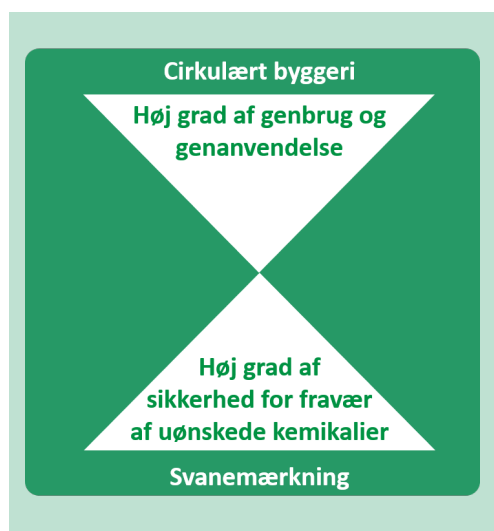
- Kortkædede klorparaffiner (C10-C13) og mellemkædede klorparaffiner (C14-C17).
- Perfluorerede og polyfluorerede alkylerede forbindelser (PFA).
- Alkylphenolethoxylater (APEO) og andre alkylfenolderivater (stoffer, der frigiver alkylfenoler ved nedbrydning).
- Bromerede flammehæmmere*****). *****).
- Ftalater.
- Tungmetallerne bly, kadmium, arsen, krom (VI) og kviksølv eller deres forbindelser.
- Bisfenol A, bisfenol S og bisfenol F.
- Borsyre, natriumperborat, perborinsyre, natriumborat (borax) og andre borforbindelser, der er klassificeret som kræftfremkaldende, mutagene eller reproduktionstoksiske.
- Organotinforbindelser.

(Nordisk Miljømærkning, 2016)

FIGUR 14. Uddrag af kriterier for svanemærket byggeri. Kilde: Nordisk Miljømærkning (2016)

For nye byggematerialer betyder det, at produkterne enten selv skal være svanemærkede eller skal godkendes til brug, inden de må indgå i svanemærket byggeri. Dette forudsætter, at der foreligger dokumentation for, at produkterne overholder de krav til indholdsstoffer og grænseværdier, som er fastsat for svanemærkningen af Miljømærkning Danmark. For nye byggematerialer er det relativt let for importører eller leverandører at rekvirere den fornødne dokumentation hos producenter og fabrikanter i form af recepter eller lister over indholdsstoffer. For sekundære byggematerialer – fx materialer fra nedrevne bygninger – kan der dog meget sjældent rekvireres eller forefindes dokumentation for indholdsstoffer.

Flere aktører påpeger, at det ofte er muligt at måle bittesmå mængder af forskellige kemiske stoffer, som ikke må indgå i svanemærket byggeri i henhold til gældende lovgivning, hvis blot de sekundære byggematerialer testes med tilstrækkelig høj nøjagtighed. Det gælder fx stoffer som tungmetaller og PCB, som tidligere har været anvendt i byggeriet, samt andre kemiske stoffer som bygningen kan have optaget i sin levetid, fx fra forurenede jord og/eller luftforurening. Skal svanemærkningen understøtte cirkulært byggeri, er der brug for at udvikle kriterier, der gør genanvendelse praktisk mulig uden at gå på kompromis med målet om at holde skadelige kemiske stoffer ude af det færdige byggeri.



FIGUR 15. Potentiel modsætning mellem svanemærket og cirkulært byggeri

Miljømærkning Danmark er aktuelt i gang med at revidere kriterier for svanemærket nybyggeri. Det forventes, at der indføres et obligatorisk krav om, at en ekspert indenfor miljøkortlægning skal risikovurdere materialer før genbrug. Dette suppleres med laboratorietest for relevante stoffer, hvor det vurderes relevant. Der opstilles grænseværdier for en række relevante stoffer, hvoraf de fleste afspejles i de nordiske landes lovgivninger. De nye kriterier forventes klar medio 2022.

I den foreløbige byggeproces for Børnehuset Svanen har der været særligt fokus på eventuelt skadelige stoffer i beton, mursten, galvaniserede facadeplader samt spær. Der er taget analyser af de forskellige materialer før og efter nedrivningen og givet forhåndstilladelser til anvendelsen af dem i byggeriet.

Et fokuspunkt har bl.a. været facadepladerne af galvaniseret stål. Galvaniseringen indeholdt krom og zink, hvilket hos Miljømærkning Danmark gav anledning til tvivl om, hvorvidt pladerne kunne genanvendes i svanemærket byggeri.

”Skal vi sende pladerne i deponi, fordi stofferne ikke må bruges i dag? Eller skal vi sige, at der er en restlevetid på 20 år eller mere? Kan vi få lov at bruge dem uden på dampspærren? Den dialog har vi med svanemærkningen [dvs. med Miljømærkning Danmark].”

Aktør i byggeriet

Der blev derfor lavet en række test for at undersøge, om indholdet af krom og zink var bundet i galvaniseringen, eller om stofferne kunne frigives og afvaskes til det eksterne miljø. Resultatet viste, at stofferne er forsvarligt bundet i galvaniseringen. I det øjeblik pladerne skæres til, kan

der dog være risiko for, at stofferne frigives, og det er derfor et opmærksomhedspunkt ift. arbejdsmiljøet og spredning til det omgivende miljø.

Der har dog også i selve byggeprocessen været behov for at tage ekstra analyser af nogle af de sekundære materialer, der skal bruges inde i bygningen – herunder træspær og mursten – for at give Miljømærkning Danmark grundlag for at vurdere, om de kan godkendes til brug i det svanemærkede byggeri. Svanemærkning tildeles første endeligt, når byggeriet er færdiggjort, hvilket forventes at ske i løbet af efteråret 2022.

5. Virkemidler for cirkulært og miljømærket byggeri

Hvad skal der til for at bygge cirkulært og miljømærket? Hvad virker godt, og hvordan håndteres de udfordringer, der uafværgeligt opstår i processen? Med afsæt i erfaringer fra Børnehuset Svanen i Gladsaxe Kommune beskrives i dette afsnit virkemidler og forudsætninger, der gør øger chancen for at overkomme barriererne og for at lykkes med cirkulært og miljømærket byggeri.

5.1 Et godt afsæt – en bygherre med opbakning, ambitioner og vilje

Det er afgørende, at der i bygherres organisation er opbakning til og forståelse af projektet. På kort sigt vil det økonomisk set være billigere at bygge et konventionelt byggeri, og det er derfor vigtigt, at andre aspekter end det økonomiske tillægges værdi – herunder byggeriets miljøbelastning, ressourceeffektivitet og bidrag til FNs verdensmål med mere. I Gladsaxe Kommune har der været politisk opbakning til projektet, som ligger godt i forlængelse af kommunens strategi om bæredygtighed vækst og mangeårige fokus på energieffektivisering.

Der er brug for en bygherre med ambitioner, vilje og villighed til at påtage sig et ekstra ansvar. Det gælder fx ift. at fungere som både leverandør og aftager af de sekundære materialer fra nedrivningen, og dermed påtage sig ansvaret for materialernes kvalitet – et ansvar der i konventionelle byggesager er bygherren uvedkommende, fordi ansvaret i konventionelle byggesager påhviler de eksterne leverandører af byggematerialer.

Det har desuden været en vigtig og nødvendig styrke i projektet, at bygherrens projektleder har været erfaren og har engageret sig tæt i nedrivnings- og byggeprocesser. Beslutninger om hvilke sekundære materialer, der skal høstes og anvendes i projektet er reelt blevet taget af bygherren. Dette har krævet tæt indsigt i nedrivnings- og byggeprocessen og i hvilke materialer der kan genanvendes/genbruges. I et cirkulært byggeri må bygherre påtage sig ansvaret for de sekundære materials tekniske og miljømæssige kvalitet. Uanset hvor mange test og screeninger, der udføres, kan der ikke gives en 100% garanti for materialerne, hvorfor ansvaret falder tilbage på bygherre. Det har derfor været afgørende, at bygherre og dennes projektleder har haft indsigt i alle processer og været fagligt klædt godt på til opgaven. Derudover har mange rådgivere været inde over projektet i de forskellige faser, og bygherres projektleder har derfor spillet en vigtig rolle ved fortsat at holde fokus på at indfri projektets cirkulære ambitioner og ved at overlevere viden og erfaringer mellem rådgiverne i de forskellige faser.

5.2 Det gode samarbejde – et fælles mål på tværs af værdikæden

Et cirkulært byggeri kræver tæt samarbejde i hele værdikæden. Det er derfor afgørende, at der etableres et fælles mål eller en fælles vision, som alle involverede aktører kan se sig selv i og ønsker at bidrage til at realisere. Det er vigtigt at visionen er håndterbar, så de involverede aktører i fællesskab kan finde løsninger, der virker i praksis.

”Det der var fedt, det var den dér velvilje fra alle involverede. Det her skal bare gøres [...] Vi har i den grad haft fælles ønske og mål”

Aktør i byggeprojektet

I projektet i Gladsaxe Kommune har samarbejdet været drevet af en positiv ånd og en fælles faglig begejstring for at bidrage til et ambitiøst demonstrationsprojekt. Alle aktører har set projektet som en mulighed for at tilegne sig nye erfaringer og klæde sig fagligt på til at kunne løfte tilsvarende opgaver i fremtiden. Der har været en fælles interesse i at holde et højt ambitionsniveau og få projektet til at lykkes, hvilket har skabt grundlag for et velfungerende og positivt tværfagligt samarbejde mellem de mange involverede aktører.

”Man skal være villig til at ville have tværfaglig dialog. Man kan ikke bare sige, ”jamen jeg plejer ikke at have med affaldssortering eller noget andet at gøre”, fordi vi er nødt til at kunne tale sammen på tværs.”.

Aktør i byggeprojektet

5.3 Ikke kun økonomi

For alle parter – fra bygherre over rådgivere til entreprenører – har projektet også repræsenteret andre former for værdi end økonomisk værdi. Projektet er derfor blevet vurderet på en skala, hvor også ressourceudnyttelse, positiv omtale (branding), faglig læring og nye erfaringer (kompetenceopbygning og reference) med videre tillægges værdi. Det har gjort det muligt for projektet at overkomme den centrale barriere for cirkulært byggeri, at det ikke altid er rentabelt at udføre, men tværtimod kan være væsentligt dyrere end konventionelt byggeri.

”Det gælder bare om at være *first mover* på det her og lære at tjene penge på det hurtigt, ik’. Fordi lige nu tjener vi ikke penge på det.”.

Aktør i byggeprojektet

Flere af de aktører, der har været involveret i byggeriet, fortæller, at det er svært at prissætte en opgave som denne, fordi de mangler erfaring, og fordi der er mange ubekendte faktorer. Men samtidigt ser de det som en god investering at sikre, at de er på forkant med udviklingen. Derudover giver de involverede fagpersoner udtryk for en faglig stolthed og begejstring over at bidrage til et meningsfuldt og ambitiøst byggeprojekt. For Gladsaxe Kommune som offentlig bygherre handler værdien også om at tage et ansvar for klodens ressourcer og om aktivt at være med til at drive en positiv forandring i byggeriet – i stedet for blot at stille krav.

5.4 Cirkulært byggeri kræver tværfaglighed

Cirkulært og miljømærket byggeri kræver indsigt i og på tværs af mange forskellige fagområder og domæner. Der er brug for faglig viden om reguleringen på affalds- og bygningsområdet og om de forskellige aspekter af byggeri, kemi, mærkningsordninger mv. Der har været tilknyttet mange erfarne fagpersoner på projektet – og det gjorde det muligt – selvom det ikke altid var helt let – at navigere i de forskellige regelsæt og faglige gråzoner samt afklare de spørgsmål, der opstod i processen.

Grundig miljø- og ressourcekortlægning er helt afgørende for at sikre de sekundære materialers miljømæssige kvalitet. En tidlig og tværfaglig vurdering af de cirkulære potentialer for de sekundære materialer bidrager til en holistisk kvalificering af de materialerne med fokus på både de miljømæssige, tekniske, funktionelle og æstetiske kvaliteter.

5.5 Tæt koordinering mellem nedrivning og projektering

Den tætte koordinering mellem nedrivningsprojektet og projekteringen af børnehuset var – som beskrevet i afsnit 4.4.2 på side 17 – en vigtig forudsætning for projektet. At to normalt adskilte processer pludseligt skulle times og koordineres øgede kompleksiteten, men skabte det nødvendige grundlag for at sikre et match mellem nedrivning og nybyg og stille de rette krav i udbuddet af nedrivningsopgaven.

5.6 Klare, men regulerbare krav i udbud

I udbudsmaterialet til nedrivningen af skolen og opførslen af børnehuse var der indskrevet konkrete krav til hvilke sekundære materialer, der skulle henholdsvis leveres til og anvendes i byggeriet. Dette har været vigtigt, fordi det har tvunget entreprenørerne til at forfølge ambitionerne – også når det blev besværligt eller krævede udvikling af nye metoder eller arbejdsgange. Samtidigt er det en vigtig erfaring fra projektet, at der skal være rum til fleksibilitet og justering i kravene, så der kan tages nye beslutninger undervejs, de steder det viser sig at give bedre mening. Det er centralt, at alle involverede parter tager ansvar for at dele viden og informere om uforudsete forhold og andet, der kan skabe behov for ændringer undervejs i projektet. Derved etableres det bedst mulige grundlag for at regulere projektet, så praksis, værdi og økonomi hænger bedst muligt sammen.

5.7 Sporbarhed og byggeplads

En unik – og vigtig – omstændighed ved projektet er, at nedrivning og byggeprojekt sker på samme matrikel og med samme bygherre. Det gør det lettere at sikre sporbarhed – og dermed at sørge for og dokumentere, at materialernes miljømæssige kvalitet er i orden.

Derudover har det været en god ramme for projektet, at bygningen, der skulle rives ned, var større end bygningen, der skulle opføres (6000 m² mod 1500 m²). Det betød, at der var et overskud af materialer, hvilket gjorde det lettere at sikre den ønskede mængde og kvalitet til den nye bygning. Derudover har det være en fordel, at matriklen var væsentligt større end selve byggefeltet, fordi det har gjort det uproblematisk at opbevare og bearbejde de sekundære materialer, sikre tilstrækkeligt containerplads til korrekt kildesortering mv.

5.8 Realistiske grænseværdier

I princippet burde det ikke være nødvendigt at lave en grundigere miljøkortlægning i et projekt som dette, hvor materialerne skal genanvendes til et cirkulært byggeri, end i andre nedrivningsprojekter. Men i praksis er der dog blevet taget enkelte ekstra prøver for at være helt sikre på den miljømæssige kvalitet. Svanemærkningen har også medført behov for yderligere test, analyser og dokumentation senere i byggeprocessen.

”Hvis man vil [bortskaffe] beton som affald – jamen så skal det også renses. Så det skal man lige huske – at mange af de processer og økonomiske udgifter [til kortlægning og sanering] er der jo uanset hvad. Så hvorfor ikke inkludere dem i en cirkulær økonomi?”

Aktør i byggeprojektet

Der har været en løbende dialog mellem byggeprojektet og Miljømærkning Danmark om grænseværdier og krav til materialer samt dokumentationsbehov. Miljømærkning Danmark er aktuelt ved at revidere kriterierne for svanemærket nybyggeri, så de også egner sig til cirkulært byggeri.

”De miljøproblematiske stoffer ligger uden for dampspærre – så vi indeklimalmæssigt bedre kan sikre, at selvom vi genbruger mange materialer, kommer vi ikke til at putte restkemikalier ind i den nye bygning. Det har betydning ift. dialogen med Svanemærket [dvs. Miljømærkning Danmark].”

Aktør i byggeprojektet

De aktører, der har været involveret i byggeriet udtrykker bekymring for, at en nul-tolerance ift. visse stoffer kan gøre det vanskeligt at kombinere svanemærket og cirkulært byggeri. Eksempelvis nævner de, at det kemiske indhold i det omgivende miljø – fra jorden og luften i by- eller industriområde – i sig selv kan være nok til at overskride grænseværdier, hvis de sættes lavt.

5.9 Opsamling

Et byggeri er en kompliceret proces, hvor mange krav skal indfries inden for tids- og budgetmæssige rammer. Ambitioner om cirkulært og miljømærket byggeri øger kompleksiteten og stiller nye krav til de involverede aktørers faglighed, kompetencer og samarbejdsevner. Ovenstående beskriver en række af de forhold, der gør det muligt at gennemføre et cirkulært og miljømærket byggeri. Processen omkring opførelsen af Børnehuset Svanen i Gladsaxe Kommune har været krævende, men også lærerig for alle involverede parter. Processen har budt på mange udfordringer og spørgsmål, der skulle afklares – ikke mindst i forhold til de sekundære materials miljømæssige kvalitet. Hvilke kriterier og grænseværdier skal de sekundære materialer leve op til? Hvornår er noget testet og dokumenteret tilstrækkeligt? Hvilke instanser skal godkende brugen af sekundære materialer – og hvilke kriterier er gældende? Spørgsmål som disse har sjældent et enkelt og entydigt svar, fordi det afhænger af en konkret vurdering af den pågældende situation, bygning, materialetype med videre. Når byggeprojektet i Gladsaxe Kommune ser ud til at lykkes med at indfri de cirkulære ambitioner og samtidigt opnå svanemærkning, skyldes det dels gode rammebetingelser – i form af politisk opbakning og vilighed til at forfølge ambitionerne – og dels at aktørerne har haft en fælles interesse i at yde en ekstra indsats for at overkomme barrierer og nå i mål. Et succesfuldt demonstrationsprojekt har stor værdi for alle involverede parter, som derfor har været motiveret til at yde en ekstra indsats. Når det er sagt, er det vigtigt, at have en realistisk erkendelse af, at jo flere krav, der stilles til et givent byggeri, jo større er risikoen for at projektet fordyres og kompliceres

Skal cirkulært og miljømærket byggeri udbredes i større omfang, er der fortsat behov for at udvikle og implementere tiltag, der på den ene side kan gøre cirkulært byggeri mere rentabelt og på den anden side kan gøre det lettere at skabe sporbarhed for og sikre de sekundære materials miljømæssige kvalitet. Flere påpeger, at indførsel af et materiale- og bygningspas er et muligt virkemiddel til at sikre sporbarhed for de sekundære materialer, og at en CO₂-afgift vil kunne bidrage til belønne brug af sekundære frem for virgine materialer, og dermed gøre cirkulært byggeri mere rentabelt.

Sidst men ikke mindst demonstrerer projektet værdien og potentialet i, at offentlige bygherrer – kommuner, regioner, stat – går forrest, stiller krav og aktivt deltager i udviklingen af byggeprojekter, der kan trække byggesektoren og markedet i en mere cirkulær, bæredygtig og ressourceeffektiv retning.

6. Litteratur

DAKOFA

- 2015 *Viden om" Anbefalinger vedr. antallet af prøver.* Udarbejdet af DAKOFAs arbejdsgruppe. https://d1pdf7a38rpjk8.cloudfront.net/fileadmin/user_upload/documents/Netvaerk/Bygge Anlaeg/Viden om - DAKOFA - antallet af anbefalede proever rev. b.pdf

Gladsaxe Kommune

- 2018 *Gladsaxestrategien. Bæredygtig vækst og velfærd, 2018-2022*
<https://gladsaxe.dk/Files//Files/Faelles-dokumenter/Planer-politikker-visio-ner/glx/Gladsaxestrategien-2018-2022-web-5.pdf>

Gunnarsen, Lars (SBI)

- 2011 *Introduktion til PCB i bygninger.*
https://www.pcb.aau.dk/digitalAssets/255/255935_lars-gunnarsen.pdf

Indeklimaportalen

- 2020 *Cirkulære bygninger er ikke nødvendigvis sunde.*
https://www.indeklimaportalen.dk/indeklima_generelt/raadgivere/baeredygtigt-byggeri/cirkulaere-bygninger-er-ikke-noedvendigvis-sunde

Miljø- og fødevareministeriet

- 2019 *Vejledning om håndtering af bygge og anlægsaffald.* VEJ nr 9139 af 25/02/2019 (Gældende).
<https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/2019/9139>

Miljøstyrelsen

- 2015 *Forurenende stoffer i beton og tegl. Miljøprojekt nr. 1806.* Miljøstyrelsen 2015
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2015/12/978-87-93352-99-5.pdf>
- 2016 *Uønsket kemi i bæredygtigt byggeri: Et opfølgingsprojekt under LOUS.* Miljøstyrelsen, 2016.
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/09/978-87-93529-11-3.pdf>
- 2016 *Kemiske stoffer i forbrugerprodukter, der kan hindre genanvendelse.* Miljøstyrelsen 2016.
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/03/978-87-93435-51-3.pdf>
- 2017 *Database for data om kortlægning af miljøfremmede stoffer i bygninger.* Miljøprojekt nr. 1913. Udgiver: Miljøstyrelsen 2017
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/01/978-87-93529-54-0.pdf>
- 2018 *Ressourcekortlægning af bygning. Miljøprojekt nr. 2006.* Udgiver Miljøstyrelsen, 2018.
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/04/978-87-93710-05-4.pdf>

- 2019 *Redegørelse del 2: Skadelige kemikalier som barriere for den cirkulære økonomi.* Udgiver: Miljøstyrelsen. Redaktion: NIRAS A/S.
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/12/978-87-7038-136-9.pdf>

NIRAS & Center for Cirkulær Kemi

- 2020 *Afgifter og lukkede kredsløb. En analyse af udvalgte virkemidler til fremme af substitution og cirkulær økonomi.* Redaktion: NIRAS A/S.
https://cirkulaerkemi.dk/media/216191/afgifter-og-lukkede-kredsløb_.pdf
- 2021 Værdikædesamarbejde som vej til substitution og cirkulær økonomi. Viden, inspiration og tips. Redaktion: NIRAS A/S.
https://cirkulaerkemi.dk/media/221279/vaerdikaedeanalyse_center-for-cirkulaer-kemi.pdf

Nordisk Miljømærkning

- 2016 Svanemærkning af huse, lejligheder, skoler og daginstitutioner. Version 3.13. 09-03-2016 – 31-12-2022. <https://www.ecolabel.dk/-/criteriadoc/5665>

Videnscenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet

- u.d. Om miljøfarlige stoffer
<https://xn--vcb-1na.dk/byggeaffald/miljoefarlige-stoffer/>

Værdibyg

- 2020 *Miljøkortlægning og nedrivning.*
<https://vaerdibyg.dk/download/116/nedrivningsvejledninger/9233/miljoekortlaegning-og-nedrivning.pdf>

Håndtering af miljø- og sundhedsfarlige kemikalier i cirkulært og miljømærket byggeri - Analyse af erfaringer fra Børnehuset Svanen

Gladsaxe Kommune har besluttet at bruge materialer fra nedrivning af den gamle Gladsaxe Skole til opførelsen af en svanemærket daginstitution – Børnehuset Svanen. Det kombinerede nedrivnings- og byggeprojektet har skabt nye, vigtige erfaringer med, hvordan der kan bygges cirkulært samtidigt med, at det sikres, at uønskede kemiske stoffer holdes ude af byggeriet. Med denne analyse ønsker Center for Cirkulær Kemi at samle læring og gode erfaringer fra projektet i Gladsaxe Kommune til inspiration for bygherrer og andre professionelle aktører med ambitioner om at bidrage til mere cirkulært og miljømærket byggeri.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk