

BARRIERER OG MULIGHEDER FOR  
GENBRUG AF MURSTEN



Trafik- og Byggestyrelsen  
December 2015

---

**PROJEKT**

---

Barrierer og muligheder for genbrug af mursten

---

---

---

**INDHOLD**

<b>1</b>	<b>INDLEDNING .....</b>	<b>4</b>
1.1	FORMÅL .....	4
<b>2</b>	<b>DELRAPPORT 1: .....</b>	<b>6</b>
2.1	INTRODUKTION .....	1
2.2	LCA AF GENBRUG AF MURSTEN (2013) .....	1
2.3	PROJEKT GRØN NEDRIVNING I LANDDISTRIKTER (2014) .....	3
2.4	DANSK BYGGERI: UNDERSØGELSE AF INDSATSPULJEN I 2010 OG 2011 (2014).....	4
2.5	KORTLÆGNING AF GENBRUGSMARKEDER FOR BYGGEMATERIALER (2014).....	5
2.6	GENBRUG AF BYGGEVARER – FORPROJEKT OM IDENTIFIKATION AF BARRIERER (2014).....	6
2.7	AFFALDSFOREBYGGELSE VED RENOVERING (2006).....	8
<b>3</b>	<b>Opsummering .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>DELRAPPORT 2: .....</b>	<b>12</b>
4.1	INTRODUKTION .....	13
4.2	METODE.....	13
4.3	BARRIERER OG MULIGHEDER FOR GENBRUG AF MURSTEN.....	17
	.....	<b>37</b>
4.4	MULIGHED FOR GENBRUG AF ANDRE BYGGEMATERIALER.....	38



## FORORD

Denne rapport er udarbejdet af NIRAS for Trafik- og Byggestyrelsen og har til formål at belyse væsentlige barrierer og muligheder for øget genbrug af mursten, med afsæt i et studie af eksisterende relevante analyser, samt på baggrund af interviews med centrale aktører på området.

Rapporten består af:

1. Delrapport 1: Desk study - en kortlægning og kort opsamling af eksisterende analyser på området
2. Delrapport 2: En rapport, der redegør for de barrierer og muligheder for genbrug af mursten, der er identificeret gennem interviews med centrale aktører

## 1 INDLEDNING

Ifølge Miljøstyrelsens 'Affaldsstatistik 2012' udgjorde bygge - og anlægssektorens samlede affaldsmængde i 2012 godt 3,2 mio. ton.<sup>1</sup> En affaldsmængde, der kun vil vokse frem mod 2030, hvis byggeaktiviteten følger den udvikling Miljøstyrelsens egen fremskrivning for generering og behandling af affald viser.<sup>2</sup> Det er derfor afgørende at afdække, hvorvidt den stigende affaldsmængde i højere grad kan udnyttes ved direkte genbrug, og derved styrke udviklingen af en mere resourceeffektiv og bæredygtig byggesektor.

Med afsæt i den tidligere Regerings målsætning om at gøre det lettere for bygge- og anlægssektoren at agere mere ressourceeffektivt, blev der med udgangspunkt i ressourcestrategien 'Danmark uden affald'<sup>3</sup> gennemført en livscyklusanalyse af genbrug af mursten. Som opfølgning hertil har Miljøstyrelsen igangsat en samfundsøkonomisk analyse på området.

For at fremme målsætningen om et øget genbrug af mursten, er det foruden en analyse af de samfundsøkonomiske og miljømæssige forhold, også relevant at afdække, hvilke barrierer og muligheder der er for at genbruge mursten.

Indeværende rapport indgår som en del af initiativ 33 i den tidligere Regerings byggepolitiske strategi<sup>4</sup>, og har netop til formål belyse væsentlige barrierer og muligheder for øget genbrug af mursten, med afsæt i et studie af eksisterende relevante analyser, samt på baggrund af interviews med centrale aktører på området.

### 1.1 FORMÅL

Analysen består af to delrapporter; Delrapport 1: desk study - en kortlægning og kort opsamling af eksisterende analyser på området, samt Delrapport 2: en rapport, der redegør for de barrierer og muligheder for genbrug af mursten, der er identificeret gennem interviews med centrale aktører, samt et Idekatalog, med forslag til fokusområder for det videre arbejde med genbrug af mursten. Formålet med delrapport 2 er at afdække de barrierer og muligheder for genbrug af mursten gennem hele genbrugsprocessen som de involverede aktører oplever, hvilket ikke har været et fokusområde i de analyser, der indgår i delrapport 1. Via interviews vil det endvidere være muligt at udpege, hvilke muligheder der er for at genbruge mursten samt hvilke forhold, der eventuelt skal justeres for at forbedre mulighederne. Det vil også blive afdækket om der er andre byggematerialer, der er relevante at genbruge i højere grad end i dag. Idekataloget er udarbejdet på baggrund af den viden, der er opsamlet i delrapport 1 og 2. Formålet

---

<sup>1</sup> Miljøstyrelsen, 'Affaldsstatistik 2012'

<sup>2</sup> Miljøstyrelsen, 'Fremskrivning af generering og behandling af affald' 2015

<sup>3</sup> Regeringen, 'Danmark uden affald- Genanvend mere – forbrænd mindre', 2013

<sup>4</sup> Vejen til et styrket byggeri – Regeringens byggepolitiske strategi 2014

med idekataloget er at påpege mulige fokusområder for et eventuelt videre arbejde for at øge genbrug af mursten samt identificere mulige aktører, der kan involveres i dette arbejde.

# DELRAPPORT 1: DESK STUDY- BARRIERER OG MULIGHEDER FOR AT GENBRUGE MURSTEN



---

**PROJEKT**

---

Delrapport 1: Desk Study- Barrierer og muligheder for at genbruge mursten

---

---

## 2.1 INTRODUKTION

For at kortlægge nuværende publiceret viden vedrørende genbrug af mursten har NIRAS udarbejdet et litteraturstudie. Følgende rapporter er inkluderet heri:

- LCA af genbrug af mursten (2013)
- Projekt Grøn nedrivning i landdistrikter (2014)
- Undersøgelse af indsatspuljen i 2010 og 2011 (2014)
- Kortlægning af genbrugsmarkeder for byggematerialer (2014)
- Genbrug af byggevarer (2014)
- Affaldsforebyggelse ved renovering (2006)

Formålet med dette desk study er at give et overblik over, hvilke barrierer og muligheder for genbrug af mursten, der er blevet afdækket i de nævnte rapporter. Med dette fokus er de væsentligste pointer fra nuværende litteratur samlet nedenfor. Da rapporterne har hver deres fokus, er informationen opdelt på rapport niveau.

## 2.2 LCA AF GENBRUG AF MURSTEN (2013)

I perioden 2012-2013 udførte DTU Miljø en livscyklusbaseret miljøvurdering (LCA) af genbrug af mursten. Livscyklusvurderingen blev udført for Miljøstyrelsen, som en del af en aftale omkring forskningsbaseret myndighedsbetjening inden for affaldsområdet. Livscyklusvurderingen blev udgivet af Miljøministeriet i 2013, under titlen *"LCA af genbrug af mursten"*.

### Resumé

Analysen tager udgangspunkt i miljøkonsekvenserne ved to primære aktiviteter. Den nuværende mest udbredte praksis: 1) genanvendelse af gamle mursten ved nedknusning til vejfyld, som substitution for grus eller søsten/sand. Eller alternativt: 2) genbrug af gamle mursten som substitution for nye mursten. Ud fra disse to aktiviteter opstilles tre scenarier for oparbejdningen af murstensaffaldet; scenarie A, B og C. Ved scenarie A nyttiggøres 100 % ved nedknusning til vejfyld. Ved senarie B og C antages det, at 64,5 % af murstensaffaldet består af genbrugelige mursten, som udsorteres og genbruges til henholdsvis facadesten (scenarie B) eller bagsten (scenarie C). Restaffaldet fra scenarie B og C, bestående af sand, mørtel og uegnede mursten, behandles som i scenarie A. Der skelnes mellem facadesten og bagsten, da produktionen af den lettere bagsten ikke er nær så ressourcekrævende, hvorfor en substitution heraf vil lede til en mindre miljøbesparelse.

Rapporten afdækker med udgangspunkt i ovenstående scenarier de potentielle miljøpåvirkninger ud fra 12 kategorier inden for toksiske og ikke-toksiske påvirkninger, samt forbrug af abiotiske ressourcer, så som fossile brændsler og metaller. Grundet usikkerheder forbundet med kortlægningen af de toksiske miljøpåvirkninger, samt ubetydelige miljøpåvirkninger ved flere ikke-toksiske kategorier vælger DTU alene at afdække de tre scenariers miljøpåvirkning ud fra tre toksi-

---

ske påvirkningskategorier: drivhuseffekt, fotokemisk ozondannelse, forsurening samt anvendelsen af abiotiske ressourcer som fossile brændsler. Ud fra disse fire miljøpåvirkningskategorier påviser livscyklusvurderingen, at genbrug af mursten som substitution for nye facadesten (scenarie B), ledte til de største miljøbesparelser inden for alle kategorier. Genbrug af mursten som substitution for nye bagsten (scenarie C) ledte ligeledes til større miljøbesparelser end nyttiggørelse ved nedknusningen (scenarie A) inden for tre kategorier. Miljøbelastningen inden for kategorien fotokemisk ozondannelse er dog større ved genbrug med substitution af bagsten end ved scenarie A.

Livscyklusvurderingen afdækker den afledte drivhuseffekt ved genbrug af mursten med substitution af facadesten (scenarie B) til en potentiel miljøbesparelse på 103,6 kg CO<sub>2</sub>-ækv./ton murstensaffald. Ved genbrug af mursten med substitution af bagsten (scenarie C) er den potentielle miljøbesparelse 52,6 kg CO<sub>2</sub>-ækv./ton murstensaffald. Genanvendelsen ved nedknusningen (scenarie A) til vejfyld afleder ifølge livscyklusvurderingen en nettomiljøbelastning på 4,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv./ton murstensaffald. Dertil viser livscyklusvurderingen at scenarie B og C har en større miljøbelastning end scenarie A ved lave genbrugsprocenter. Men allerede ved 5 og 8 % genbrug af et ton murstensaffald opnår genbrugsscenerier 'break even' mht. drivhuseffekten. Også i henhold til forsurening, anvendelsen af fossile brændsler og fotokemisk ozondannelse opnår særligt scenarie B 'break even' ved lave genbrugsprocenter. Scenarie C indebærer dog en højere miljøbelastning vedrørende fotokemisk ozondannelse, end tilfældet er i genanvendelsesscenariet. "Gamle Mursten" oplyser, at genbrugsprocenten kan svinge mellem 30 og 80 %, hvorfor der ved alle sorterede partier vil være en miljøbesparelse mht. drivhuseffekten.

Foruden genbrugsprocenten spiller transport af både murstensaffaldet og de genbrugelige mursten også en væsentlig rolle. Livscyklusvurderingen fastslår, at transportafstanden har en væsentlig betydning for størrelsen af den potentielle miljøbesparelse.

### **Kommentarer fra Kalk & Teglværksforeningen**

Som led i kommenteringsrunden af livscyklusvurderingen, er der i rapporten vedlagt kommentarer fra brancheorganisationen Kalk & Teglværksforeningen (K&T). K&T fremhæver i det vedlagte notat en række tvivlsspørgsmål omkring analysens resultater. K&T pointerer blandt andet ulempen ved, at analysen tager udgangspunkt i et ton mursten, frem for en enkelt mursten eller en kvadratmeter, hvorved sammenligning af lavere CO<sub>2</sub> emissioner fra persontransport, madlavning med videre ville være lettere. En sammenligning, der ikke bliver foretaget i analysen. Derudover fremhæver K&T at en genbrugssten nok aldrig vil kunne erstatte en ny sten én til én, hvilket fremgår som en forudsætning for analysen. K&T understreger at en ny mursten skal leve op til en række karakteristiske egenskaber og produktionsdeklarationer givet i den europæiske obligatoriske fællesnorm EN 771-1, der ifølge Byggevaredirektivet ligger til grund for en kor-

---

rekt og lovlig CE-mærkning for mursten. Disse karakteristiske egenskaber og produktionsdeklarationer kan genbrugssten ifølge K&T ikke opfylde. Derudover rejser K&T tvivl om de fremførte genbrugsprocenter ved "Gamle Mursten", samt kritiserer analysens manglende stillingtagen til genbrugsstenes format, levetid og angiveligt lavere isoleringsevne.

#### **Afdækkede barrierer**

- Ved genbrug med substitution af bagsten findes ikke den samme miljømæssige gevinst iht. den fotokemisk ozondannelse, som ved substitution af facadesten..
- Transportafstanden spiller en væsentlig rolle for den potentielle miljøbesparelse ved genbrug.
- Ifølge K&T lever genbrugssten ikke op til den gældende lovgivning på området.
- Genbrugte mursten har angiveligt ikke den samme varmeisoleringsevne som nye mursten.

#### **Afdækkede muligheder**

- Det kan konkluderes, at det ud fra et miljømæssigt perspektiv er relevant at genbruge mursten i byggeriet, for derved at substituere nye mursten.
- Ud fra alle miljøpåvirkningskategorierne; drivhuseffekt, forsuring, fotokemisk ozondannelse og forbrug af fossile brændsler, er genbrug med substitution af facadesten miljømæssigt set en mere fordelagtig behandlingsmetode end genanvendelse ved nedknusning.
- Allerede ved lave genbrugsprocenter vil genbrug af gamle mursten have en miljømæssig gevinst.

## **2.3 PROJEKT GRØN NEDRIVNING I LANDDISTRIKTER (2014)**

Projektet, som er udarbejdet af KL, tager udgangspunkt i forskellige cases fra forskellige kommuner. Fokus er genbrug af forskellige materialer fra huse på landet, og omfanget strækker sig altså også ud over mursten. Hypotesen er at "Tomme huse giver muligheder".

#### **Resumé**

De formulerede målsætninger for grøn nedrivning er følgende:

- At ressourcerne bundet i bygninger sættes i fokus.
- At der skabes flere grønne jobs lokalt i landdistrikterne.
- At spredning af miljøgifte og farlige stoffer begrænses.
- At viden og andre kompetencer skal i spil.
- At få afdækket lokale økonomiske drivers.
- At metoden i nedrivning sættes i fokus, og ikke antallet.
- At folk ikke bliver syge.

---

På baggrund af projektet er der lavet en række anbefalinger til nedrivning med genbrug for øje.

Barriererne strækker sig fra det faktum, at der er miljøfarlige stoffer i de fleste bygninger der skal nedrives, og at det er omkostningsfuldt at identificere og fjerne miljø – og sundhedsfarlige stoffer - til det lidt mere lavpraktiske problem, at der har været indbrud i ca. 75 % af husene før nedriverne kommer, hvorfor meget af værdi er fjernet.

Blandt barriererne er at få genbrug tænkt med ind i planlægningen af nedrivningen samt selve nedrivningsmetoden. Der er desuden et dilemma imellem, at få bygningerne revet ned forholdsvis hurtigt, så tyveri, hærværk og nedbrydning af brugbare byggematerialer undgås og muligheden for at opnå effektiviseringsgevinster ved at foretage flere nedrivninger i samme område samtidigt. Aktørerne på markedet for genbrugte byggevarer er ifølge rapporten virksomheder som Gamle Mursten og GenByg.

#### **Afdækkede barrierer**

- Screening og kildesortering ift. miljøfarlige stoffer er en krævende og omkostningsfuld proces.
- Nedrivning med fokus på genbrug er i dag ikke en del af planlægningen af nedrivningen.
- Indbrud i store dele af bygningerne betyder, at hærværk og nedbrydning af brugbare materialer forringer bygningernes værdi.

#### **Afdækkede muligheder**

- Anvendelse af midler fra Pulje fra Landsbyfornyelse kan understøtte en bedre nyttiggørelse af bygge- og anlægsaffald fra tomme huse.
- Interessen for miljørigtige/bæredygtige løsninger skal udnyttes gennem en forankring i yderkommunernes strategier.
- Ved at udbyde miljøscreening og nedrivning af flere bygninger sammen, er der mulighed for at opnå stordriftsfordele.
- De kommunale udbud på området bør indeholde et krav om, at entreprenøren skal sandsynliggøre, hvad der kan genanvendes.

## **2.4 DANSK BYGGERI: UNDERSØGELSE AF INDSATSPULJEN I 2010 OG 2011 (2014)**

Rapporten er udarbejdet af Rambøll og omhandler brugen af den første indsatspulje til opprioritering af det fysiske miljø i landdistrikter (150 mio. fordelt på 34 kommuner). Rapportens konklusion er, at kommunerne ikke fører tilstrækkelig kontrol, for at sikre at nedrivningen foregår miljø- og affaldsmæssigt korrekt.

Herudover indeholder rapporten ikke oplysninger eller konklusioner, der er direkte relevante i forhold til genbrug af mursten.

---

## 2.5 KORTLÆGNING AF GENBRUGSMARKEDER FOR BYGGEMATERIALER (2014)

Rapporten er udført af CLEAN som et led i et længere forløb, der munder ud i igangsættelsen af et EU-udbud efter reglerne om konkurrencepræget dialog om bedre udnyttelse af byggematerialer, i forbindelse med renoveringen af to-tre særligt udvalgte byggerier. Rapporten kortlægger eksisterende genbrugsmarkeder for byggematerialer, herunder eventuelle fraktioner, der har potentiale for at blive del af et interessant marked.

### Resumé

Rapportens kortlægning af eksisterende genbrugsmarkeder, samt hvilke fraktioner, der kunne have potentiale for at blive del af et marked, tager udgangspunkt i ti affaldsfraktioner, der egner sig til genbrug. Herunder indgår tegl (tag- og mursten) som en af disse fraktioner. Undersøgelsen tager alene udgangspunkt i rene, sorterede fraktioner fra bygge- og anlægsaffald. Rapporten er opdelt i tre overordnede kapitler, hvilke er inddelt efter hvor velfungerende genbrugsmarkedet for enkelte affaldsfraktioner er, og kategoriserer dem som velfungerende, mindre velfungerende eller ikke-fungerende.

Tegl, asfalt, isolering og plast har alle mindre velfungerende genbrugsmarkeder.

Rapporten afdækker at tag- og murstensaffald udgør 4%, eller godt 200.000 tons, af det samlede bygge- og anlægsaffald i 2009. Der er gode tekniske muligheder for at genbruge tegl gennem afrensning af mørtelen. Dette til trods, nedkuses størstedelen af fraktionen, og anvendes som erstatning for råstoffer i form af grusgravsprodukter. Dette sker da der ofte ikke vurderes at være tilstrækkelige økonomiske incitamenters til genanvendelse fra nedrivningsvirksomhedernes side. Dertil fastslår CLEAN at manglende regler for selektiv nedrivning og kontrol med affaldsstrømme er en barriere for udbredelsen af et marked.

Det skønnes at 95% af tegl- og murstensaffaldet bliver genanvendt i dag, dog i mindre grad som direkte genbrug. Ressourceoptimeringen skønnes at udgøre maksimalt 15% af den samlede affaldsmængde i fraktionen.

Introduktionen af cementmørtel omkring 1960 betyder, at alle murstensbygninger opført efter 1960 ikke egner sig til genbrug, da cementmørtelen er stærkere end selve murstenen, og stenen derfor vil knække ved rensning. Derudover kræver genbrug af mursten, at stenene er hele, hvorfor der ikke må køres i murbrokkerne på nedrivningspladsen. Enkelte knækkede eller beskadiget sten kan halveres på den ene eller anden led, og sælges som halve sten eller skalsten.

Rapporten afdækker afslutningsvis at der i 2014 fandtes 303 affaldsvirksomheder, der tager imod teglaffald samt et mindre antal, der lagerfører gamle tag- og mursten.

### **Afdækkede barrierer**

- Nedrivningsvirksomhederne vurderer ikke, at der er et tilstrækkeligt økonomisk incitament til at genbruge tag- og mursten.
- Der er ikke tilstrækkelige regler for selektiv nedrivning.
- Der gennemføres ikke en tilstrækkelig kontrol med affaldsstrømmene, ved nedrivning.
- Det er i dag ikke muligt at genbruge tag- og mursten fra efter 1960, da de er muret op med cementmørtel.
- Der må ikke køres i murbrokkerne på nedrivningspladsen, da stenene skal være hele, for at kunne genbruges.

### **Afdækkede muligheder**

- Der findes et stort potentiale for genbrug i fraktionen, da det skønnes at ressourceoptimeringen alene udgør 15%.
- Den fornødne teknologi til at rense sten fra før 1960 maskinelt, er udviklet, hvilket nedbringer omkostningerne.

## **2.6 GENBRUG AF BYGGEVARER – FORPROJEKT OM IDENTIFIKATION AF BARRIERER (2014)**

Rapporten er udført af SBI – Statens Byggeforskningsinstitut ved Aalborg Universitet, for Energistyrelsen for at identificere udfordringer og barrierer i forhold til genbrug og genanvendelse af byggevarer.

Særligt relevant for indeværende desk study, er rapportens undersøgelse af de barrierer, der eksisterer ved genbrug og genanvendelse af byggevarer, gennem inddragelse af relevante cases – herunder direkte genbrug af mursten.

### **Resumé**

Med udgangspunkt i virksomheden Gamle Mursten, identificeres i rapporten en række udfordringer, der kan have en betydning for udbredelsen af direkte genbrug af mursten i byggeriet;

Ifølge rapporten har Gamle Mursten udfordringer med at skaffe mursten fra nedrivninger til trods for det politiske fokus på øget genbrug. En udfordring, der ikke uddybes yderligere i rapporten.

Efterfølgende eksplicerer rapporten, at en potentiel tilstedeværelse af miljøfarlige stoffer i materialerne kan være en barriere, hvorfor det forudsættes, at murstene er frie fra sådanne stoffer, hvis de skal anvendes i direkte genbrug. Her henviser Gamle Mursten til bygherrens pligt til at anmelde nedrivningen til kommunen og få foretaget miljøscreening for miljøfarlige stoffer.

Afslutningsvis beskæftiger rapporten sig med, hvorvidt den obligatoriske CE-mærkning for byggevarer gælder for genbrug af byggematerialer. Her specificere-

---

res det, at det iht. Byggevareforordningen er obligatorisk, at CE-mærket byggevarer, hvilket kræver at producenten fremstiller og deklarerer produktet i overensstemmelse med standarden *DS/EN 711-1:2011 Forskrifter for byggesten til murværk. TeglbYGgesten*. Standarden beskriver bl.a. krav til dimensioner, tolerancer, trykstyrke mv. Det kan i mange tilfælde være umuligt for genbrugssten at leve op til alle disse krav, ligeledes at gennemføre de fornødne tests, da materialestroommen ikke indeholder den samme homogenitet som ved tilsvarende ny produktion. I rapporten pointeres det, at genbrugsstenen allerede er testet i fuld skala i den oprindelige bygning, men at dette ikke nødvendigvis fritager den for CE-mærkning. Gamle Mursten henviser til, at genbrugsmaterialer ikke er omfattet af kravet om CE-mærkning, da kravet ikke eksisterede da materialerne blev produceret. Byggestenene er dog omfattet af det seneste bygningsreglement, hvilket betyder at de skal opfylde de krav, der gør sig gældende i den europæiske standard, bygningsreglementet understøtter. Det fremgår ikke specifikt af byggevareforordningen, om den også er gældende for genbrugte byggevarer, og der har derfor været usikkerhed herom. Danmark og andre medlemslande har pointeret denne problematik overfor Europakommissionen og anmodet om, at der findes entydig afklaring på dette spørgsmål. Indtil der foreligger en endelig afklaring fra Kommissionen, er det Trafik- og Byggestyrelsen foreløbige vurdering, at genbrugte byggevarer ikke er omfattet af Byggevareforordningen og dermed kravet om CE-mærkning.

Sælgere af genbrugssten, herunder Gamle mursten, er under alle omstændigheder forpligtigede til at kontrollere produkternes egenskaber.

Foruden ovenstående centrale konklusioner, fremhæves der i rapporten også en række mulige initiativer. Disse vil ikke blive uddybet yderligere i indeværende desk study, men fremføres nedfor i punktform.

#### **Afdækkede barrierer**

- Der er en begrænset adgang til materialer fra nedrivninger.
- Der eksisterer en potentiel tilstedeværelse af miljøfarlige stoffer i materialerne.
- Der er usikkerhed om, hvorvidt kravet om CE-mærkning af byggevarer gælder for genbrugsmaterialer.

#### **Afdækkede muligheder**

- Skabe et større fokus på at bevæge sig op i affaldshierarkiet, og sikre mulighed for direkte genbrug for virksomhederne.
- Fokus på uddannelse og information omkring forebyggelse og håndtering af farligt affald, herunder i byggematerialer.
- Fokus på kontakt mellem virksomheder, og skabe industrielle symbioser.
- En afklaring af de lovmæssige forhold, og om muligt en differentiering af kravende ift. om materialerne skal benyttes til nybyggeri eller renovering.



---

## 2.7 AFFALDSFOREBYGGELSE VED RENOVERING (2006)

Projektet kortlægger genbrug, og tager udgangspunkt i interviews (primært telefon), et litteraturstudie samt en konkret case. Rapporten er udarbejdet for Miljøstyrelsen af NIRAS.

### Resumé

I rapporten er der tale om genbrug generelt, hvorfor konklusioner og anbefalinger omkring mursten specifikt er få. Til gengæld er generel affaldsdannelse ved nedrivning og renovering, samt markedet for genbrug beskrevet relativt grundigt. I dette regi er barrierer og anbefalinger for at fremme genbrug også givet.

Specifikt er mursten nævnt i konklusionen som værende en af de materialer, som det kan betale sig at affaldsforebygge yderligere, modsat gipsplader, mineraluld og betonelementer.

Relevante pointer fra rapporten lyder som følgende:

- "For byggeri generelt gælder, at de udførende, projekterende og leverandører har en ansvarsperiode på fem år mht. skader og svigt i byggeri"
- "Den primære udtagning og afsætning af byggematerialer til genbrug sker via nedbrydningsfirmaerne, som evt. afsætter det til produkthandlernes."
- "Afsætning af byggematerialer sker primært til private og i mindre begrænset omfang til det professionelle marked i form af entreprenører og håndværkere. Private aftagere er generelt mindre optaget af manglende garantier på materialerne. "
- "... potentialet for affaldsforebyggelse skønnes at nærme sig 10-20 % for mursten og tagsten ud fra en samlet vurdering af teknik, økonomi m.v."

På baggrund af interviewsne er det vurderet i, hvor høj en grad forskellige materialer er bevaringsværdige. I forhold til mursten er det relevant, at de deles op i mursten fra henholdsvis inder – og ydervægge, da mursten fra indervægge ikke har de samme krav til holdbarhed, frostsikkerhed mv. Da tabellerne er lavet på baggrund af 10 respondenter er det svært at understrege nogen entydig konklusion herfra, men tendensen er at flere mener, at man i højere grad kan genbruge mursten fra ydervæggen.

Rapporten vurderer, at rensning af mursten sker i mindre omfang i dag end tidligere, grundet høje lønomkostninger. Det har i rapportens udarbejdelse ikke været muligt at vurdere om maskinel afrensning er en løsning, da teknologien på dette tidspunkt var for ny. Det nævnes, at mursten muret op med kalkmørtel er lettere at rense end mursten muret med mørtel indeholdende cement. Typisk er ældre bygninger muret med kalkmørtel. Hertil kommer, at kvaliteten af de gamle sten er mindre ensartet, end dem der produceres i dag.

### Afdækkede barrierer

- Høje lønomkostninger bevirker, at der i dag (2006) renses færre mursten end tidligere.
- Mursten fra indervægge – bagsten – er ikke lige så velegnede til genbrug grundet lavere krav til holdbarhed mv.
- Mursten af ældre data er ikke produceret med den samme ensartethed som mursten i dag.

#### Afdækkede muligheder

- Rapporten afdækker at mursten, i modsætning til visse andre materialer, er relevant at affaldsforbygge yderligere.
- Murværk der er muret op med kalkmørtel, er nemmere at rense.

### 3 OPSUMMERING

Den relevante eksisterende litteratur omfatter både nedrivning med generel genbrug for øje og genbrug af mursten specifikt. Fælles for de indbefattede rapporter, er at de kan være med til at belyse nogle af de barrierer, der skal overkommes, hvis ønsket om et øget genbrug af mursten skal indfries.

Med udgangspunkt i ovenstående litteratur er det muligt at fremføre en række konklusioner, der vil ligge til grund for NIRAS' videre arbejde med identificering af barriererene og mulighederne for genbrug af mursten.

I indeværende desk study forelægges særligt "LCA af genbrug af mursten" nogle centrale konklusioner. På baggrund af ovennævnte kan det fastslås, at genbrug af mursten medfører en miljøbesparelse, sidestillet med den nuværende praksis, hvor murstensaffald nedknyttes til brug som vejfyld. Foruden ovenstående konklusion, kan der ud fra den resterende inkluderede litteratur, identificeres en række barrierer og muligheder for et øget genbrug af mursten, hvilke kan inddeles i fire grupperinger givet af barrieren/mulighedens karakter, som vist i tabellen nedenfor.

	<b>Barrierer identificeret i eksisterende rapporter</b>	<b>Muligheder identificeret i eksisterende rapporter</b>
Lovgivning og dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der er usikkerhed om, hvorvidt kravet om CE-mærkning af byggevarer gælder for genbrugsmaterialer.</li> <li>• Ifølge Kalk og Teglværksforeningen lever genbrugssten ikke op til den gældende lovgivning på området.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De kommunale udbud på området bør indeholde et krav om, at entreprenøren skal sandsynliggøre, hvad der kan genanvendes.</li> <li>• En afklaring af de lovmæssige forhold, og om muligt en differentiering af kravende ift. om materialerne skal benyttes til nybyggeri eller renovering.</li> </ul>

Viden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Screening og kildesortering ift. miljøfarlige stoffer er en krævende og omkostningsfuld proces.</li> <li>• Nedrivning med fokus på genbrug er i dag ikke en del af planlægningen af nedrivningen.</li> <li>• Der er ikke den tilstrækkelige viden omkring genbrugsmurstenenes overordnede anvendelsesmulighed og kvalitet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interessen for miljørigtige/bæredygtige løsninger skal udnyttes gennem en forankring i yderkommunernes strategier.</li> <li>• Skabe et større fokus på at bevæge sig op i affaldshierarkiet, og sikre mulighed for direkte genbrug for virksomhederne.</li> <li>• Fokus på uddannelse og information omkring forebyggelse og håndtering af farligt affald, herunder i byggematerialer.</li> <li>• Fokus på kontakt mellem virksomheder, og skabe industrielle symbioser.</li> </ul>
Økonomi og tid		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvendelse af midler fra Pulje fra Landsbyfornyelse kan understøtte en bedre nyttiggørelse af bygge- og anlægsaffald fra tomme huse.</li> </ul>
Klimafodaftryk, kvalitet og mængder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mursten fra indervægge – bagsten – er ikke lige så velegnede til genbrug grundet lavere bæreevne og miljøgevinst ift. facadestenen.</li> <li>• Mursten af ældre dato er ikke produceret med den samme ensartethed som mursten i dag, hvorfor de ikke har de samme tekniske specifikation og et garanteret ensartet udtryk.</li> <li>• Der eksisterer en potentiel tilstedeværelse af miljøfarlige stoffer i materialerne.</li> <li>• Indbrud i store dele af bygningerne betyder, at hæværk og nedbrydning af brugbare materialer forringer bygningernes værdi.</li> <li>• Genbrugte mursten har angiveligt ikke den samme varmeisoleringssevne som nye mursten.</li> <li>• Transportafstanden spiller en væsentlig rolle for den potentielle miljøbesparelse ved genbrug.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ud fra et miljømæssigt perspektiv er det relevant at genbruge mursten som substitution af nye mursten.</li> <li>• Genbrug med substitution af facadestenen er miljømæssigt set mere fordelagtigt end nedknusning.</li> <li>• Allerede ved lave genbrugsprocenter vil genbrug af gamle mursten have en miljømæssig gevinst.</li> <li>• Ved at udbyde miljøscreening og nedrivning af flere bygninger sammen, er der mulighed for at opnå stordriftsfordele.</li> </ul>



---

## DELRAPPORT 2: BARRIERER OG MULIGHEDER FOR GENBRUG AF MURSTEN

## 4.1 INTRODUKTION

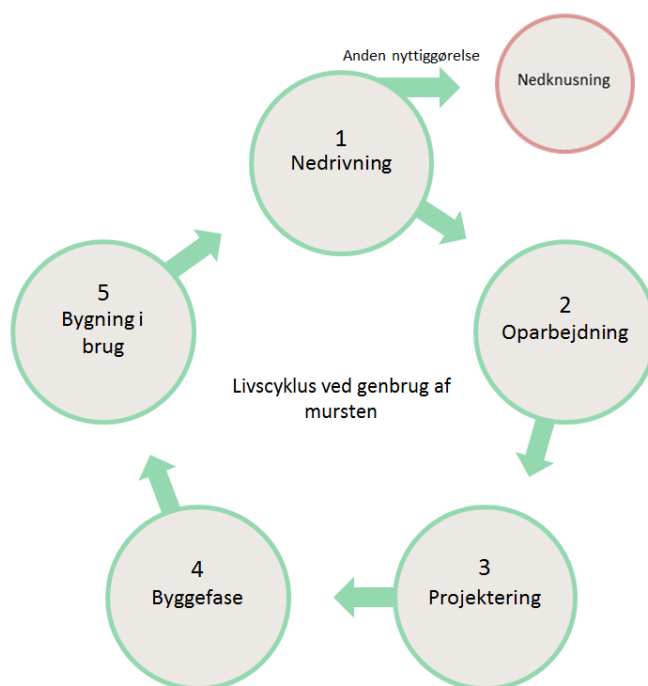
Formålet med delrapport 2 er at afdække de barrierer og muligheder for genbrug af mursten gennem hele genbrugsprocessen som de involverede aktører oplever, hvilket ikke har været et fokusområde i de analyser, der indgår i delrapport 1. Indeværende rapportdel vil også redegøre for den metodiske tilgang, der ligger til grund for analysen, samt de aktørgrupper, der er blevet interviewet i forbindelse med identifikationen af barrierer og muligheder for et øget genbrug af mursten.

## 4.2 METODE

I følgende redegøres for den metodiske tilgang, der ligger til grund for analysens konklusioner. Hertil vil de interviewede aktørgrupper, samt deres rolle i forhold til genbrug af mursten, blive præsenteret.

### 4.2.1 Kortlagt livscyklus for mursten ved genbrug

Med udgangspunkt i delrapport 1 af analysen, samt indledende interviews med virksomheden 'Gamle Mursten' har det været muligt at kortlægge livscyklussen for en mursten ved genbrug. Den kortlagte livscyklus, som den fremgår af *figur 1*, har været udgangspunktet for, hvilke faggrupper det har været relevant at interviewe. Herved skabes en indsigt i de barrierer og muligheder for øget genbrug af mursten, der opleves af aktørerne i de enkelte led murstenen indgår direkte eller indirekte i.



figur 1: livscyklus ved genbrug af mursten

---

Som det fremgår af ovenstående figur vil en mursten blive ført igennem fem led i dens livscyklus, hvis den forberedes til genbrug. Forberedelse til genbrug vil i indeværende rapport omtales som oparbejdning af mursten. Her er tale om 1) en nedrivningsfase, hvor murstenen bevares i bedst mulig stand og sorteres fra, 2) en oparbejdningsfase, hvor murstenen renses og klargøres til genbrug, 3) en projekteringsfase, hvor murstenen ikke indgår direkte, men fasen er relevant for stenens videre forløb, 4) en byggefase, hvor murstenen implementeres i et byggeri, og afslutningsvis 5) en brugsfase, hvor murstenen står som en del af en færdig bygning. Disse fem faser kan murstenen i princippet gennemgå gentagne gange indtil stenens tekniske og æstetiske egenskaber ikke længere tillader det.

Ud for disse fem faser er en række relevante aktører blevet identificeret, hvorefter de resterende aktører, der er blevet interviewet er blevet identificeret gennem en så kaldt *snowball-sampling*, som uddybes nedenfor.

#### 4.2.2 **Snowball-sampling – kædehenvisning**

Snowball-sampling eller kædehenvisning er en metode, der ofte benyttes inden for kvalitative studier. Metoden giver en anvisning af undersøgelsesværdige aktører gennem henvisninger fra personer, der kender eller har relation til personer, der besidder viden af interesse for det undersøgte emne. Metoden er yderst effektiv til at afdække områder og skabe kontakter til aktører, ved studier indeholdende forskelligartede aktørgrupper.<sup>5</sup>

I nærværende rapport er snowball-sampling anvendt i sammenhænge, hvor interessenter har givet udtryk for manglende viden eller stillingtagen til et område, men har kunne henvise til andre relevante aktører med adgang til denne viden eller indsigt. Hertil er metoden anvendt til at afdække, hvilke yderligere faggrupper og aktørområder, der var relevante at inddrage i analysen.

#### 4.2.3 **Empirisk grundlag**

Med udgangspunkt i den ovenstående livscyklus for mursten til genbrug, illustreret i *figur 1*, samt et indledende interview med oparbejdningsevirsomheden 'Gamle Mursten' blev en række relevante aktører, der repræsenterede alle faser i livscyklussen udvalgt og interviewet. Gennem interviews med disse 10 indledende aktører, blev de resterende 25 aktører identificeret gennem snowball-sampling. Nogle aktører er direkte relateret til et specifikt led i livscyklussen, hvor andre har indsigt i flere led af cyklussen.

For at få et mere repræsentativt udsnit af de inddragede aktører, er der i analysen blevet udvalgt aktører af forskellig karakter, inden for de enkelte faggrupper. Her repræsenteres nedriverne af både store og små virksomheder, samt virk-

---

<sup>5</sup> Patrick Biernacki and Dan Waldorf, 'Snowball Sampling – Problems and Techniques of Chain Referral Sampling', *Sociological Methods & Research*, vol. 10 no. 2. November 1981 141-163, Sage Publications, Inc. 1981

somheder, der primært er aktive i landområder, hvor andre er mere aktive i byen. Bygherrer repræsenterer både nybyggeri, renovering samt boligbyggeri og erhvervsbyggeri. Rådgiverne repræsenterer ligeledes et bredt udsnit med relevante kompetencer i forhold til analysen. Til trods for diversiteten blandt de inddragede faggrupper og enkelte aktører, er NIRAS opmærksom på, at indeværende analyse ikke kan anses som repræsentativ for alle aktører omkring genbrug af mursten.

Antallet af interviewede aktører, repræsenterende forskellige faggrupper og forskellige led af livscyklussen for mursten til genbrug, er vist i tabellen nedenfor.

Faggruppe	Interviewpersoner
Nedrivere	5
Oparbejdere	2
Arkitekter	2
Rådgivere (interne)	8
Entreprenører	4
Kommuner	4
Bygherrer	3
Forsikringsselskab	1
Brancheorganisationer	2
Interesseorganisation	4
Byggefond	1
<b>I alt</b>	<b>36</b>

*Tabel 1: tabel over interviewpersoner. (en nedriver fungerer også som oparbejder, dvs. i alt 35 forskellige interviewpersoner)*

#### 4.2.4 Interviewtilgang

Til interviewene med ovenstående aktører er der blevet benyttet to primære tilgange.

Størstedelen af de gennemførte interviews er foretaget med afsæt i en interviewguide specifikt udformet til de enkelte faggrupper. Interviewene blev udført som semi-strukturerede interviews. De benyttede interviewguides er delt op i fem temaer: Proces og metode, økonomi, lovgivning og dokumentation, samt cases og andre relevante aktører. Endvidere er der også blevet afholdt en intern workshop med deltagelse fra otte NIRAS-rådgivere. På workshoppen var følgende faggrupper repræsenteret: Bygherrerådgiver, arkitekt, rådgiver med fokus på nedrivning, rådgiver inden for nybyggeri, rådgiver inden for renovering, LCA ekspert, statiker og rådgiver inden for bæredygtigt byggeri.

Ved interview med aktører, der befinder sig tæt på det undersøgte emne, er NIRAS opmærksom på, at interessenternes udtalelser og holdninger til det undersøgte kan være farvet af den enkeltes forhold til området. Formålet med rapporten er at afdække disse forskellige holdninger og synspunkter, for derved at



---

belyse barrierer og muligheder for øget genbrug af mursten, med udgangspunkt i de involverede aktører.

---

### 4.3 BARRIERER OG MULIGHEDER FOR GENBRUG AF MURSTEN

I dette afsnit vil der blive givet en kort beskrivelse af de fire relevante faser i livscyklussen for murstenen samt en redegørelse for de identificerede barrierer og muligheder for genbrug af mursten, der opleves af forskellige aktører i de enkelte faser. Ydermere afklares der i to mindre afsnit, forhold vedrørende forsikring og finansiering, samt øget forbindelse mellem nedrivning- og byggeprojekter.

- Nedrivning
- Oparbejdning
- Projektering
- Byggefase
- Forbindelse mellem nedrivning og byggeprojekter
- Finansiering og forsikring

Under de enkelte faser, vil de identificerede barrierer og muligheder blive opdelt i underkategorier, som repræsenterer en række af de pointer og oplevelser aktørerne fremhæver.

#### 4.3.1 *Nedrivning*

Forud for nedrivningen er det bygherre eller bygningsejers ansvar at få udført en miljøscreening, som vurderer et eventuelt indhold af farlige stoffer, samt potentialet for direkte genbrug af byggevarer og materialer til genanvendelse, der er tilstede i bygningen. Ved en selektiv nedrivning er det muligt at bevare byggevarer til genbrug og genanvendelse. Nedriveren giver en samlet pris til bygherren for nedrivningsopgaven og skal således afvikle nedrivningen så omkostningseffektiv som mulig. Her er der mulighed for at optimere i forhold til transporten og i forhold til bortskaffelsen af materialerne. Det er en afvejning for nedriveren i, hver enkelt sag om det bedst kan betale sig at aflevere stenene til oparbejdning, - hvor der er mulighed for at få en pris per hele sten afleveret, men hvor processen også vil være mere tidskrævende - eller om det bedre kan svare sig at nedknuse stenene på nedrivningspladsen eller sende dem til nedknusning andetsteds, hvorefter materialet sælges til anvendelse som vejfyld og lignende. Denne afvejning foretages oftest på stedet.

Der er blevet udført interviews med både store og små nedrivningsvirksomheder, som nedriver alt fra enfamiliehuse til fleretagesbygninger, samt både ejendomme hvor der er rigeligt omkringliggende plads og ejendomme med trænge pladsvilkår. Processen for nedrivningen er derfor situationsbestemt og kan variere en del fra sag til sag. I mange tilfælde nedknuses murstenene og materialet anvendes til vejfyld og lignende. Enten anvendes et mobilt knuseanlæg på pladsen, som i nogle tilfælde ejes af nedriveren selv og i andre tilfælde er det mest hensigts-

---

mæssigt at sende murstenene til nedknusning andetsteds. Ved nedrivninger hvor der er rigeligt plads, lægges murstenene typisk i bunker som derefter transporteres til genbrug eller nedknusning. Ved nedrivninger med trænge pladsvilkår, hvor murstene ønskes genbrugt, bliver stenene ofte løftet direkte over en i lastvogn, som kører murstensaffaldet til oparbejdning. De barrierer og muligheder for at genbruge, der bliver peget på af nedriverne afhænger derfor i høj grad af den specifikke sag og de konkrete omstændigheder.

Der er blevet gennemført interviews med fem forskellige nedrivningsvirksomheder. Med afsæt i udtalelser fra de interviewede respondenter kan barriererne og mulighederne for øget genbrug af mursten, forbundet med denne del af processen, opdeles i fire underkategorier:

- Proces
- Logistik
- Tid
- Økonomi
- Viden og erfaring

#### 4.3.1.1 Barrierer

Nedenfor vil barriererne under de respektive underkategorier blive uddybet nærmere.

##### **Proces**

Flere af de interviewede aktører påpeger, at nedrivning med fokus på genbrug er en mere besværlig proces og derfor mere tidskrævende. Det pointeres også, at nedriverne i dag er vant til at nedrive med fokus på nedknusning, og der derfor er brug for en adfærdsændring. Nedknusning er en velkendt proces for nedriverne, som forventes at give en merværdi, da det samtidig erstatter råstoffer. Dertil anvendes murbrokkerne ofte aktivt til at fylde kælderen op med, for derved at kunne komme ned i kælderplan og rive de resterende vægge ned. Ifølge en større nedriver, vil et krav om udsortering af mursten til direkte genbrug gøre visse nedrivningsopgaver langt mere omkostningsfulde, da der i stedet skal investeres i et andet fyldmateriale.

##### **Logistik**

Ifølge både nedrivere og rådgivere på området kan logistikken anses for en afgørende barriere for øget genbrug af mursten. Logistik kan i denne sammenhæng anskueliggøres ud fra to henseender; logistiske udfordringer på nedrivningspladsen og logistiske udfordringer i forhold til lange transportafstande i forbindelse med bortskaffelse.

---

Logistiske udfordringer på nedrivningspladsen knytter sig ifølge alle respondenterne på området, sig til de udfordringer en nedrivningsplads med trænge pladsvilkår skaber for at genbruge mursten. Ved trænge pladsvilkår er der oftest ikke den fornødne plads til at opbevare frasorterede mursten, hvorfor det er lettere at benytte dem som køreunderlag, for derefter at nedknuse dem. Ved nogle trænge nedrivningspladser vil det derfor være nødvendigt at læsse de frasorterede mursten direkte op i en lastvogn, og køre stenene til oparbejdning. Her pointerer en større nedriver, at pladsens beskaffenhed kan besværliggøre denne proces, og derved gøre det økonomisk u hensigtsmæssigt at genbruge murstene.

Logistiske udfordringer i forbindelse med transport knytter sig til afstanden mellem nedrivningspladsen og oparbejderen, samt mængden af mursten, der skal transporteres. Hovedparten af de interviewede nedrivere har benyttet sig af virksomheden 'Gamle Mursten' ved salg af mursten til genbrug. Med faciliteter ved Svendborg og Hedehusene, betyder det ifølge flere nedrivere, at det ikke kan svare sig økonomisk for dem at aflevere murstenene til genbrug, hvis nedrivningen foregår i det centrale og nordlige Jylland, da transportudgifterne her bliver for store. Hvorimod nedknusning af beton, tegl og mursten drives af mange aktører over hele landet. Endvidere er små nedrivninger udfordret af, at murstene ikke kan fylde en hel lastbil og derfor vil bidrage yderligere til en dårlig transportøkonomi.

De logistiske udfordringer, både i henhold til transport og nedrivningspladsens beskaffenhed, er dermed en væsentlig barriere ifølge de aktører NIRAS har været i kontakt med.

### **Tid**

Respondenterne fremhæver også tid som en begrænsende faktor. Tid knytter sig her til muligheden for at overholde den aftalte deadline for nedrivningen. Oftest skal nedrivningsprocessen være gennemført inden for en stram deadline, hvorfor det ikke er muligt at bruge længere tid på en skånsom nedrivning og sortering. I nogle tilfælde ville det muligvis være økonomisk favorabelt at nedrive med fokus på genbrug, men hvor den tidsmæssige ramme ikke tillader det.

Dertil knytter tid sig også til en overordnet betragtning af rentabiliteten af, at nedrive med fokus på genbrug, hvilket uddybes nedenfor.

En kommune blandt respondenterne fremhævede, at det i landdistrikterne har været antallet af nedrivninger, der har haft prioritet frem for graden af genbrug.

### **Økonomi**

Bygherren vil ofte ikke betale mere for nedrivning til genbrug. Det koster oftest mere at nedrive til genbrug på grund af det øgede tidsforbrug, da det er en løntung proces. Tidsforbruget vil dog afhænge af de konkrete omstændigheder på nedrivningspladsen, hvor tidsforbruget vil stige ved nedrivninger med trænge

---

pladsvilkår. Endvidere kan bortskaffelsesomkostningerne være afgørende. I mange tilfælde kan den pris nedriveren kan modtage for at aflevere murstenene til en oparbejder ikke modsvare den øgede transportafstand og det ekstra tidsforbrug, pointerer flere nedrivere. I dag har kommunerne ikke anvisningsret i forbindelse med nedrivningsprojekter, men har alene en opgave i at sørge for at føre opsyn med byggepladserne og sikre, at den rette kildesortering finder sted efter affaldsbekendtgørelsens retningslinjer, hvorfor der ikke stilles direkte krav til genbrug. Flere nedrivere fremhæver, at valget mellem genbrug og nedknusning alene blive taget ud fra en økonomisk betragtning.

De økonomiske barrierer knytter sig i høj grad til de ovenstående barrierer, hvilke igen er tæt forbundet med den pris nedriveren kan få ved aflevering af murstenene til oparbejdning.

### **Viden og erfaring**

Det er kun de færreste bygherrer og nedrivere, der har erfaring med nedrivning til genbrug og netop denne manglende viden og erfaring udgør en barriere.

#### **4.3.1.2 Muligheder**

Nedenfor vil mulighederne for at øge genbrug af mursten, inden for de respektive underkategorier blive uddybet nærmere.

### **Proces**

Som det uddybes ovenfor er nedrivning med fokus på genbrug en omfattende proces, særligt hvis der fra bygherres side er et ønske om en meget høj genanvendelsesgrad og meget få skader på stenene, hvilket kan være tilfældet i renoverings – og genopbygningsprojekter. En enkelt nedriver forklarer i denne sammenhæng om muligheden for at pakke grabben ind i gummi, hvilket betyder at færre sten bliver beskadiget i nedrivningsprocessen. Denne teknologi medfører dog en merudgift for bygherre. Flere nedrivere belyser også muligheden for at anvende et mobilt oparbejdningsanlæg på nedrivningspladsen. Denne teknik fremhæves dog alene som ideel, hvis stenene skal genbruges på samme lokalitet. I forhold til anvendelsen af nedknuste mursten som fyldmateriale i kælderplan, fremhæver en enkelt nedriver, at Skive Kommune og Struer Kommune i deres udbud kræver, at nedriveren fylder kælderen med sand, hvilket også fremtidssikrer grunden i forhold til eventuelle nybyggerier.

### **Logistik**

De logistiske forhold, der gør sig gældende på nedrivningspladsen står ikke til at ændre, men transportafstanden fra nedrivningspladsen til en oparbejder kan mindskes, med et større antal oparbejdere på markedet. Mobile renseanlæg kunne også imødekomme denne barriere. Gamle Mursten giver dog udtryk for, at der ikke er efterspørgsel for at leje det mobile renseanlæg de er i besiddelse af. Gamle Mursten påpeger at rensning på pladsen er forbundet med et støv- og

---

støjniveau, hvilket kan medføre, at nedriverne vælger løsningen fra. Dertil er afsætning af rensede mursten ikke en del af nedrivers forretningsmodel, hvorfor det er lettere at lade en oparbejder rense og derefter afsætte stenene. Endvidere har størrelsen på nedrivningsprojekterne betydning for den samlede logistisk. Større nedrivninger vil som udgangspunkt være mere attraktive ud fra en genbrugsvinkel, på grund af en øget transporteffektivitet, samt muligheden for at oparbejde et større parti sten af ens kvalitet og udseende.

### **Tid**

Ifølge respondenterne er tidsaspektet, svært at overkomme da nedriverne ofte betales en fast pris, og nedrivningseffektiviteten derfor allerede er optimeret fuldt ud. Ved nedrivningsprojekter med en kort tidsramme, vil det derfor være svært at nedrive til genbrug. Flere nedrivere påpeger at der skal ske en holdningsændring hos bygherre om, hvordan materialerne fra nedrivningen skal behandles, hvis denne barriere skal overkommes. Ved et nedrivningsprojekt i Carlsberg Byen pointerede projektleder Niels Nielsen dog, at genbrug af de nedrevne mursten i et renoveringsprojekt, betød at der blev skabt en del velvilje hos kommunen, hvilket han skønnede fremskyndede processen.

### **Økonomi**

En højere salgspris på de sten, der afleveres til oparbejdning vil muliggøre en længere transportafstand. En nedriver pointerer at der skal skabes et nichemarked for de genbrugte sten, hvor køberen ønsker at fortælle en historie og hvor stenene bruges som signalværdi, således at folk vil betale en merværdi for produktet. Den højere salgspris kan betyde en højere pris til nedriverne.

### **Viden og erfaring**

Kommuner, der arbejder aktivt med at fremme nedrivning til genbrug kan medvirke til viden- og erfaringsdeling både kommuner imellem og mellem de forskellige nedrivere.

Nedenfor er opsummeret hovedpointerne, der er pointeret i forhold til nedrivningsprocessen.

Forhold	Hovedpointer
Bygningsstørrelse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Små bygninger: de nedrevne mursten kan ikke fylde en lastbil - ineffektiv transport. Mulighed for at koordinere flere nedrivninger</li> <li>• Store bygninger: store mængder ensartede sten, effektiv transport</li> </ul>
Pladsforhold	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trange pladsforhold: nedrivning til genbrug vanskeliggøres</li> </ul>
Afstand til oparbejder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ved store afstande til oparbejder kan nedknusning økonomisk set bedre betale sig end genbrug.</li> </ul>
Nedriver ejer knusemaskine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maskinen skal afskrives – og derfor bruges mest muligt</li> <li>• Mulighed for at flere nedrivere kan deles om samme knuser eller "maskinstation"</li> </ul>
Nedknusning til fyld	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knusning giver gratis fyld, ofte ingen transport, meget billig bortskaffelse</li> <li>• Mulighed for at hente gratis fyld hos Gamle Mursten ved aflevering af mursten til genbrug</li> <li>• Såfremt der ikke er behov for fyld i forbindelse med nedrivningen? er der større sandsynlighed for en fordelagtig økonomi ved genbrug</li> </ul>

Tabel 2 : forskellige nedrivningsprocesser

Foruden forholdene nævnt i tabellen oven for har det også en betydning for nedrivningerne om der er tale om offentligt ejet eller private bygninger. Ved nedrivning af offentligt ejet bygninger, er det i højere grad muligt at påvirke graden af genbrug ved f.eks. at gennemføre nationale strategier eller målsætninger, der vil opmuntre til eller ligefrem gøre det nødvendigt for den offentlige bygningsejer, at inddrage genbrug af byggematerialer i udbudsmaterialet. Ved nedrivning af private ejendomme, kan det ikke kræves af bygningsejeren at der stilles krav til graden af genbrug i udbudsmaterialet, men der kan opfordres hertil af myndighederne.

### 4.3.2 **Oparbejdning**

Der findes en række firmaer, der har specialiseret sig i at oparbejde mursten til genbrug, her kan blandt andet nævnes Gamle Mursten, Genbrugte Mursten og Salling Entreprenørfirma. Der anvendes forskellige oparbejdningsmetoder, bl.a. rensning med håndkraft, hvor murstenene oftest klargøres på pladsen; oparbejdning hos Gamle Mursten via en teknologi, de har udviklet, hvor murstenene raspes fri for mørtel, sorteres og pakkes. Gamle Mursten er den mest fremtrædende oparbejder, hvis man kigger på volumen af genbrugte mursten, der oparbejdes per år, hvor Salling Entreprenørfirma (Salling) er et eksempel på en mindre oparbejder, der håndrenser mursten. Nedenfor beskrives de to forskellige forretningsmodeller og deres udsyn på markedet.

#### **Maskinrensede mursten**

Gamle Mursten har to sorteringsanlæg et i Hedehusene og et i Svendborg, og de modtager årligt 50.000 tons materiale, hvoraf ca. 63% i gennemsnit kan genbruges ifølge oplysninger Gamle Mursten har udleveret til fra DTU Miljø<sup>6</sup>. Materialet kommer fra genbrugspladser og fra private og offentlige nedrivningsprojekter. Kvaliteten af materialet er svingende og derfor varierer afregningsmodellerne også. Ved meget lav kvalitet, hvor der er iblandet store dele restaffald får Gamle Mursten betaling for at modtage materialet, hvorimod Gamle Mursten betaler op til 0,5 kr. per hele sten ved høj kvalitet. Med de nuværende anlæg er den maksimale produktionskapacitet 18.000 sten per døgn. Gamle Mursten tilbyder også at virksomheder, der leverer mursten til oparbejdning kan tage nedknust materiale - til vejfyld med mere- med tilbage, og derved ikke er nødsaget til at nedknuse de hele sten.

#### **Håndrensede mursten**

Salling Entreprenørfirma der udelukkende renser mursten ved håndkraft, mener at have en gennemsnitligt genbrugsprocent på 70%, når restaffald og halve sten er frasorteret. I modsætning til Gamle Mursten kommer materialet typisk fra egne nedrivningsprojekter, hvorfor de ikke skal medregne en pris for at modtage de hele sten. Salling kan ved to mandetimer producere 250 sten i timen, og afsætter stenene til mellem fem og ti kr. per styk.

Gamle Mursten og Salling's produktion er ordrebaseret og indledningsvis aftales mængder og sorteringstype med arkitekt eller bygherre.

---

<sup>6</sup> Miljøstyrelsen, 'LCA af genbrug af mursten' 2013



---

Med afsæt i udtalelser fra de to interviewede oparbejdere kan barriererne og mulighederne for øget genbrug af mursten, forbundet med denne del af processen, opdeles i tre underkategorier:

- Mængder
- Tekniske specifikationer
- Viden

#### 4.3.2.1 Barrierer

Nedenfor beskrives barriererne forbundet med de tre kategorier.

##### **Mængder**

Både Gamle Mursten og Salling oplever et voksende marked for genbrugte mursten og har derfor vanskeligheder med at levere de efterspurgte mængder. Det vurderes, af Gamle Mursten, at oparbejderne kun modtager få procent af de mursten, der nedrives og det skyldes primært, at nedriverne oftest vælger at nedknuse dem.

##### **Tekniske specifikationer**

Hos Gamle Mursten mener man ikke, at de tekniske specifikationer ved genbrugssten bør udgøre nogen barriere for udbredelsen af dem. Her pointeres det, at mursten ved stort set alle nybyggerier alene fungerer som 'pyntesten' eller skalmur, hvilket betyder at de ikke har nogen bærende funktion, men alene skal kunne bære vægten af muren selv. Hertil vil skalmuren ofte være understøttet af bærende elementer, fæstnet til den bærende indermur, ved byggerier med flere etager. Flere af de interviewede rådgivere fremhæver de samme pointer, når de bliver adspurgt om murstenes bæreevne. Alligevel, oplever Gamle Mursten, at det er en barriere at der er manglende tiltro til kvaliteten af de genbrugte mursten, blandt andet på grund af den manglende mulighed for CE-mærkning. Dette er en barriere, der også fremhæves af Salling.

##### **Viden**

Salling fremhæver begrænset kendskab til genbrug af mursten som den største barriere for deres udbredelse. Der er ikke det nødvendige kendskab til genbrugssten, både som byggemateriale og i forhold til materialets værdi. Den manglende viden fra forbrugere, nedrivere, rådgivere, entreprenører og arkitekter er en begrænsende faktor for et øget genbrug af mursten pointeres det.

---

#### 4.3.2.2 *Muligheder*

##### **Mængder**

Både Gamle Mursten og Salling fremhæver at der generelt er behov for, at der dannes et større marked for genbrug af mursten, med flere oparbejdere og aftagere for at sikre, at efterspørgsel og udbud kan mødes.

Flere af de interviewede fremhæver at viden og information er væsentlige parametre, både for købere og nedrivere. Det er vigtigt, at nedriverne har den nødvendige information om mulighederne for levering af mursten til genbrug, herunder økonomi, logistik og nedrivningsmetode. I den forbindelse påpeges det, at det kan være relevant at udarbejde økonomiske erfaringstal som nedriverne kan anvende i vurderingen af bortskaffelsen af materialerne i den enkelte nedrivningssag, samt sikre erfaringsdeling nedriverne imellem omkring metoder, proces og økonomi. Endvidere er det væsentligt at sikre information til arkitekter, kommuner, bygherrer, med mere

Begge oparbejdere udtrykker, at et lovkrav om nedrivning til genbrug, vil styrke markedet, ved at sikre oparbejderne får adgang til de efterspurgte mængder. Endvidere er det nødvendigt at sikre, at oparbejderne har tidlig information om nedrivningsprojekter, så det er muligt på et tidligt tidspunkt at aftale pris og logistik i forbindelse med genbrug af mursten i den specifikke sag.

En teknologisk udvikling på rensningen af de genbrugte mursten, vil også have en stor betydning for mængden af mursten oparbejderne kan afsætte på markedet. Her fremhæves det, at en maskine, der kan rense nyere mursten, der er muret på med cementmørtel – hvilket ikke er muligt i dag – vil have en enorm betydning for de tilgængelige mængder. Det fremhæves, at det herved vil være muligt at genbruge mursten fra de mange tomme industribygninger og ejendomme fra 1960-1970'erne. Hertil pointerer begge oparbejdere, at udviklingen af en stabil, cementfri mørtel, vil fremtidssikre genbrug af mursten, og yderligere bidrage til bæredygtighedstankegangen.

##### **Tekniske specifikationer**

Gamle Mursten vurderer, at etablering af en mærkningsordning, svarende til CE-mærkningen vil øge tilliden hos bygherrer og andre aktører i forbindelse med brug af genbrugte mursten. Hertil understreger begge oparbejdere, at en SBI anvisning for nedrivning og anvendelse af genbrugte mursten kunne have en lignende effekt.

Endvidere får begge oparbejdere løbende foretaget tests af stenedes kvalitet via Teknologisk Institut og denne viden kan endvidere bidrage til at skabe tillid til produktet. Gamle Mursten giver i dag 5 års garanti på deres produkter som svarer overens med de garantier, der gives på ny producerede mursten.

---

## Viden

Der skal ifølge både oparbejdere og nedrivere være et større fokus på oplysning omkring mulighederne for genbrug af mursten, hvis et øget genbrug skal indfries. Her vil særlig vægt på vidensdeling mellem nedrivere, oparbejdere, arkitekter, bygherre og rådgivere være af relevant betydning.

### 4.3.3 *Projektering*

Et byggeri planlægges i projekteringsfasen. Det er i denne fase bygherren rådfører sig med sine rådgivere. Viden eller formodninger om problemer i selve byggeprocessen, vil naturligvis påvirke de beslutninger, der tages i projekteringsfasen. Under projekteringen har man mulighed for at planlægge foranstaltninger, der kan afhjælpe uforudsete problemer under byggeprocessen. Forskellige udbudsformer og forretningsmodeller betyder, at der kan være forskel på hvilke typer beslutninger, der træffes på hvilket tidspunkt og af hvem. I en traditionel byggesag, vil det typisk være arkitekten, der foreslår brug af genbrugte mursten, og bygherren, der på baggrund af udseende, pris og evt. øvrige forhold, der fremlægges af arkitekt og øvrige rådgivere beslutter om han/hun ønsker genbrugte mursten. Den endelige pris bliver ofte først kendt, når det færdige projekt sendes i udbud, og i sådanne sager inddrages entreprenøren først i udbudsfasen. I totalentreprisekonkurrencer er det derimod ofte entreprenøren, der inviterer arkitekt og andre rådgivere til at designe og prissætte et byggeri efter et givet program. Bygherren får her præsenteret et projekt med tilhørende omkostninger fra hver deltager, og bygherren beslutter sig som regel for et projekt uden at have været i direkte dialog med rådgiverne.

Der er blevet gennemført interviews med tre bygherrer, to arkitekter fire entreprenører, samt Kalk- og Teglværksforeningen. Med afsæt i udtalelser fra de interviewede respondenter kan barriererne og mulighederne for øget genbrug af mursten, forbundet med denne del af processen, opdeles i fire underkategorier:

- Proces
- Kvalitet og tekniske egenskaber af stenene samt dokumentation
- Økonomi
- Viden og erfaring

#### 4.3.3.1 *Barrierer*

Nedenfor vil barriererne under de respektive kategorier blive uddybet nærmere.

---

## Proces

Leverancesikkerhed er hovedsageligt et problem, der knytter sig til byggeprocessen, men bekymringer om leverancesikkerhed påvirker beslutningen om hvorvidt man vil anvende genbrugte mursten allerede i projekteringsfasen. Byggeri er en kompliceret proces, hvor det kan blive meget fordyrende, hvis ikke byggematerialerne kan leveres i den rette mængde og kvalitet på det rette tidspunkt. Dette er en barriere som både bygherre, rådgivere og entreprenører peger på. Flere respondenter forventer, at leverancesikkerheden vil blive et mindre usikkerhedsmoment efterhånden som markedet udvikler sig, og der er større mængder genbrugsmursten til rådighed. Leverancesikkerhed er en større udfordring ved store byggerier end ved mindre byggerier, fordi man ved store byggerier er nødt til at bruge sten fra flere nedrivninger. Det betyder, at det bliver en særlig udfordring at sikre, at stenene har det ønskede udseende og dimensioner. I et tilfælde har man bygget en referencemur, så man meget konkret kunne forholde sig til, om de leverede sten svarede til udseendet repræsenteret af referencemuren. Typehusfirmaerne blandt respondenterne peger på, at den manglende leverancesikkerhed betyder, at genbrugte mursten ikke anses som en mulighed for dem.

## Kvalitet og tekniske egenskaber samt dokumentation

Det er blevet nævnt af adskillige aktører, at det i forbindelse med projekteringen, at genbrugte sten ikke er, og ikke kan CE-mærkes. Det er især et problem når de genbrugte mursten skal bruges til bærende konstruktioner. Nye mursten er klassificeret i forskellige styrkeklasser, og dem bruger man, når man beregner murens bæreevne. Når sten ikke er klassificeret, kan man ikke umiddelbart udføre disse beregninger. Nogle rådgivere er i tvivl om hvorvidt det er i overensstemmelse med gældende regler at anvende genbrugssten, der ikke kan CE-mærkes til bærende konstruktioner. Kalk- og teglværksforeningen mener, at det ikke er i overensstemmelse med gældende regler. De fleste respondenter mener, at det ud fra en styrkemæssig betragtning er uproblematisk at benytte genbrugte sten til skalmur i en til to etager. Som nævnt tidligere kan der ved højere skalmure opstå tvivl om stenenes styrke. Man kan i disse situationer benytte konsoller, så vægten føres ind til den bærende bagvæg. Når en kunde ønsker det, lader Gamle Mursten stikprøver undersøge på Teknologisk Institut for at dokumentere styrken af et givet parti. Styrken bestemmes ikke kun af selve stenens styrke, men også af hvor hurtigt den suger vand. Hvis den suger vand for hurtigt hærdet mørtelen ikke som den skal, og den samlede mur bliver svagere.

Ud over styrke kan der også være bekymringer for andre tekniske forhold, for eksempel frostbestandighed. Mursten i en skalmur er udsat for andre fugt- og temperatur forhold end mursten i en massiv teglstens ydervæg. Som nævnt tidligere yder Gamle Mursten 5 års garanti på leverede sten, hvilket svarer til den garanti der ydes på nye byggematerialer. Ved opførelse af byggeri til videresalg hæfter bygherren derimod 10 år overfor køberen, hvortil en bygherre nævnte at

---

det kan give reservationer på grund af den manglende CE-mærkning, trods garantien.

Typehusfirmaerne pegede på, at de har et langt forløb med udvælgelse og kvalitetssikring af de materialer de bruger, og at man ikke ønsker at bruge uensartede materialer som genbrugte mursten.

Der kan også være bekymring for tilstedeværelsen af miljø- og sundhedsskadelige stoffer. Ejeren af en bygning, der nedrives har pligt til at få foretaget en miljøscreening, der skal sikre, at sundheds- og miljøskadelige materialer behandles korrekt, men der vil alligevel være en vis usikkerhed for, om det nu også er sket. En bygherre nævnte, at det gav en større følelse af sikkerhed for at der ikke er uønskede stoffer i stenene, hvis man ved hvilke bygninger de kommer fra.

### **Økonomi**

Prisen på genbrugte mursten spiller en væsentligt rolle for bygherre og entreprenører, ved udvælgelsen af den rette mursten til byggeriet. Flere respondenter peger på, at det er lidt dyrere at bruge genbrugte mursten, frem for konventionelle mursten. Enkelte respondenter pointerer, at prisen ikke er afvigende ved sammenligning med nye sten af samme æstetiske kvalitet. Der er dog respondenter, der mener at både stenene og murerarbejdet bliver dyrere. Hvorvidt prisen bliver afgørende afhænger meget af projektets samlede økonomiske ramme og af bygherrens holdninger.

### **Viden og erfaringer**

Langt fra alle i byggebranchen er klar over, at det er muligt at få leveret større mængder genbrugte mursten.

I byggeriet er det meget brugt, at rådgivere og entreprenører støtter sig til kilder som for eksempel SBI anvisninger, BYG-ERFA blade og publikationer fra branchernes oplysningsråd (i dette tilfælde Murerfagets Oplysningsråd MURO). At have adgang til en anerkendt kilde er ikke blot væsentligt i forhold til at finde ud af, hvordan man bør projektere og bygge, men også i forhold til (økonomisk) ansvar. Hvis man kan henvise til, at arbejdet er udført i overensstemmelse med anvisningerne i en anerkendt kilde, er risikoen for at stå med et økonomisk ansvar, hvis der opstår problemer alt andet lige noget mindre. Respondenter fra alle aktørgrupper peger på, at det ville være en hjælp hvis tilgængelig viden på området blev gjort tilgængelig igennem en af disse anerkendte kilder. Der er både interesse for viden om nedrivning og byggeri med genbrugssten

#### **4.3.3.2 Muligheder**

Ud over muligheder inden for de kategorier, hvor der fandtes barrierer nævnte respondenterne også to andre forhold, med potentiale for at fremme genbrug af mursten

- 
- Æstetik og "den gode historie"
  - Miljø og "grøn" profilering
  - Processen
  - Kvalitet og tekniske egenskaber af stenene samt dokumentation
  - Økonomi
  - Viden og erfaring

De enkelte kategorier af muligheder uddybes nedenfor.

### **Æstetik og "den gode historie"**

Det udseende, der kan opnås med genbrugssten nævnes af arkitekter og bygherrer som en meget væsentlig årsag til at vælge genbrugssten. Det er ofte arkitekten, der foreslår at bruge genbrugssten. De aktører vi har talt med har været meget tilfredse med det æstetiske resultat, der er opnået. En arkitekt fortæller sågar, at resultatet er bedre end man havde forestillet sig.

Flere respondenter fortæller desuden at, genbrugte mursten giver bygninger en særlig identitet. Det er særlig attraktivt, hvis man ved hvor stenene kommer fra, og særligt hvis de for eksempel kommer fra bygninger i nærheden af den nye bygning.

### **Miljø og "grøn" profilering**

Ønsket om en grøn profil er medvirkende årsag for både arkitekter og bygherrer til at vælge genbrugssten. En bygherre nævnte, at han oplevede en stigende interesse for miljøspørgsmål hos boligkøberne. En respondent, betragtede miljøforhold som den væsentligste grund til at vælge genbrugssten

Den positive miljøeffekt kommer først og fremmest fra energibesparelsen ved at der ikke skal brændes nye sten.

Genbrug af mursten bidrager til pointgivning i flere ordninger for certificeret bæredygtighed i byggeri. De tre mest gængse ordninger i Danmark er den danske ordning DGNB, den amerikanske LEED, og det britiske BREEAM. Genbrugen af mursten indgår i credits/kriterier, hvor der generelt gives point for at genbruge materialer. I DGNB skal der udføres et LCA regnskab. I dette regnskab vil det tælle positivt, at der indregnes genbrugte mursten. I BREEAM findes et kriterie, der har til formål, at sikre brug af materialer, der over en livscyklus, har en lav miljøpåvirkning. Også her vil genbrugte mursten tælle positivt. I LEED er der ikke tale om en vurdering over livscyklussen, men der gives specifikt point for at anvende genbrugte bygningsmaterialer. For at kunne anvende genbrugte mursten i

---

henhold til ovenstående certificeringer kræver det dog, at der findes en miljøvaredeklaration eller lignende dokumentation, der redegør for murstenens miljøegenskaber igennem hele livscyklussen.

En af arkitekterne peger på, at en EPD (environmental product declaration) miljødeklaration, der sætter tal på miljøfordelene ved at bruge genbrugte mursten ville få flere til at vælge at bygge med genbrugte mursten.

### **Processen**

Flere respondenter mener, at leverancesikkerheden vil øges, efterhånden som markedet udvikles. I den forbindelse peges der på, at kommunerne (på baggrund af målsætninger i forhold til miljø, affaldsminimering etc.) ved at gå foran som aftager af brugte mursten, kan være med til at udvikle markedet og dermed øge leverancesikkerheden.

En arkitekt fortæller, at han adviserer Gamle Mursten så tidligt som muligt. Det giver dem mulighed for at begynde at skaffe de ønskede sten på et tidligere stadium for at sikre den fornødne leverancesikkerhed. Gamle Mursten har været indstillet på at begynde at skaffe stenene uden at der foreligger en egentlig aftale.

### **Kvalitet og tekniske egenskaber af stenene samt dokumentation**

Adskillige respondenter peger på, at en afklaring af hvorvidt den obligatoriske CE-mærkning for byggevarer gælder for genbrug af byggematerialer vil være gavnligt.

Når genbrugte mursten skal bruges i bærende konstruktioner har man i flere tilfælde fået testet stenenes bæreevne hos Teknologisk Institut. Det sker ved at man tester bæreevnen på en prøvevæg, og omsætter denne til en tilsvarende klasse.

Garantien som Gamle Mursten i dag yder på leverede sten vil ifølge en bygherre, en arkitekt og en entreprenør til en vis grad være med til at overvinde den betænkelighed, som den manglende CE-mærkning gav anledning til.

En arkitekt anbefaler, at murstenene købes af bygherren, så det ikke er entreprenøren, der skal bære den risiko som manglende CE-mærkning udgør

### **Økonomi**

Priser på nye mursten varierer meget, og i et enkelt tilfælde har en bygherres oplevelse været, at genbrugte mursten er et økonomisk attraktivt alternativ i forhold til at opnå et ønsket udseende. Der sammenlignes sandsynligvis i dette tilfælde med håndstrøgne eller blødstrøgne mursten, der er væsentlig dyrere end maskinsten

---

På Randers Tegls hjemmeside<sup>7</sup> ses eksempelvis en meget stor spredning på priserne på nye sten. Maskinsten kan fås til ca. 3 kr/stk, blødstøgne sten er i prislejet 5-8 kr/stk og 12-15 kr/stk samt enkelte, der koster 34 kr/stk

### **Viden og erfaring**

De aktører, der har brugt genbrugte mursten var alle indstillede på at gøre det igen. Flere pegede på, at selvom det var lidt anderledes end at bruge nye mursten, så var de ikke stødt på uoverstigelige hindringer.

Flere respondenter peger på, at usikkerhed i forbindelse med anvendelse af brugte mursten vil kunne reduceres, hvis der blev udgivet en publikation med konkret vejledning til projektering og byggeri med genbrugte mursten.

Viden om de udfordringer der opstår i forbindelse med byggeriet, kan være med til at forebygge nogle problemer. Da genbrugte mursten varierer mere i størrelsen end nye mursten kan de projekterende forebygge problemer ved at sørge for, at der er steder at optage forskellene. I en byggesag differentierede man i et samarbejde mellem arkitekt og entreprenør mellem murmål, som var vigtige at overholde og murmål, som ikke behøvede at blive overholdt præcist. Typisk vil det være vigtigt at huller er præcise, hvorimod det er mindre vigtigt at murpillen er meget præcis. På den måde var projekteringen med til at lette arbejdet på byggepladsen.

Kommunerne kan også have en rolle i formidling af viden, idet genbrug af mursten er både er relevant i forhold til miljømålsætninger og affaldsminimering.

#### **4.3.4 Byggeproces**

Byggeprocessen er selve udførelsen af byggeriet. I princippet er alle beslutninger om byggeriet taget, men i realiteten tages der stadigvæk løbende beslutninger i løbet af byggeriet. Som nævnt tidligere er byggeri i sin natur en kompleks proces. Flere forskellige faggrupper er involveret, materialerne skal ankomme til byggepladsen på det rigtige tidspunkt og være af den rigtige kvalitet, i rigtig mange tilfælde er bygningen unik, og adskillige aktører har ikke tidligere arbejdet sammen. Forsinkelser kan have en domino-effekt og påvirke hele resten af projektet – måske endda med større forsinkelser end den oprindelige, fordi brug af arbejdskraft og maskiner er stramt planlagt.

##### **4.3.4.1 Barrierer**

Arkitekter, bygherrer og entreprenører, der har været i direkte kontakt med den konkrete byggeproces, har peget på barrierer indenfor følgende kategorier

- Proces

---

<sup>7</sup> [www.randerstegl.dk](http://www.randerstegl.dk)



- 
- Økonomi

Kategorierne er uddybet i det følgende:

### **Proces**

Leverancesikkerheden er naturligvis også et problem under selve byggeprocessen.

Stenene er mere forskellige end nye, og der er flere sten med fejl. Det gør det anderledes, og ofte lidt mere tidskrævende at bygge med genbrugsmursten. Nogle respondenter mener, at det er i en udstrækning, der gør murerarbejdet dyrere. Endvidere overholder stenene ikke altid standardmålene for mursten. Stenene var mindre præcise før i tiden, og varierer i størrelse. Det kan betyde varierende fugetykkelser, hvis murmålene skal overholdes.

Ved større byggesager, hvor stenene kommer fra flere forskellige nedrivninger skal man sørge for, at stenene blandes løbende for at sikre et æstetisk ensartet udtryk. Det er som regel murerarbejdsmanden, der sørger for det, men arkitekten, der fortalte om det, har ikke oplevet at der har været problemer i den forbindelse.

Særligt ved store byggesager, hvor der kommer sten fra flere nedrivninger kan det være et problem at afgøre, om de leverede sten ligger indenfor det aftalte udseende. I en større byggesag byggede man derfor en referencemur, der blev brugt i vurderingen af, om stenene levede op til det aftalte udseende.

En arkitekt fortalte, at man havde haft problemer med udseendet i forbindelse med vandskuring. Sten med et højt gipsindhold vil have suget mere forurening til sig end andre sten, og vil slå mørkt igennem vandskuringen, og han anbefaler derfor, at man ikke vandskurer genbrugte mursten. Han har siden observeret samme fænomen på ældre bygninger der vandskures.

For at kunne bruge så stor en del af de genbrugte sten som muligt, leveres også halve sten. De leveres på paller (hoveder) for sig. Desuden kan antallet af halve sten variere, og begge dele betyder alt andet lige mere besvær for mureren. Anvendelsen af halve sten er dog ofte et spørgsmål om æstetik, bestemt af bygherre eller arkitekt.

### **Økonomi**

Forsinkelser i et byggeprojekt vil som regel lede til en økonomisk belastning. Et øget tidsforbrug til murerarbejdet vil naturligvis også belaste økonomien, men de respondenter, der gav udtryk for, at det var dyrere at få udført murerarbejdet, gav samtidig udtryk for, at der ikke var tale om en stor forskel.

---

#### 4.3.4.2 *Muligheder*

Respondenterne har peget på muligheder indenfor følgende kategorier:

- Proces
- Viden og erfaring

Mulighederne indenfor de enkelte kategorier beskrives mere detaljeret nedenfor:

##### **Proces**

Ved at vælge et forbandt (mønster), der er fleksibelt i forhold til antallet af halve sten gør det lettere at bruge et varierende antal halve sten, hvilket er en fordel, fordi det bliver muligt at acceptere, at der er lidt forskel på hvor stor en andel af stenene der er halve.

Samarbejde med rådgivere om at differentiere mål med mere eller mindre tolerance, gør det lettere at håndtere, at stenene ikke altid overholder standardmål..

Produktudvikling i forhold til anvendelsesmulighederne for genbrugte mursten kan være med til at gøre det lettere at anvende dem i nutidens og fremtidens byggeri. I en konkret byggesag (Lidl) anvendte man præfabrikerede betonelementer beklædt med gennemskårne genbrugte mursten. Det betød, at byggeprocessen ikke blev påvirket af at der skulle anvendes mursten – endsige genbrugte mursten. Et andet eksempel er at indfarve murstenene så de får et mere ensartet udseende, hvilket giver mulighed for at bruge sten fra flere forskellige nedrivninger til samme byggesag.

##### **Viden og erfaring**

Kendskab til de problemer, der kan opstå ved genbrug af mursten og viden om hvordan de kan løses letter arbejdet. En entreprenør gav udtryk for, at processen ville være lettere næste gang.

#### 4.3.5 *Forbindelse mellem nedrivning og byggeprojekter*

Forbindelse mellem nedrivning og byggeprojekter er ikke et selvstændigt led i livscyklussen for genbrug af mursten, men omfatter flere faser på én gang. Det er her medtaget som et selvstændigt afsnit, fordi en del aktører har peget på, at der kan være muligheder i at skabe øget forbindelse mellem nedrivning og byggeprojekter. Afsnittet har derfor en anden opbygning og følger ikke strukturen med barrierer og muligheder, som ses i de øvrige afsnit.

Der er to yderpunktssituationer i forbindelsen mellem nedrivning og byggeprojekter. I det ene yderpunkt er stenene fra en nedrivning fra starten dedikeret til et nyt projekt, helst på samme grund, eller i nærheden. I det andet yderpunkt skaffer og behandler man sten uafhængigt af indkomne projekter, og er i princippet

---

lagerførende i de stenkvaliteter, som man har erfaring for at markedet efterspørger.

I den lille skala er der renoveringssager, hvor man banker nedrevne mursten rene i hånden og anvender dem på samme sag, i den store skala er store byggerier, hvor der indgår sten fra adskillige nedrivninger, som skaffes og renses gennem en længere periode.

En del af aktørerne peger på muligheden for at eliminere eller minimere transport, ved at oparbejde murstenene på nedrivningsstedet eller på byggepladsen. I praksis er der dog en del problemer forbundet med dette. Her kan nævnes pladsmangel, tidsforbrug og støv og støjgener for naboerne.

Leverandører af genbrugte mursten fungerer i sagens natur som et bindeled mellem nedrivning og genbrug af mursten, men der er også andre aktører der er aktive på dette felt. Her kan nævnes:

- Erik Lauritzen, en privat rådgiver, har det som en del af sit virke at rådgive om genanvendelse af materialer fra større nedrivninger. Han arbejder i den sammenhæng på at skabe forbindelse mellem nedrivninger med egnede mursten og byggeprojekter.
- Kommuner, for eksempel arbejder Københavns- og Skive Kommune aktivt for, at mursten går til genbrug i stedet for nedknusning.
- MiljøForum Fyn (MFF), der er en medlemsorganisation, der arbejder for at fremme sine medlemmers interesser ved at fremme miljøvenlighed og bæredygtighed. MFF er således i kontakt med et bredt felt af aktører, og har dermed mulighed for at skabe forbindelser mellem nedrivninger og nybyggerier

Der er forskellige holdninger til om en øget kobling mellem nedrivning og byggeprojekter vil øge mængden af genbrugte mursten. Der vil optræde en række barrierer. Eksempelvis peger Erik Lauritzen på, at et direkte match, hvor ejeren af en bygning til nedrivning forpligter sig til at levere stenene til en bygherre, som forpligter sig til at aftage dem betyder øget risiko og ansvar for begge parter. Endvidere vil det kræve mere arbejdstid at skabe dette match mellem nedrivning og byggesager.

Mulighederne ved at skabe en kobling mellem nedrivning og byggeprojekter kan give en bedre transport og bedre logistik. Endvidere peger andre på at det kunne bidrage til "den gode historie". Hvis der er forbindelse mellem nedrivning og byggeprojekt har man kendskab til den gode historie.

---

#### 4.3.6 **Finansiering og forsikring**

Der har ikke været nogen af de interviewede bygherrer eller arkitekter, der havde kendskab til eller oplevelsen af, at det var sværere at få finansiering til projekter med genbrugte mursten end til projekter med nye mursten.

Et forsikringselskab meddelte, at det ikke gjorde nogen forskel for dem om murstenene var nye eller genbrugte. Der var heller ikke nogen blandt bygherrer eller arkitekter, der havde oplevet at genbrugte mursten gjorde en forskel i forbindelse med forsikring.

### 4.3.7 Oversigtstabel

Med udgangspunkt i nærværende delrapport opsummeres de væsentligste barrierer og muligheder ved genbrug af mursten i de enkelte faser i murstenens livscyklus nedenfor.

<b>Faser</b>	<b>Barrierer</b>	<b>Muligheder</b>
<b>Fase 1 Nedrivning</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nedrivning til genbrug er en mere besværlig og tidskrævende proces og derved mere omkostningsfuld.</li><li>• Murbrokkerne bruges ofte aktivt til opfyldning ved nedrivning af ejendomme med kælderplan.</li><li>• Trange pladsvilkår på nedrivningspladen bevirker, at det er vanskeligt at frasortere de hele mursten til genbrug.</li><li>• Store transportafstande mellem nedrivning og oparbejdning, gør det ofte økonomisk urentabelt at sende stenene til oparbejdning.</li><li>• Manglende erfaring og viden hos nedriverne.</li><li>• Ved nedrivning i landzoneprægede kommuner har fokus været på antal nedrivninger – ikke genbrug.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Krav om anvendelse af andet fyldmateriale – eksempelvis sand - i kældre end nedknuste murbrokker, kan fremme genbrugsgraden samt fremtidssikre byggegrunden.</li><li>• Oparbejderne har mulighed for at tilbyde nedriverne nedknust fyldmateriale til afhentning ved aflevering af hele mursten.</li><li>• Flere oparbejdere på markedet, med større geografisk spredning, kan medføre kortere transportafstande og gøre at det oftere vil være økonomisk rentabelt at nedrive med fokus på genbrug.</li><li>• En højere salgspris for de afleverede sten vil muliggøre længere transportafstande.</li><li>• Skånsom nedrivning kan optimeres gennem implementeringen af nye arbejdsmetoder – herunder ved at pakke grabben ind i gummi, for derved ikke at skade murstenene ved håndtering.</li><li>• Viden- og erfaringsdeling blandt nedrivere og kommuner vil udbrede kendskabet til mulighederne for at genbruge mursten.</li></ul>
<b>Fase 2 Oparbejdning</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oparbejderne modtager kun en brøkdel af de nedrevne mursten, og kan derfor ikke leve op til efterspørgslen.</li><li>• Oparbejderne oplever, at der er en manglende tiltro til murstenenes tekniske ydeevne, grundet manglende CE-mærkning</li><li>• Der er en manglende viden omkring anvendelsesmulighederne for genbrugssten, og hvilken værdi de har.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Udviklingen af en maskine, der kan rense mursten muret op med cementmørtel, vil øge mængden af tilgængelige mursten til genbrug.</li><li>• Oparbejdningen kan finde sted direkte på nedrivningspladsen ved anvendelsen af et mobilt anlæg, hvis pladsen tillader det.</li><li>• Udviklingen af en mærkningsordningen, svarende til CE-mærkning eller en SBi anvisning vil styrke tiltroen til genbrugsmursten.</li><li>• Oplysning omkring mulighederne for genbrug af mursten, og anvendelsen heraf vil styrke markedet.</li></ul>

<p><b>Fase 3</b> Projektering</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekymringer omkring leverancesikkerhed kan betyde, at genbrugssten vælges fra.</li> <li>• Ved projektering af byggerier, hvor mursten er en del af den bærende konstruktion vælges genbrugssten oftest fra grundet manglende CE-mærkning.</li> <li>• Typehusfirmaerne pointerer at ønsket om ensartede byggematerialer udelukker genbrugssten.</li> <li>• Prisen på genbrugssten har en betydning for udvælgelsen af mursten til byggeriet.</li> <li>• Manglende viden omkring tilgængeligheden af genbrugte mursten betyder, at byggebranchen i stor udstrækning ikke tager stilling til, hvorvidt genbrugte mursten kunne anvendes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Æstetikken og den gode historie er den overvejende grund til, at arkitekter og bygherre vælger at anvende genbrugte mursten.</li> <li>• En stigende interesse for miljøet hos boligkøberne, og virksomheder og arkitekters ønske om at skabe en 'grøn' profil er med til at styrke markedet.</li> <li>• Ved sammenligning med fortrinsvis blødstrøgne mursten, der er væsentlig dyrere end maskinsten, kan genbrugssten være et billigere alternativ.</li> <li>• Udgivelse af en vejledning for projektering og anvendelse af genbrugssten i byggeriet, kan reducere de usikkerheder, der er forbundet hermed i projekteringen af et byggeri.</li> </ul>
<p><b>Fase 4</b> Byggefase</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genbrugsstenenes beskaffenhed betyder, at de ofte er mere tidskrævende at bygge med, hvilket medfører øgede omkostninger.</li> <li>• Det er nødvendigt at blande murstene ved opmuring, for at sikre et ensartet udtryk.</li> <li>• Mursten med højt gipsindhold kan slå mørkt igenem ved vandskuring.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udvikling af nye anvendelsesmuligheder og teknologier for genbrugte mursten, kan gøre anvendelsen lettere i dag og i fremtidens byggeri.</li> <li>• Indfarvning af murstenene, kan medføre et mere ensartet udtryk, hvorved det vil være muligt at anvende mursten fra forskellige nedrivninger i et enkelt byggeri.</li> <li>• Et kendskab til de problemer, der kan opstå ved anvendelsen af genbrugte mursten, samt hvordan de kan overkommes vil lette arbejdet i byggefasen.</li> <li>• Muligheden for at bringe rensede mursten direkte fra en nedrivningsplads til et nybyggeri, hvorved transporten minimeres.</li> <li>• Muligheden for at anvende mursten fra en nedrivning direkte på samme lokation, ved enten renovering eller nybyggeri.</li> <li>• Ingen beretter om alvorlige problemer i forbindelse med byggefasen.</li> </ul>

Tabel 3: Oversigt over væsentlige barrierer og muligheder for genbrug af mursten

---

#### 4.4 MULIGHED FOR GENBRUG AF ANDRE BYGGEMATERIALER

Alle respondenter er blevet spurgt om de kunne se andre byggematerialer, der potentielt kan genbruges. En respondent så det som en mulighed, at man ud over at se på de enkelte byggematerialer tager udgangspunkt i større nedrivninger. Så vil man få en større mængde ensartede byggekomponenter, der kan afsætte til konkrete byggeprojekter. Der blev også peget på, at når der er tale om små mængder, er det en bredere vifte af byggematerialer der kan genbruges, som det kendes fra Genbyg, men hvis der skal være tale om større mængder vil det være ganske få materialer, der vil kunne skabes et egentlig marked for.

Der blev hyppigst peget på følgende byggematerialer:

- Tagsten (tegl)
- Konstruktionstræ

Der peget på følgende byggematerialer af flere respondenter:

- Skifer tagsten
- Natursten

Og der blev også peget på følgende byggematerialer af enkelte respondenter:

- Døre og vinduer
- Trægulve
- Tagpap
- Beton

Mange af udfordringerne ved at genbruge mursten vil gå igen ved genbrug af andre materialer for eksempel.

- Det kan være problematisk at skaffe den mængde og kvalitet man skal bruge til en given sag
- Der mangler økonomisk incitament for nedriverne til at nedrive til genbrug
- Der kan være tvivl om hvorvidt materialerne indeholder miljø- eller sundhedsskadelige stoffer
- Hvis materialerne skal være bærende er det et problem at de ikke kan CE-mærkes, hvilket kan være tilfældet ved genbrug af konstruktionstræ og beton.

Nedenfor knyttes nogle bemærkninger til udvalgte materialer

##### 4.4.1 **Tagsten (Tegl)**

Der foregår en del genbrug af tagsten. Hvis de ikke er understrøgne er det ret uproblematisk at nedtage og genbruge tagsten. Nogle rådgivere er skeptiske overfor restlevetiden. Gamle Mursten fortalte, at de jævnligt bliver kontaktet af nogen, der gerne vil have dem til at aftage tagsten. De vælger dog at fokusere

---

på materialer, hvor de kan differentiere sig fra resten af markedet, og aftager derfor ikke f.eks. tagsten.

#### 4.4.2 **Konstruktionstræ**

Konstruktionstræ har som regel den fordel, at det ikke er malet eller overfladebehandlet og derfor sjældent indeholder miljø- eller sundhedsskadelige stoffer. Det er dog uklart om man kan bruge træet til bærende konstruktioner, da det ikke kan CE-mærkes. En arkitekt fortalte, at i projektet "Genbrugshus i Odense", der blev støttet af Miljøstyrelsen, havde man bygget vinduer af konstruktionstræet. På den måde brugte man træet uden at få problemer med dokumentation for bæreevne. I samme projekt havde man bygget køkkenlåger af gulvbrædder.

#### 4.4.3 **Skifertagsten**

Ifølge en entreprenør, er det almindelig praksis at skære kanten af skifertagplader og genbruge dem. En naturskiferplade består af 15-20 lag, hvilket betyder at det ofte kun er de øverste par lag og kanten rundt der er nedslidt.<sup>8</sup>

#### 4.4.4 **Døre og Vinduer**

Ældre/gamle døre og vinduer kan ikke leve op til de nuværende krav til isolering og tæthed. Desuden vil der ofte være malet eller overfladebehandlet med miljø- eller sundhedsskadelige stoffer. Såfremt døre og vinduer ikke indeholder sundhedsskadelige stoffer kan de dog anvendes ved renovering af sommerhuse, hvor det er økonomisk rentabelt, til indvendig brug eller ved brug i uopvarmede rum og bygninger.

#### 4.4.5 **Tagpap**

Traditionelt bliver tagpap affald bortskaffet ved deponering eller ved forbrænding. Det raffinerede olieprodukt bitumen, hvilket anvendes i produktionen af asfalt, udgør en stor bestanddel i tagpap. Der er derfor potentiale i at genanvende tagpap i produktionen af asfalt.

#### 4.4.6 **Beton**

Der er delte meninger om hvorvidt beton er egnet til genbrug. Beton udgør en stor andel af materialerne fra nedrivning, og det ville derfor være et potentielt stort marked, men der er ikke konkrete bud på, hvordan beton kan genbruges.

---

<sup>8</sup> Falk tag & facade: <http://falktag.dk/referencer/skifertag/bevarende-renovering>