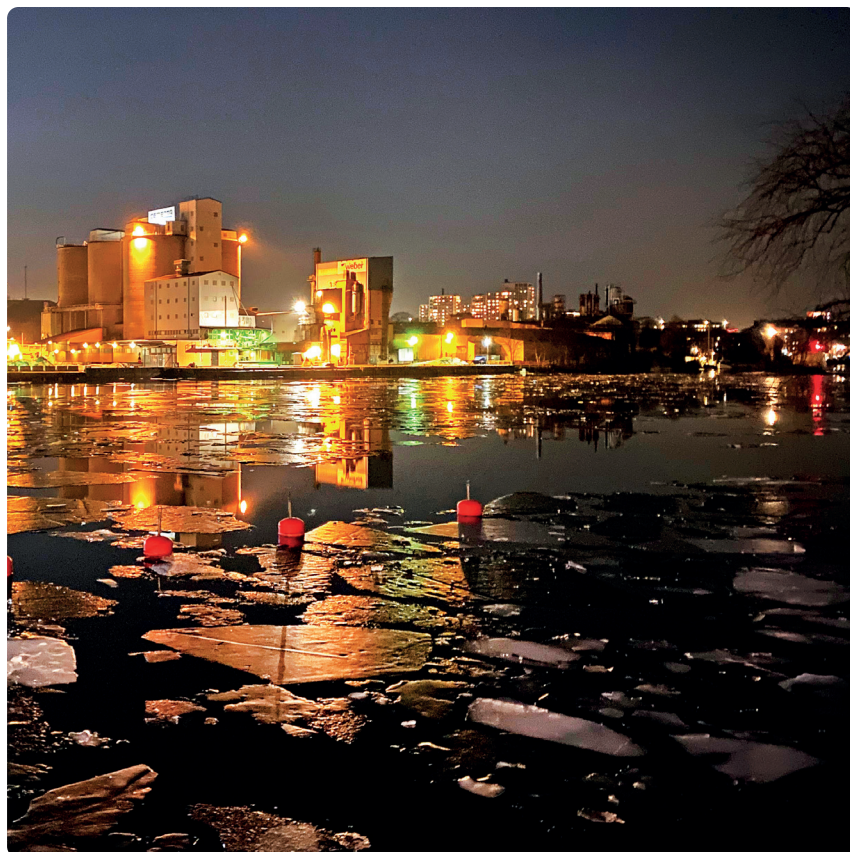
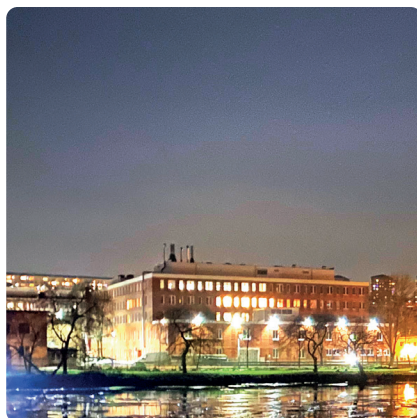


# Klimatneutral betong genom kravställning

Hinder och möjligheter

SIRJE PÄDAM, DANIEL BALIAN, STEFAN UPPENBERG  
OCH EVA WADSTRÖM

RAPPORT 6967 • FEBRUARI 2021



# Klimatneutral betong genom kravställning

Hinder och möjligheter

FÖRFATTARE: SIRJE PÄDAM, DANIEL BALIAN, STEFAN  
UPPENBERG OCH EVA WADSTRÖM

NATURVÅRDSVERKET

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6967-4

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2021

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2021

Omslag: Katarina Wärmark

# Förord

Rapporten presenterar resultatet av projektet ”*Klimatneutral betong genom kravställning – hinder och möjligheter*”. Projektets syfte har varit att belysa hinder för klimatförbättrad och klimatneutral betongs erbjudande på marknaden. Av särskilt intresse har varit att undersöka hinder och möjliga lösningar för att få till transformativa förändringar på systemnivå snarare än åtgärder för inkrementella förbättringar på projektnivå. Detta i syfte att möjliggöra klimatneutral betong. Projektets resultat kan användas som underlag för tjänstepersoner som arbetar med industrins omställning eller offentliga aktörer som indirekt eller direkt upphandlar betong.

Rapporten är författad av Sirje Pädam, Daniel Balian, Stefan Uppenbergs och Eva Wadström på WSP på uppdrag av Naturvårdsverket. Författarna ansvarar för rapportens innehåll.

Naturvårdsverket december 2020  
Anna-Karin Nyström, chef Klimatmålsenheten

# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	<b>3</b>
<b>1 SAMMANFATTNING</b>	<b>6</b>
<b>2 SUMMARY</b>	<b>9</b>
<b>3 INLEDNING</b>	<b>12</b>
3.1 Bakgrund	12
3.2 Syfte	12
3.3 Metod	13
3.4 Läsanvisningar	15
<b>4 UTSLÄPP IDAG OCH I FRAMTIDEN</b>	<b>16</b>
4.1 Cement	16
4.2 Betong	16
4.3 Klimatförbättrad betong	17
4.4 Klimatneutral betong	20
4.5 Betongmarknaden	23
4.5.1 Tillgång till bindemedel	24
4.5.2 Möjliga volymer klimatneutral betong	25
<b>5 HINDERANALYS</b>	<b>27</b>
5.1 Förutsättningar och metod	27
5.2 Hinder	27
5.2.1 Tekniska krav	27
5.2.2 Tidsaspekt	28
5.2.3 Informationsbrist	29
5.2.4 Kommunikationsbrist	29
5.2.5 Komplexitet	30
5.2.6 Miljölagstiftning	31
5.2.7 Kostnader	31
5.2.8 Acceptans	33
5.3 Relevans för klimatneutral betong	33
5.3.1 Osäkerhet om tillgång till kapital	34
5.3.2 Finns tillräcklig efterfrågan på klimatneutral betong?	34
5.3.3 Osäkerhet om transporter och lagring	34

<b>6</b>	<b>MÖJLIGHETER TILL LÖSNINGAR</b>	<b>35</b>
6.1	Förutsättningar och metod	35
6.2	Lösningar för att få till CCS	35
6.2.1	Finansiering	35
6.2.2	Andra förslag	37
6.3	Lösningar för alternativa bindemedel	38
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>41</b>
	<b>KÄLLFÖRTECKNING</b>	<b>42</b>
	<b>APPENDIX: INTERVJUFRÅGOR</b>	<b>45</b>
	Erfarenhet av climateffektivisering/klimatkrav	45
	Uppfyllelse av klimatkrav	46
	Erfarenhet/drivkrafter för klimatneutral betong (investeringar i CCS-teknik)	46
	Hinder för klimatneutral betong	46
	Kravställning för klimatneutral betong	47

# 1 Sammanfattning

Sverige har ett långsiktigt klimatmål om att nettoutsläppen av växthusgaser till atmosfären ska vara noll senast år 2045. Bygg- och anläggningssektorn står för åtta procent av Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser. Byggandet har en betydande påverkan på utsläppen i flera andra sektorer däribland cement och betong.

WSP har haft i uppdrag av Naturvårdsverket att belysa hinder för att klimatförbättrad och klimatneutral betong erbjuds på marknaden. Av särskilt intresse har varit att undersöka hinder och möjliga lösningar för att få till transformativa förändringar på systemnivå snarare än åtgärder för inkrementella förbättringar på projektnivå. Detta i syfte att möjliggöra klimatneutral betong. Då teknikerna för klimatneutral betong fortfarande genomgår pilotförsök är det även av intresse att studera vilka tidsramar som är troliga utifrån materialleverantörernas förutsättningar att få teknikerna på plats.

Genom intervjuer med branschaktörer, insamling av information från tidigare och pågående forskningsprojekt samt litteraturstudier har uppdraget sökt svar på ett antal frågor.

*Hur kan krav driva på utvecklingen av klimatneutral betong?*

Leverantörer av betong och bindemedelstillverkare har långsiktiga mål som styrs av fler omständigheter än krav i projekt. I intervjuer har exempelvis faktorer som branschens färdplan och Sveriges Klimatlag lyfts som exempel.

Tidigare studier har kommit fram till att klimatkrav haft en begränsad påverkan på materialleverantörer. Under arbetets gång har det emellertid framkommit att branschen inom en snar framtid kommer att leverera betong som innehåller 20–30 procent alternativa bindemedel, vilket gäller all betong.

Samtidigt som klimatförbättrad betong inom en snar framtid kommer att täcka hela marknaden dröjer det fortfarande innan klimatneutral betong blir tillgänglig. Alternativa bindemedel tillsammans med exempelvis övergång till alternativa bränslen i cementugnarna och optimerade betongrecept bedöms kunna bidra till att göra det möjligt att minska utsläppen från betong med cirka 40 procent. Ska det vara möjligt att komma längre räcker det inte med kravställning i projekt.

*Vad är viktigt för att komma längre?*

För att komma längre kommer det att krävas klimatneutral betong och den kan bara åstadkommas genom att avskilja och lagra koldioxid genom CCS-teknik. CCS är en förkortning av Carbon Capture and Storage. Det finns flera CCS-tekniker, som

kan avskilja koldioxidutsläpp i olika hög grad och som skiljer sig i teknisk mognad. Den CCS-teknik som är mogen för storskalig introduktion fångar in 50 procent av utsläppen av koldioxid. Den första fullskaleanläggningen beräknas stå färdig 2024 i Brevik i Norge. Förverkligande av en motsvarande anläggning i Sverige är i hög grad beroende av möjligheter till finansiering. För en anläggning som investerar i dagens CCS-teknik går det inte bara att bygga på med framtida bättre CCS-teknik. Högre upptag förutsätter andra processer, vilket kräver stora nyinvesteringar. Tekniker för att nå högre upptag har testats på pilotnivå, men är inte mogna än. För att de ska kunna introduceras till 2045 behövs fortsatt arbete med att utveckla dem. Tidsperspektivet för när framtida CCS-teknikerna blir tillgängliga är till stor del kopplad till investeringsvilja och möjligheter till finansiering.

Behovet av alternativa bindemedel kommer att kvarstå även när CCS introducerats, dels för att minska utsläppen av koldioxid från användningen av bindemedel, dels därför att man över tid behöver minska mängderna koldioxid som behöver lagras. Därutöver används alternativa bindemedel av många andra skäl än för att minska utsläpp av växthusgaser. De behövs för funktionella ändamål och är för vissa miljöer nödvändiga för att klara beständighetskrav.

Behovet att använda alternativa bindemedel kommer vara fortsatt stort i framtiden och det kan uppstå brist på dem. Det är därför viktigt att se över möjligheterna att använda ytterligare andra material. För att säkra tillgången behöver man arbeta på bred front. Standarder som styr byggande och tekniska specifikationer behöver omarbetas för att förbereda för andra alternativa bindemedel än slagg och flygaska. Användning av kalcinerade leror kommer att kräva att det finns brytning av dem. Idag ses utdragna tillståndsprovningar som hinder.

#### *Vilka möjligheter finns för att driva på utvecklingen?*

Ett hinder för CCS som har uppmärksamats är att tillgången till kapital är begränsad. Inrättande av en *Grön omställningsfond* redan innan CCS finns, har förts fram som lösning. Den gröna omställningsfonden innebär att köpare av cement och betong förbinder sig att betala ett påslag som samlas i en fond som kan användas för att exempelvis låna ut till cementindustri.

*Gröna obligationer* och *Omställningsobligationer* har nämnts som andra möjligheter, men här har basindustrin en nackdel eftersom kreditgivare är känsliga för risken för "greenwash". För att komma i fråga för gröna obligationer och krediter, behöver cement- och betongindustrin kunna kommunicera att den är viktig för såväl samhällets som närliggande branschens omställning och klimatanpassning - och göra det på ett sätt som är trovärdigt, förstäligt och relevant för finanssektorn. Bank- och finanssektorn vill idag se stor transparens i ESG-frågor (Environmental, Social, Governance). Eftersom CCS innebär en stor investering med lång avskrivningstid på minst 10 år, behöver obligationerna ha motsvarande löptid, men 10 år är betydligt längre än för andra lån som finansieras



av obligationer. Genom den långa tidsperioden finns en osäkerhet som eventuellt skulle kunna täckas av en statlig garanti.

För att komma ifråga för lån behöver det även finnas säkerhet om den framtida efterfrågan på den dyrare produkten. De räkneexempel som tagits fram antyder att efterfrågan i enstaka projekt inte räcker långt. I intervjuerna har det uttryckts att om de stora offentliga aktörerna, exempelvis Trafikverket, Boverket och de tre-fyra största kommunerna skulle efterfråga klimatneutral betong kan det räcka. Ett sätt att få till en offentlig efterfrågan kan vara att konkretisera skrivningarna i LOU så att de i större grad liknar de norska och därmed föreskriver att offentliga aktörer alltid ska välja klimatbästa alternativ. Tydligare krav kan också bidra till att minska risken för koldioxidläckage genom att det blir svårare att runda regelverk för cement- och betongköpare som importerar billigare, icke-klimatförbättrad, cement istället för klimatneutral.

Något som är osäkert är framtiden för lagringsmöjligheterna i utvecklingen av CCS i Sverige. Som det ser ut i dagsläget finns det inga planer på att upprätta nationella lagringsfaciliteter, tanken är istället att allt ska skeppas till Norge. Att koldioxiden måste exporteras är en osäkerhet. Om branschen inte kan vara helt säker på att man kommer att kunna göra sig av med koldioxiden efter avskiljning minskar investeringsviljan.

## 2 Summary

The long-term target for Sweden is zero net greenhouse gas emissions by 2045. The construction sector accounts for eight percent of Sweden's territorial emissions of greenhouse gases. Construction has a significant impact on emissions in several other sectors, including cement and concrete.

WSP has been commissioned by the Swedish Environmental Protection Agency to highlight obstacles to climate-improved and climate-neutral concrete being offered on the market. It has been of particular interest to examine obstacles and possible solutions, which could support transformative changes at the system level in order to enable climate-neutral concrete, rather than measures providing incremental improvements. As the technical solutions of climate-neutral concrete are still in the phase of pilot trials, it is also of interest to study potential time frames based on the conditions of implementing the technical solutions by the material suppliers.

Through interviews with industry representatives, information collection from previous and ongoing research projects and literature studies, the assignment has sought answers to a number of questions.

*How can climate requirements push the development of climate-neutral concrete?*

Suppliers of concrete and binder manufacturers have long-term goals that are governed by additional circumstances than requirements in projects. In interviews, factors such as the industry's roadmap and the Swedish Climate Act have been highlighted as examples.

Previous studies have concluded that climate requirements have had a limited impact on material suppliers. When conducting this study, it has become evident that in near future, the industry will supply concrete that contains 20–30 percent alternative binders, which applies to all concrete.

While climate-improved concrete will cover the entire market in near future, it will take more time until climate-neutral concrete becomes available. Alternative binders together with, for example, the transition to alternative fuels in the cement kilns and optimized concrete recipes may contribute to emission abatement from concrete by approximately 40 percent. To push developments further, climate requirements in projects are not enough.

*What factors are important to push developments further?*

To reach further, climate-neutral concrete will be needed, and this can only be achieved by capturing and storing carbon dioxide through CCS technologies. CCS is an abbreviation of Carbon Capture and Storage. There are several CCS

technologies, which abate carbon dioxide emissions at varying degree, and differ in technical maturity. The CCS technology that is close to large-scale introduction captures 50 percent of the carbon dioxide emissions from the cement plant. The first full-scale cement factory CCS is expected to be completed in 2024 in Brevik, Norway. Realization of a similar facility in Sweden is highly dependent on access to financing. For a plant that invests in today's CCS technology, it is not possible to add future better CCS technology. Higher uptake presupposes other processes, which require large new investments. Techniques for achieving higher uptake have been tested in pilots but are not yet mature. In order to be introduced by 2045, further development is needed. The time perspective for future CCS technologies is largely linked to the willingness to invest and the access to financing opportunities.

There will be a need for alternative binders also when CCS has been introduced, partly to reduce carbon dioxide emissions from the use of binders, and partly to reduce the amounts of carbon dioxide to be stored. In addition, alternative binders are used for many reasons other than reducing greenhouse gas emissions. They are needed for functional purposes and are necessary in certain environments to meet durability requirements.

The demand for alternative binders will remain high in future and they may become scarce. It is therefore important to review the possibilities of using additional materials. To ensure supply, there is a need to work on a broad front. Standards governing construction and technical specifications need to be revised to prepare for alternative binders other than slag and fly ash. The use of calcined clays as alternative binders will require new mines. Today, lengthy permit processes are pointed out as obstacles.

#### *What opportunities are there to accelerate developments?*

One obstacle to CCS that has been brought up is the limited access to capital. Establishment of a Green Transformation Fund has been put forward as a solution. The Green Transformation Fund implies that buyers of cement and concrete agree to pay a surcharge, which is used for building up a fund that can be used to a designated purpose, for example, lending to the cement industry.

Green Bonds and Transformation Bonds have in interviews been mentioned as other possibilities, but the heavy industry has a disadvantage because lenders are sensitive to the risk of "greenwash". To be eligible for Green Bonds and credits, the cement and concrete industries need to communicate that they are key to society's and interlinked industries' transformation to zero-emission practices. Communication needs to be credible, understandable and relevant to the financial sector. Today the banking and finance sector expects significant transparency in ESG issues (Environmental, Social, Governance). Since CCS involves large investments with a long pay-back period of at least 10 years, the bonds should have a corresponding maturity, but 10 years is significantly longer than for other loans

financed by bonds. Due to the long period of time, there is uncertainty, potentially this could be alleviated if the Government issues guarantees.

To be eligible for a loan, there is also a need to secure future demand for a more costly product. The examples of calculation suggest that demand in individual construction projects do not reach far enough. In the interviews, it has been proposed that if the large public actors, such as the Swedish Transport Administration and the three to four largest municipalities, would commit themselves to demand climate-neutral concrete, demand might be large enough. One way of achieving sufficient public demand can be to clarify the phrasing in the public procurement act (LOU) by making it more similar to the Norwegian one, which prescribes that public actors must always choose the climate-best alternatives. Clearer requirements can also help reduce the risk of carbon dioxide leakage by making it more difficult to round regulations for cement and concrete buyers who otherwise might import cheaper, non-climate-improved, cement instead of climate-neutral.

Another uncertainty is the future of storage possibilities in the development of CCS in Sweden. At present, there are no plans to establish national storage facilities. The idea is instead that captured carbon dioxide will be shipped to Norway. The fact that carbon dioxide must be exported may make actors who have potential to capture emissions choose not to do so, because there is no guarantee that they will be able to get rid of the carbon dioxide after capture.

## 3 Inledning

Sverige har ett långsiktigt klimatmål om att nettoutsläppen av växthusgaser till atmosfären ska vara noll senast år 2045. Naturvårdsverket konstaterade i underlaget till regeringens Klimatpolitiska handlingsplan att det behövs ett högre koldioxidpris för att ställa om till klimatneutralitet, men att utsläppspriset ensamt inte räcker för att styra mot teknikskiften.<sup>1</sup>

### 3.1 Bakgrund

Bygg- och anläggningssektorn står för åtta procent av Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser.<sup>2</sup> Om man räknar med utsläpp i ett livscykelperspektiv står byggsektorn för cirka en fjärdedel av utsläppen av växthusgaser.<sup>3</sup> Byggandet har en betydande påverkan på utsläppen i flera andra sektorer, särskilt för cement- och stålproduktionen. Cement- och stålindustrin uppmärksammar att den osäkra efterfrågan på koldioxidsnåla produkter utgör ett hinder för investeringar i omställning och har bland annat lyft fram klimatkrav i offentlig upphandling som ett sätt att bidra till sådan efterfrågan. En utvärdering av Trafikverkets klimatkrav inom anläggningssektorn visade dock att klimatkraven hittills haft en begränsad påverkan på materialleverantörer.<sup>4</sup>

För att nå målet om nettonollutsläpp senast 2045 och därefter negativa utsläpp, är möjligheterna att avskilja, lagra och transportera koldioxid helt centrala (CCS Carbon Capture and Storage). Genom offentlig upphandling kan det finnas potential för att skapa den efterfrågan som krävs för att industrin ska våga införa transformativa åtgärder för utsläppsminskningar, som exempelvis CCS.<sup>5</sup>

Det finns flera CCS-tekniker för cementindustrin. De kan avskilja koldioxidutsläpp i olika hög grad, men skiljer sig i teknisk mognad. I rapporten används begreppet CCS för att allmänt beteckna CCS-teknikerna. När det gäller en specifik CCS-teknik förtydligas detta i texten.

### 3.2 Syfte

Ett av syftena med uppdraget är att belysa hinder för att klimatförbättrad och klimatneutral betong erbjuds på marknaden. Ett annat syfte är att undersöka hur klimatkrav kan utformas för att få till produktion av klimatförbättrad och

---

<sup>1</sup> (Naturvårdsverket, 2019).

<sup>2</sup> (Prop. 2019/20:65)

<sup>3</sup> (Karlsson, Toktarova, Rootzén, & Odenberger, 2020)

<sup>4</sup> (Nilsson, Balian, Gustafsson, Pädam, & Uppenbergs, 2019).

<sup>5</sup> (Naturvårdsverket, 2019)

klimatneutral betong. Av särskilt intresse är att undersöka hinder och möjliga lösningar för att få till transformativa förändringar på systemnivå snarare än åtgärder för inkrementella förbättringar på projektnivå. Detta i syfte att möjliggöra klimatneutral betong. Då teknikerna för klimatneutral betong fortfarande genomgår pilotförsök är det även av intresse att studera vilka tidsramar som är troliga utifrån materialleverantörernas förutsättningar att få teknikerna på plats.

### 3.3 Metod

För att uppfylla uppdragets syften samt besvara frågorna om hur klimatkrav påverkar materialproducenterna och hur krav bör formuleras för att driva på övergången till klimatneutral betong har information samlats in via intervjuer med branschaktörer, litteratur och i kontakter med det pågående forskningsprojektet BETCRETE. Intervjuerna har varit semistrukturerade och centrerade kring ett antal teman. Inför intervjuerna stämdes utkast till intervjuguide och förslag på respondenter av med Naturvårdsverket. De teman som ingått i intervjuguiden<sup>6</sup> har berört erfarenhet av klimatkrav, vilka drivkrafter respektive hinder som finns för att gå över till klimatneutral betong, hur identifierade hinder kan överbryggas och vilka volymer som behöver efterfrågas för en övergång till klimatneutral betong, hur kravställandet kan utvecklas och vilka andra styrmedel som behövs samt vilken roll alternativa bindemedel kommer att ha när en övergång skett till klimatneutral betong.

Mot bakgrund av att det under arbetets gång framkommit att hindren mot klimatneutral betong återfinns främst i tidiga skeden av värdekedjan och i mindre grad hos entreprenörer inom byggnadssektorn, har intervjuerna omfattat representanter för cement- och bindemedelstillverkare, betongleverantörer, forskare samt infrastrukturförvaltare i Sverige och Norge.

I analyserna används resultat från genomförda intervjuer samt underlag från pågående och tidigare forskningsprojekt. Exempelvis har uppdraget tagit del av preliminära resultat från den hinderanalys som genomförs inom ramen för forskningsprojektet Mistra Carbon Exit. Därutöver har de intervjuer som gjordes inom ramen för WSP:s tidigare genomförda projekt *Kontrollstation 2018*, som utfördes för Trafikverket, samt det internationella projektet *Impres*, som genomförts av WSP i samarbete med KTH, Lunds universitet och Skanska, bidragit till analysen.

---

6 Se Appendix: Intervjufrågor

I *Kontrollstation 2018* gjorde WSP en uppföljning av Trafikverkets klimatkrav och annan typ av styrning för minskad klimatpåverkan från byggande av infrastruktur.<sup>7</sup> I Sverige är Trafikverket en av de upphandlande myndigheter som aktivt arbetar för minskade klimatgasutsläpp i infrastrukturen. Myndigheten har beslutat kring målnivåer för reducerad klimatpåverkan från infrastrukturprojekt, vilka reflekteras som funktionella krav i entreprenörskontrakt på över 50 miljoner kronor. Entreprenören som ansvarar för projektets genomförande är den aktör som också ansvarar för att minimera projektets klimatgasutsläpp. Sedan WSP slutförde uppdraget 2019 har Trafikverket även infört klimatkrav för projekt under 50 miljoner kronor. Detta gäller armeringsstål, betong, cement, konstruktionsstål och drivmedel i investeringsprojekt under 50 miljoner samt alla underhållsentreprenader.<sup>8</sup>

*Impres*<sup>9</sup> är en internationell studie kring upphandlingskrav för klimatgasreducerande åtgärder i infrastrukturprojekt och dess effekter på det enskilda projektets leverantörskedja. Studien baseras på intervjuer genomförda i leverantörskedjor i Sverige, Storbritannien, Nederländerna, USA och Australien.

Mistra Carbon Exit är ett forskningsprogram som identifierar och analyserar de tekniska, ekonomiska och politiska möjligheterna och utmaningar som Sverige har för att nå sitt mål om nettonollutsläpp år 2045. Forskningsprogrammet är ett konsortium som förenar akademi, offentliga aktörer, ideella organisationer och privat näringsliv. En del av forskningen har fördjupat sig i nuläge och framtid för cement och betong, och har mynnat ut i två roadmaps som är relevanta för detta uppdrag, en för cementindustrin och en för hus- och transportinfrastruktur.<sup>10</sup>

Målet med BETCRETE är att samla cement- och betongbranscherna för att skapa samförstånd och enighet kring en gemensam implementeringsstrategi för att nå klimatneutralitet. Hösten 2020 har arbetet inom BETCRETE 2.0 startat, vilket syftar till att samordna arbetet med färdplanerna för cement och betongbranscher samt eliminera hinder för dess implementering.

---

<sup>7</sup> (Nilsson, Balian, Gustafsson, Pädam, & Uppenbergs, 2019)

<sup>8</sup> (Trafikverket, 2020)

<sup>9</sup> Impres - Implementation of Procurement Requirements for Sustainable Collaboration in Infrastructure Projects

<sup>10</sup> (Karlsson, Toktarova, Rootzén, & Odenberger, Technical Roadmap. Cement Industry, 2020) samt (Karlsson, Toktarova, Rootzén, & Odenberger, Technical Roadmap. Buildings and Transport Infrastructure, 2020)

## 3.4 Läsanvisningar

I nästa kapitel, kapitel 4, ges först en översikt av klimatpåverkan från cement och betong samt vilka möjligheter som finns att klimatförbättra betong och de tekniker som behöver vara på plats för att tillverka klimatneutral betong. Därefter belyser kapitel 4 betongmarknaden, vilka volymer av alternativa bindemedel som finns tillgängliga och ger exempel på möjliga volymer klimatneutral betong samt ställer det i relation till vad som används i enskilda projekt. I kapitel 5 redovisas en hinderanalys som täcker in en lång rad hinder för klimatförbättrad och klimatneutral betong. Efter detta beskriver kapitel 6 lösningar som kan möjliggöra klimatneutral betong och säkra tillgången på alternativa bindemedel. Kapitel 7 redovisar studiens slutsatser.



## 4 Utsläpp idag och i framtiden

### 4.1 Cement

Cement är en viktig beståndsdel i betong. Tillverkningsprocessen av cement ger upphov till stora utsläpp av koldioxid, både från sådan som funnits bunden i kalkstenen och från själva energianvändningen. Cementindustrin omfattas av handeln med utsläppsrätter (EU-ETS) och släpper i Sverige ut cirka 2,5 miljoner ton koldioxid, vilket motsvarar cirka 5 procent av Sveriges utsläpp av växthusgaser<sup>11</sup>.

Cement används som bindemedel i betong och murbruk och innehåller i huvudsak finmald kalksten, som bränts till cementklinker vid cirka 1 450 grader, och en mindre andel gips. Utsläppen från cementindustrin uppstår dels från förbränning av de bränslen som krävs för tillverkningen dels från kalcineringsprocessen där koldioxiden som finns bunden i kalkstenen avgår vid upphettning. Ungefär 60-65 procent av utsläppen härrör från kalcineringsprocessen och 35-40 procent från förbränningen av bränslen.<sup>12</sup>

### 4.2 Betong

Betong består typiskt av 80 procent bergmaterial (sand, sten eller grus), 6 procent vatten och cirka 14 procent cement.<sup>13</sup> Betongens utsläpp av koldioxid härrör nästan helt från produktionen av cement. Det finns flera hundra olika kvaliteter av betong och den som används i anläggningsbranschen har ofta ett högre innehåll av cement för längre hållbarhet. I Sverige används generellt sett en större andel klinker i jämförelse med resten av Europa, 86 procent jämfört med 73 procent, eftersom en mindre andel alternativa bindemedel används här. Det finns flera anledningar till detta, bland annat att standarder och normer historiskt sett varit mer restriktiva.<sup>14</sup>

Betongtillverkning sker mestadels så nära byggplatsen som möjligt och huvuddelen av tillverkning och produktion är också inhemsk. Viss import sker från Östeuropa, men tyngden och volymen på produkterna begränsar möjligheterna att importera.

---

<sup>11</sup> (Naturvårdsverket, 2020)

<sup>12</sup> (Svensk Betong, 2020)

<sup>13</sup> (Svenska Betongföreningen, u.d.)

<sup>14</sup> (Karlsson, Toktarova, Rootzén, & Odenberger, Technical Roadmap. Cement Industry, 2020)

## 4.3 Klimatförbättrad betong

För att minska koldioxidutsläppen från betongen är det viktigt att få ner utsläppen vid produktionen av cement. Detta mot bakgrund av att merparten av utsläppen sker vid cementtillverkning. Energieffektivisering, biobränslen och inblandning av flygaska eller finmald masugnsslagg<sup>15</sup> (GGBS – Ground Granulated Blast furnace Slag) kan minska utsläppen av växthusgaser från cementindustrin. På ungefär 10 års sikt kan minskningen från klimatförbättrad betong<sup>16</sup> uppgå till cirka 50 procent.<sup>17</sup>

Det finns ett flertal åtgärder för klimatförbättrad betong:

**Tabell 1 Åtgärder för klimatförbättrad betong**

<b>Alternativa bindemedel</b>	Slagg och flygaska kan användas som tillsatsmaterial i betong för att ersätta en andel av cementet. Det finns dock begränsad eller minskande tillgång till dessa material, då slagg och flygaska utgör biprodukter vid stål- respektive kolkraftsproduktion, där stålproduktionen är under transformation <sup>18</sup> och kolkraftsproduktionen under utfasning. Andra alternativa material kan vara avfallsströmmar, puzzolaner och kalcinerade leror. En del material finns i betydande volymer, men på ett begränsat antal platser geografiskt. <sup>19</sup>
<b>Receptoptimering</b>	Idag används mellan 20 och 30 procent mer cement i betongmixen än vad som krävs för att uppnå gällande standard. Detta beror bland annat på att betongproducenter överspecificerar cement och att man använder högre exponeringsklasser för betongen än vad situationen kräver. Enligt studier beror detta på att betongproducenter vill reducera risker och ha en felmarginal (på 20 procent) eller att de vill vara säkra på att betongen fortfarande har lämplig hållfasthet även med tillsats av okontrollerat mycket vatten vid

<sup>15</sup> (Svensk Betong, 2020)

<sup>16</sup> Enligt Svensk Betong är klimatförbättrad betong en betong där tillverkaren genom aktiv optimering av betongens sammansättning reducerat klimatpåverkan (Svensk Betong, 2019).

<sup>17</sup> (BETCRETE, 2020)

<sup>18</sup> Det råder osäkerhet om tillgång till slagg från stålproduktion med vätgasreduktion (HYBRIT). Respondenter har angett att det kommer genereras slagg och att den slaggen har högre kvalitet än från dagens masugnprocess, medan andra källor anger att det inte genereras slagg (Hybrit Development AB, 2020)

<sup>19</sup> (IEA, 2020)

	byggarbetsplatsen. <sup>20</sup> I Sverige har även allt snabbare byggprocesser lett till högre ställda torkbehov, exempelvis för olika golvbeklädnader. Att använda mer cement i betongen påskyndar torkprocessen. Det finns således potential att minska cementbehovet genom att förbättra byggproduktionsplaneringen och att optimera recept. <sup>21</sup>
<b>Operativa förbättringar</b>	Energieffektivisering är ett exempel på en operativ förbättring. Cementugnarna står för 90 procent av den totala energianvändningen. Genom avancerade analysverktyg kan man energioptimera förbränningen i cementugnarna. Ett exempel på detta är en europeisk cementproducent, som har ökat sina bränslebesparingar med sex procent genom att använda självlärande modeller för att optimera sin förbränning i cementugnen. <sup>22</sup>
<b>Alternativa bränslen i cementugnarna</b>	Alternativa bränslen som avfall och biomassa kan ersätta fossila. Precis som i fallet med flygaska och slagg finns det risk för en minskad tillgång till alternativa bränslen, då även andra sektorer förmodligen kommer att efterfråga dessa i högre grad än idag. De globala koldioxidutsläppen från cementproduktionen beräknas kunna minska med nio procent till 2050 om man i högre utsträckning går över till alternativa bränslen. <sup>23</sup>
<b>Karbonatisering av betong</b>	Under livscykeln absorberas naturligt mellan 10-30 procent av utsläppen från kalcineringsprocessen under 50-100 år. <sup>24</sup> Betongbranschen ser potentialer att öka karbonatiseringen genom hantering av betong vid rivning och återvinning.
<b>Cirkularitetsåtgärder och alternativa material</b>	Genom att återanvända material, såsom asfalt och betong, och ersätta betong som byggnadsmaterial med exempelvis trä, kan koldioxidutsläpp (och ofta även kostnader) minskas. <sup>25</sup>

<sup>20</sup> (Favier, De Wolf, Scrivener, & Habert, 2018)

<sup>21</sup> (Karlsson, Toktarova, Rootzén, & Odenberger, Technical Roadmap. Cement Industry, 2020)

<sup>22</sup> (Czigler, Reiter, Schultze, & Somers, 2020)

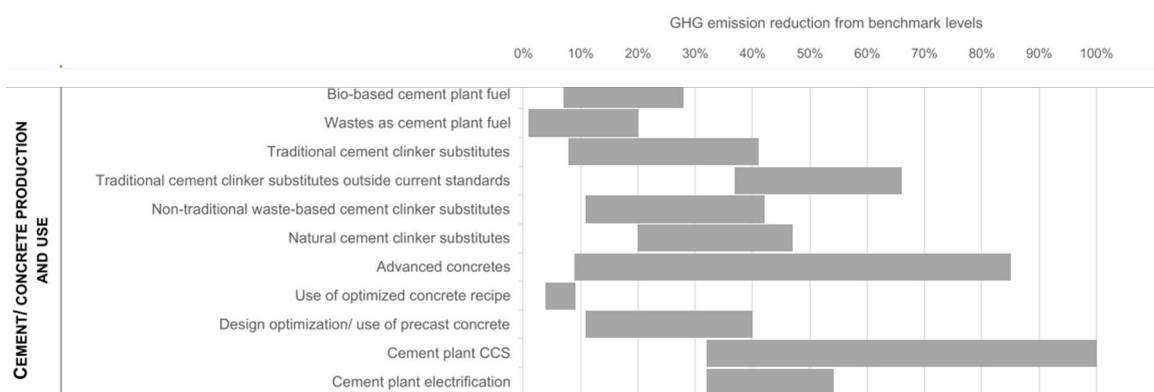
<sup>23</sup> (Czigler, Reiter, Schultze, & Somers, 2020)

<sup>24</sup> (IEA, 2020)

<sup>25</sup> (Karlsson, Toktarova, Rootzén, & Odenberger, Technical Roadmap. Buildings and Transport Infrastructure, 2020)

<b>Förbättrade transporter</b>	Transporterna står idag för omkring 5 till 8 procent av koldioxidutsläppen från betongtillverkningen i Sverige. En övergång till fossilfria drivmedel och modernare fordonsflotta pågår. <sup>26</sup>
<b>Andra tillvägagångssätt</b>	Prefab och BIM (Building Information Technology) är också exempel på hur man kan minska klimatpåverkan, den senare genom att visualisera produkter digitalt, utvärdera material samt effektivisera och optimera byggprocessen. Prefab kan minska materialspill och det avfall som skapas kan hanteras och återvinnas på ett bättre sätt än vid traditionella byggmetoder. <sup>27</sup>

Baserat på en fallstudie av Väg 44 har Karlsson med flera<sup>28</sup> gått igenom en stor mängd åtgärder som kan minska utsläppen med befintliga åtgärder och kända framtida teknologier. Författarna har genomfört utsläppsberäkningar för respektive åtgärd och för den samlade effekten. När det gäller betong visar beräkningarna att det är möjligt att minska utsläppen med cirka 40 procent. För att komma längre krävs emellertid klimatneutral betong och det kan bara åstadkommas med CCS-teknik, se Figur 1.



Figur 1. Tornado-graf som visar möjliga utsläppsminskningar från cement och betong<sup>29</sup>

<sup>26</sup> (Svensk Betong, 2017)

<sup>27</sup> (Svensk Betong, 2020)

<sup>28</sup> (Karlsson, Rootzén, & Johnsson, 2020)

<sup>29</sup> (Karlsson, Rootzén, & Johnsson, 2020)

## 4.4 Klimatneutral betong

För att nå klimatneutral betong krävs mer långtgående förändringar än bara klimatförbättrande åtgärder och effektivisering. Klimatneutral betong kan endast nås genom koldioxidavskiljning och lagring (CCS). Koldioxidavskiljning sker vid produktionsprocessen av cementen och därefter transporteras koldioxiden till lagringsplatsen som kan vara i berggrunden eller i tidigare oljefält.

Syftet med detta avsnitt är att ge en översikt av CCS-tekniker för cementindustrin. Det finns två huvudalternativ när det gäller CCS för cementindustrin. Koldioxid kan antingen fångas upp efter att ha genererats i cementugnen (post combustion capture technologies) eller renas från ugnens rökgaser genom att förbränna med hjälp av syre istället för luft (oxy-fuel capture technologies).<sup>30</sup> Tekniker för avskiljning efter förbränning (post combustion) kräver inte grundläggande modifieringar av cementugnar och kan tillämpas på befintliga anläggningar förutsatt att det finns tillräckligt med fysiskt utrymme på platsen. Avskiljningen är energikrävande, vilket leder till att man främst vill använda restvärme från anläggningen. För att öka avskiljningen skulle det krävas tillförsel av extern energi. Oxy-fuel tekniken kräver i princip en ny anläggning samt en luftseparationsenhet för produktion av syre.<sup>31</sup>

Det pågår flera pilotprojekt kring CCS runt om i världen. Ett exempel är det norska Langskipprojektet. Den norska staten har tillsammans med energibolag, Norcem (del av HeidelbergCement) och Fortum Oslo varme initierat ett projekt där koldioxid från cement och avfallsindustrin avskiljs och sedan transporteras i flytande form för att lagras i tidigare oljefält på Nordsjöns botten.

Langskipprojektet ska bygga upp ett nätverk för CCS i Norge, som även kan nyttjas internationellt. Projektet, med både avskiljning, transport och lagring, planeras att vara i drift 2024. Norcem Brevik kan i och med detta bli världens första cementfabrik utrustad med koldioxidavskiljning. Anläggningen producerar årligen cirka 1,2 miljoner ton cement. Produktionsmängden innebär att det finns tillräckligt med restvärme för att fånga upp i storleksordningen 0,4 miljoner ton koldioxid varje år, vilket motsvarar ungefär 50 procent av anläggningens koldioxidutsläpp.<sup>32</sup> Enligt intervjuerna i denna studie uppgår investeringskostnaden i anläggningen till 4 miljarder norska kronor och delfinansieras av den norska staten.

---

<sup>30</sup> Det finns även pre-combustion CCS-teknologi, men den teknologin kan inte fånga den stora mängden koldioxidutsläpp som härrör från nedbrytningsprocessen av kalksten (An, Middleton, & Li, 2019).

<sup>31</sup> (Karlsson, Toktarova, Rootzén, & Odenberger, 2020)

<sup>32</sup> (CCS Norway, 2020)

Tabell 2 CCS-teknologi och status för cementproduktion. Anpassad efter (IEA, 2020)

Teknologi	Tillgänglighet & betydelse för nettonollutsläpp	Metod
<b>Kemisk absorption (partiell avskiljningsnivå, &lt;20%)</b>	Idag. Medium.	Genom att ”skrubba” rökgasen i en reaktor med en kemisk lösning (absorbent) kan man binda koldioxid vilket sedan frigörs i ett senare reaktorsteg. Adsorbenten kan vara till exempel en aminlösning (MEA) eller ammoniaklösning (CAP). <sup>33</sup> En kommersiell anläggning som avskiljer 15 procent av utsläppen (75 ktCO <sub>2</sub> /år) öppnade 2014 i Texas, USA. Tekniken bedöms vara mogen för kommersialisering i full skala. <sup>34</sup>
<b>Kemisk absorption (full avskiljningsnivå)</b>	2024. Mycket hög.	Samma som ovan. Norcemanläggningen är ett exempel. Ett annat exempel är Dalmia Cement i Indien, som ska genomföra en stor-skalig demonstrationsanläggning som ska avskilja 0,5 MtCO <sub>2</sub> /år. <sup>35</sup>
<b>Kalcium-looping</b>	2025. Mycket hög.	Tillämpas på rökgasströmmen ut från anläggningen, avskiljning efter förbränning. Genom en kemisk process bildas kalciumkarbonat, som sedan upphettas så att kalcinering sker, vilket delar upp kalciumkarbonatet i kalciumoxid och koldioxid. <sup>36</sup> Finns två metoder där processen är ett separat steg och en integrerad, där kalcineringen görs i cementugnen.
<b>Oxy-fuel</b>	2030. Hög.	Förbränning med hjälp av syre istället för luft. Framgångsrikt pilotförsök i Danmark. Processen att framställa

<sup>33</sup> (Johnsson & Kjærstad, Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige. Behov av forskning och demonstration., 2019)

<sup>34</sup> (IEA, 2020)

<sup>35</sup> (IEA, 2020)

<sup>36</sup> (Johnsson & Kjærstad, Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige. Behov av forskning och demonstration., 2019)

		syrgas i en luftseparationsanläggning kräver stora mängder el. <sup>37</sup>
<b>Ny fysisk adsorption (med kiseldioxid eller organisk-baserad adsorption)</b>	2035. Hög.	Fånga CO <sub>2</sub> med fasta adsorbenter. Pilotprojekt CO2MENT påbörjat i Kanada 2019. I början av 2020 tillkännagav också en grupp av företag en samarbetsstudie för att utvärdera möjligheter till en kommersiell anläggning (0,725 MtCO <sub>2</sub> /år) i Colorado, USA. <sup>38</sup>
<b>Direkt separering</b>	2030. Hög.	Fånga CO <sub>2</sub> direkt när den släpper vid upphettning av kalksten, genom att gaserna hålls separerade. 2019 genomförde LEILAC-projektet i Belgien ett framgångsrikt demonstrationsprojekt i pilotskala. Projektet satsar på fullskalig demonstration 2025. <sup>39</sup>
<b>Andra avskiljningsmetoder</b>	--- Medium.	Olika andra avskiljningstekniker kan användas på cement, inklusive membranseparation (MAL) och kryogenik. Vissa laboratorie- och småskaliga försök har ägt rum, men dessa tekniker är i relativt tidiga utvecklingsstadier.

Kemisk absorption med aminlösning (MEA) och kyld ammoniakprocess (CAP), samt membranseparation (MAL) är alla former av post-combustion teknologier. I tester har forskare visat att de ger mellan 64-78 procents avskiljning, medan Oxyfuel och Kalcium looping kan avskilja upp till 90 procent av koldioxiden<sup>40</sup>. Val av metod kommer att bero på förutsättningar som är områdes- och anläggningsspecifika, exempelvis tillgång till restvärme, ånga, kylvatten och omgivande elsystemsammansättning.<sup>41,42</sup>

<sup>37</sup> (Johnsson & Kjærstad, Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige. Behov av forskning och demonstration., 2019)

<sup>38</sup> (IEA, 2020)

<sup>39</sup> (IEA, 2020)

<sup>40</sup> (Voldsund, o.a., 2019)

<sup>41</sup> (Voldsund, o.a., 2019)

<sup>42</sup> Se Tabell 4 Kostnad för CCS-teknologi för en sammanfattning av kostnader per ton undvikta CO<sub>2</sub>

Frågan om vilken roll alternativa bindemedel kan komma att spela när CCS väl finns har diskuterats vid intervjuerna. Respondenterna har påpekat att alternativa bindemedel används av många andra skäl än för att minska utsläpp av växthusgaser. De behövs för funktionella ändamål och är för vissa miljöer nödvändiga för att klara beständighetskrav. De anger också att de behövs för att tillsammans med CCS-tekniken kunna bidra till klimatneutral betong. Dessutom behöver man över tid minska behovet av att lagra koldioxid. De utsläpp som inte går att avskilja genom CCS skulle kunna kompenseras med BECCS (avskiljning och lagring av koldioxid från biomassa).

## 4.5 Betongmarknaden

I Sverige produceras det drygt 500 000 m<sup>3</sup> betong per månad, enligt Betongindikatorn som tas fram av branschföreningen Svensk Betong.<sup>43</sup> Under ett år handlar det om cirka 6 miljoner m<sup>3</sup>. För att räkna om betong till vikt används faktorn 2,4, vilket ger en produktion på cirka 14,5 miljoner ton betong per år.

**Tabell 3 Tillverkad volym betong i Sverige, m<sup>3</sup> Källa: Svensk betong, betongindikatorn**

	“Infrastruktur”	“Hus”	Betong total
<b>2015</b>	1 252 000	3 889 000	5 141 000
<b>2016</b>	1 262 000	4 543 000	5 805 000
<b>2017</b>	1 326 000	4 861 000	6 187 000
<b>2018</b>	1 659 000	4 879 000	6 538 000
<b>2019</b>	1 596 000	4 625 000	6 221 000

Ungefär en fjärdedel av den producerade betongen används för infrastruktur (cirka 1,6 miljoner m<sup>3</sup>). Övrigt går till husbyggnad. Indelningen i infrastruktur och hus har gjorts av Svensk Betong, vilket sannolikt underskattar kategorin infrastruktur.<sup>44</sup> Exempelvis bedömer färdplanen för cement att cirka en tredjedel av all cement upphandlas indirekt av Trafikverket<sup>45</sup>. I en nyligen publicerad rapport bedömer IEA att globalt används ungefär hälften av all cement till byggnader och resterande till infrastruktur och energianläggningar.<sup>46</sup> Globala prognoser för framtida efterfrågan pekar på en viss ökning till 2050.<sup>47</sup>

<sup>43</sup> (Svensk Betong, 2020)

<sup>44</sup> Indelningen baseras på Svensk betongs klassning av medlemsföretagen, inte respektive aktörs andelar.

<sup>45</sup> (Färdplan cement, 2018)

<sup>46</sup> (IEA, 2020, s. 215)

<sup>47</sup> (Czigler, Reiter, Schultze, & Somers, 2020)



För husbyggnation är betongbranschens målsättning att betongen inom fem år ska nå en halverad klimatpåverkan, jämfört med den betong som användes år 1990. År 2030 ska klimatneutral betong finnas på marknaden och år 2045 ska all betong som används i Sverige vara klimatneutral. Svensk Betong bedömer att möjligheterna för betong för husbyggnation är en klimatförbättring genom optimering av sammansättning och tillverkning på cirka 40 procent, jämfört med en branschreferens som är vanlig idag. Anläggningssektorn bedöms kunna nå cirka 25 procent med samma metod.<sup>48</sup>

Anledningen till att anläggningssektorn inte kan nå lika hög klimatförbättring som husbyggnation är att anläggningskonstruktioner oftast behöver betong med högre hållfasthet vilket innebär högre cementinnehåll. De måste också tåla angrepp av frost, salt och sulfat samt alkalikiselsyraangrepp. Därför krävs en högre exponeringsklass för betong i anläggningssektorn jämfört med husbyggnadssektorn, vilket bland annat innebär speciella krav på bindemedlets sammansättning och begränsar mängden alternativa bindemedel som kan användas enligt de standarder och beskrivningsverk som används i branschen, främst cementstandarderna SS137003 och AMA Anläggning.

Trafikverket är den i särklass största beställaren av betong till anläggningar. I mindre projekt är kravnivån från betong 35 procent utsläppsreduktion för projekt som öppnar 2025-2029 jämfört med utgångsvärde representativt för 2015. Till 2030 har Trafikverket som målsättning att skärpa kraven på klimatpåverkan från större projekt till 50 procent reduktion jämfört med 2015 för att vara helt klimatneutral 2045. Dessa klimatambitioner genomsyrar numera Trafikverkets samlade investeringsverksamhet.<sup>49</sup>

#### **4.5.1 Tillgång till bindemedel**

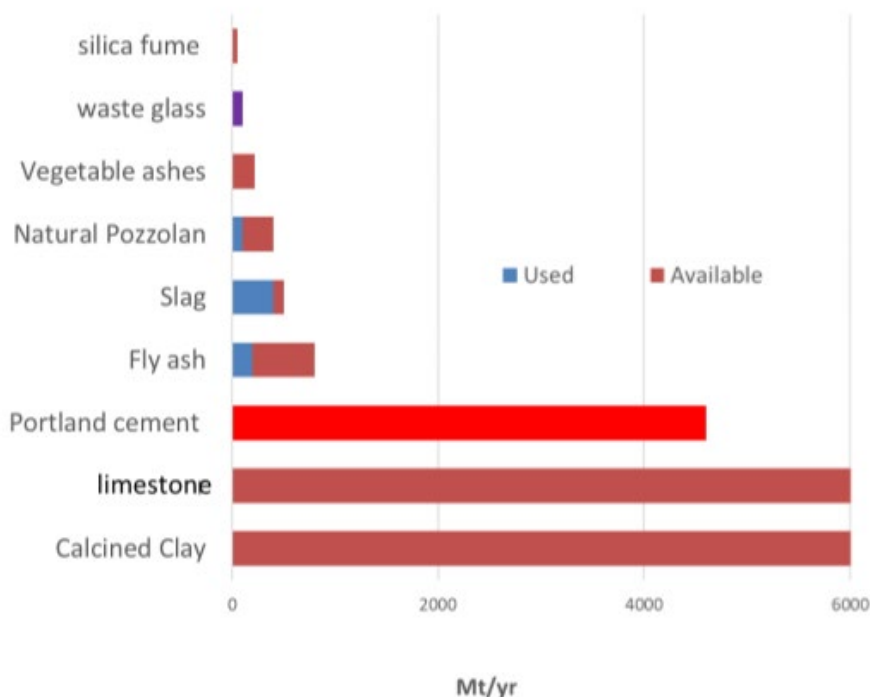
De reduktioner som kan nås idag är förknippade med bland annat tillgången till alternativa bindemedel. Som redan nämnts ovan är dock tillgången till alternativa bindemedel begränsad eller minskande, eftersom slagg och flygaska utgör biprodukter vid stål- respektive kolkraftsproduktion. I en genomgång av den globala tillgången framkommer att tillgången på flygaska och slagg är långt mindre än de volymer Portlandcement som används<sup>50</sup>, se figur nedan. Dessutom tas en stor del av dessa alternativa bindemedel redan i anspråk.

---

<sup>48</sup> (Svensk Betong, 2019)

<sup>49</sup> (Trafikverket, 2019)

<sup>50</sup> Volymförhållandet mellan cement och de alternativa bindemedlen förutsätts vara likvärdigt, enligt branschstandard för EPCC.



Figur 2. Den globala tillgången på bindemedel, miljoner ton per år<sup>51</sup>

Vidare går det att utläsa ur figuren att kalcinerade leror finns i tillräckliga mängder för att ersätta kalksten som bindemedel.

Idag används cirka 2,5 miljoner ton bindemedel per år i Sverige. I intervjuerna i denna studie bedömer en av respondenterna att tillgången på slagg producerad i Sverige för betongproduktion kommer uppgå till 100-200 tusen ton per år.

#### 4.5.2 Möjliga volymer klimatneutral betong

En övergång till CCS kommer att innebära en långtgående omställning. Om Cements produktion i Slite ställer om till CCS handlar det om cirka 2,1 miljoner ton klinker.<sup>52</sup> En sådan investering skulle volymmässigt innebära att den täcker cirka 85 procent av den årliga användningen av bindemedel i Sverige. Mot bakgrund av att produktionskostnaden stiger och att CCS-cementen bedöms kosta cirka 70-100 procent mer än dagens, behövs säkerhet om att marknaden kommer att efterfråga CCS-cement.

I ett av de större pågående projekten Förbifart Stockholm användes över 1 000 m<sup>3</sup> betong för att under en dag gjuta den största monoliten vid Kungens Kurva<sup>53</sup>. Med

<sup>51</sup> (BETCRETE, 2020)

<sup>52</sup> Cements har en årsproduktion på ca 2.8 miljoner ton cement i Sverige, varav 75 procent tillverkas i Slite. (Cementa, u.d.)

<sup>53</sup> (Trafikverket, 2019)

ett cementinnehåll på 15 procent innebär denna mängd cirka 360 ton cement. I Slitefabriken som producerar 7 000 ton cement per dygn motsvarar 360 ton cement produktionen under en timme och en kvart. Entreprenörer som omfattas av klimatkrav och har ett projekt klassas som stort kan efterfråga volymer under ett år som bara täcker 20 minuters produktion, enligt en av respondenterna i denna studie. Krav som ställs på enskilda projekt kan således vara för små för att materialleverantörerna ska kunna leverera specialbeställningar. För att driva på utvecklingen av klimatneutral betong behöver volymerna vara betydligt större.

Frågan är om ett framtida megaprojekt kan efterfråga tillräckliga mängder. De nya stambanorna för höghastighetståg bedöms efterfråga cirka 6,6 miljoner m<sup>3</sup> betong under byggtiden. Siffran är en grov uppskattning från pågående klimatkalkyler för *Nya stambanor* och bör tolkas med försiktighet, men är förmodligen representativ för storleksordningen. Om byggtiden sträcker sig över 10 år och efterfrågan på betong är jämnt utspridd över byggtiden handlar det om en årlig efterfrågan på 0,66 miljoner m<sup>3</sup> betong, vilket motsvarar cirka 1,6 miljoner ton. Omräknat med 15 procent cementinnehåll skulle det ge en efterfrågan på cirka 0,24 miljoner ton cement per år, vilket är cirka en femtedel av ovan nämnda 2,1 miljoner ton CCS-cement.

Räkneexemplen antyder att det behövs en betydande efterfrågan och den behöver komma från många aktörer för att matcha de volymer som det kan vara frågan om. I intervjuerna har det nämnts att de enda som kan styra det är Trafikverket och Boverket. Vidare har det uttryckts att om några av de stora offentliga aktörerna, exempelvis Trafikverket och de tre-fyra största kommunerna skulle efterfråga CCS cement kan det räcka en bra bit på vägen.

## 5 Hinderanalys

Hinderanalysen ämnar ge en god översikt över de hinder som föreligger för att bygg- och anläggningssektorn inte åstadkommit, samt har fortsatt svårighet att genomföra, klimatreducerande åtgärder hos materialproducenterna.

Hindren finns på systemnivå, marknadsnivå och projektnivå och består av faktorer som försvårar övergång till både klimatförbättrad- och klimatneutral betong.

I sista delen av kapitlet sammanfattas hinderanalysen genom en redogörelse för de faktorer som har mest bäring på arbetet att nå klimatneutral betong.

### 5.1 Förutsättningar och metod

Hinderanalysen utgår ifrån intervjuer som gjorts inom ramen för nuvarande projekt samt WSP:s tidigare genomförda projekt *Kontrollstation 2018*, som utfördes för Trafikverket, samt det internationella projektet *Impres*, som genomförts av WSP i samarbete med KTH, Lunds universitet och Skanska.

### 5.2 Hinder

Hinder i detta avsnitt utgör svårigheter för att åstadkomma både klimatförbättrad och klimatneutral betong. I nästa avsnitt, 5.3, följer en diskussion om hindrens relevans för klimatneutral betong.

#### 5.2.1 Tekniska krav

I *Kontrollstation 2018* menar de intervjuade entreprenörerna att tekniska krav, ofta i branschstandarder, upplevs som hinder för att reducera klimatgasutsläpp. Det antyds från flera håll att alternativa material har potential att reducera klimatgasutsläpp, men att det kräver acceptans i standarder som AMA<sup>54</sup> och hos upphandlande aktör. Materialleverantörerna menar samtidigt att det finns osäkerheter och risker förknippade med nya produkter och material. Även om nya versioner av AMA tillåter högre en inblandning bekräftar intervjuerna som genomförts inom ramen för detta projekt att tekniska standarder är ett hinder och för fram att andra alternativa bindemedel än flygaska och slagg saknas i nya versioner av AMA.

Trafikverket ställer, för vissa produkter och material, krav på att det ska finnas miljövarudeklarationer (EPD)<sup>55</sup> som visar utsläpp av klimatgaser under produktionsskede. Materialleverantörer som ofta justerar innehållet i produkter, särskilt betongleverantörer, menar att en EPD per recept blir för dyrt. Vissa

---

<sup>54</sup> AMA står för Allmän material- och arbetsbeskrivning.

<sup>55</sup> EPD står för Environmental Product Declaration.

materialleverantörer har också efter färdigställda EPD:er uppfattat det som svårt att nå upp till ställda utsläppskrav.

### 5.2.2 Tidsaspekt

I intervjuer i *Kontrollstation 2018* uppger kontaktade materialleverantörer att de i väldigt liten utsträckning påverkas av Trafikverkets klimatkrav på projekten, om det inte handlar om en riktad materielupphandling. Vissa materialleverantörer menar att klimateffektiva produkter finns tillgängliga men att entreprenörer sällan väljer att beställa dessa. En uppfattning hos de intervjuade är att det tar för lång tid för entreprenören att föra funktionella krav vidare i leverantörskedjan.

Ett hinder som nämns i *Impres*-studien är den extra tidsåtgång som rör funktionella projektkrav, det vill säga sådana krav som ger anbudsgivaren möjlighet att själv formulera hur de ska uppfylla en funktion, utan detaljerade specifikationer på tekniska lösningar, material eller processer som ska användas. Eftersom det tar tid för entreprenörer och andra leverantörer att utveckla sin kompetens och svara på nya krav är möjligheten till implementering begränsad.

En annan aspekt som *Kontrollstation 2018* visar är att reduktionskrav tar tid att sippa ner till en entreprenörs underleverantörer och materialleverantörer. Detta kan exempelvis vara en följd av långa ledtider, där kontrakt med underleverantörer som löper över flera år kan begränsa möjligheter till utveckling. Likt Sverige rapporterar även materialproducenterna i andra länder att de inte alls har påverkats av krav på klimatgasreduktion i infrastrukturprojekt. I *Impres*-rapporten tolkas resultatet som att den fulla potentialen för klimatgasreduktioner med nuvarande teknik inte uppnås genom att endast använda övergripande reduktionskrav i projekt. Inom ramen för detta projekt har det framkommit att branschen inom en snar framtid kommer att leverera betong med 20-30 procents inblandning av alternativa bindemedel. Detta genom en kombination av att Cements börjat byta ut den traditionella anläggningscementen (100% portlandcement) mot cementet Anläggningscement FA (innehåller ca 15% flygaska och 5% kalksten) i sina depåer längs kusten samt att Swecem bygger upp ett distributionsnät av slagg (GGBS). Båda dessa initiativ är något som har planerats under ca 10 års tid.

Vidare är ett hinder med branschstandarder att även om möjligheter, enligt gällande tekniska regelverk och tillgång till material och tekniker, finns redan idag så verkar det finnas en stor tröghet i branschen som fördröjer implementering. Så är fallet när det gäller betong, där nya versioner av regelverk (AMA Anläggning) har ändrats för att tillåta större mängder cementklinkersättning, men där äldre versioner av regelverk lever kvar i projekt under lång tid. Ett exempel på detta är Förbifart Stockholm, där det är AMA Anläggning 10<sup>56</sup> som används i entreprenaderna. Provningar och verifieringar av materialegenskaper på nya material förlänger också tiden för introduktion av nya betongvarianter på marknaden.

<sup>56</sup> Siffran 10 står för årtalet. I det här fallet 2010.

En hindrande faktor för klimatneutral betong är tidsramen för den forskning som krävs för CCS. Tekniken har diskuterats sedan tidigt 2000-tal, men utvecklingen har gått långsamt framåt och många projekt har stött på problem och lagts ned. I dagsläget spås CCS kommersialiseras i mitten av 2020-talet, och först 2030 få ett bredare genomslag.<sup>57</sup> Norge, med sin planerade CCS-anläggning i Norcems fabrik i Brevik, ligger i frontlinjen. Brevikanläggningen planeras att tas i bruk 2024.<sup>58</sup>

För Sveriges del är planen att ha en anläggning i drift 2030. Det betyder att det finns viss tid att ta lärdom av Norge. För att anläggningen ska vara i bruk 2030 behöver emellertid arbetena på cementanläggningen påbörjas i årsskiftet 2026/2027. Innan dess behöver teknikval göras.

Högre upptag av koldioxid förutsätter andra processer, vilket kräver stora nyinvesteringar. CCS-tekniker för att nå högre upptag, exempelvis Oxy-fuel och kemcyklisk förbränning, har testats på pilotnivå, men är inte mogna än. För att de ska kunna introduceras till 2045 behövs fortsatt arbete med att utveckla dem. Respondenter uppger att det kommer att ta tid för att CCS med högre upptag ska bli tillgänglig och att tiden för implementering påverkas av investeringsviljan och möjligheten att finansiera den här typen av projekt.

### 5.2.3 Informationsbrist

Ett hinder som framhålls i vissa intervjuer i *Kontrollstation 2018* är att erfarenheten av klimatarbete fortfarande är på en novisnivå. Det framförs dock en optimism om att klimatarbetet kommer att förändras till det bättre i nästa projektgeneration. Det är dock ett problem att projektledaren eller den som skriver anbud inte alltid är tillräckligt medveten om klimatarbete innan projektet sätter igång.

Att kraven på reduktioner inte förs vidare till leverantörerna leder också till att det inte går att säkerställa kostnadseffektivitet. En del av de intervjuade aktörerna i *Kontrollstation 2018* framhåller att erfarenheterna ännu är begränsade och att det kommer att ändras i nästa projektgeneration. Trots att problemet kan vara övergående, är det en svaghet att entreprenörerna inte överväger alla de potentiella alternativ för växthusgasminskningar som står till buds. Det kan förhålla sig så att leverantörernas åtgärder är bättre och på sikt billigare än de som entreprenaden har direkt rådighet över.

### 5.2.4 Kommunikationsbrist

Under de genomförda intervjuerna med konsulter och entreprenörer i *Kontrollstation 2018* nämns främst arbete med design och minskade materielmängder som klimatgasreducerande åtgärder, men det sker sällan

---

<sup>57</sup> (IEA, 2020)

<sup>58</sup> (Norcem, 2020)

kommunikation med materialleverantörer. Bristen på kommunikation är ett hinder både i anbudsfasen då kraven formuleras och i tidiga skeden av anläggningsbyggande. I design-fasen (projektering) inarbetar konsulter sällan annat än en hållfasthetsklass för betong för byggnadsverk även om man redan i det skedet skulle kunna styra mot klimatförbättrad betong och ge det som förutsättningar i beskrivningar i förfrågningsunderlag, förutsatt att det accepteras av beställaren. Men kunskapen om materialegenskaper är generellt sett för låg både hos konsulter och beställare så man tar inte den risken. Denna kunskapsbrist skulle kunna undanröjas genom mer dialog och närmare samarbete med entreprenörer och materialleverantörer.

### 5.2.5 Komplexitet

Slutsatser från *Kontrollstation 2018* är att brist på information, höga transaktionskostnader eller ekonomiska risker för att involvera fler parter är potentiella hinder som kan vara skäl till att man inte för vidare klimatkrav till leverantörerna.

*Impres*-studien visar också att incitament via avtal ofta är mer komplexa att utforma och implementera än parterna har förutsett. De kan få oönskade följd effekter och ibland tolkas som symboler, snarare än skarpa avtalsinstrument. Det är svårt att ställa krav på rätt nivå. Prestationskriterier eller incitamentsnivåer som är för låga kommer inte att motivera entreprenörer att fokusera tillräckligt på koldioxidreduktion om man ser att extra materialkostnader, tid eller andra transaktionskostnader överstiger det man får genom incitamentet. Det kan också vara svårt att förutse om man kommer klara av att få full bonus, eller tillräcklig bonus för att överstiga kostnader, om det är många olika saker som måste samverka för att nå dit. Till exempel flera olika klimatbesparande åtgärder i en entreprenad där klimatförbättrad betong kan vara en av dem. Incitament eller risker som är höga kan å andra sidan medföra att entreprenörer fokuserar på att maximera incitamentsresultatet genom kreativ redovisning vid fastställande av utgångslägen, beräkning och rapportering, snarare än på åtgärder för att minska klimatgasutsläpp.

Litteraturstudien genomförd i *Impres*-rapporten kring hållbar och grön offentlig upphandling (SPP/GPP), såväl som av innovationsupphandling, visar att det är ett komplext område, beroende av interaktion mellan krav på efterfrågesidan och utveckling på utbudssidan över längre tidsperioder. Höga ambitioner begränsas ofta av tillgången till produkter och tjänster på marknaden. Leverantörer med potential att tillhandahålla innovation visar emellertid också att bristen på interaktion och förståelse med de upphandlande organisationerna och överdefinierade krav i anbud utgör de största hindren för innovationsupphandling. Upphandling beskrivs av OECD (2016) som en pågående dialog mellan staten, ledande företag och inköpsenheter. De upphandlingar som förutsätter interaktion mellan flera parter riskerar att bli resultatlösa om dialogen brister.<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> (OECD, 2016)

*Impres*-studien påpekar att hur höga krav och ambitioner som kan ställas beror på leverantörernas kapacitet, beställarkompetens och stöd för interna upphandlingsenheter. För att driva innovation inom infrastrukturen anses aktörer med ett långsiktigt perspektiv som spänner över många projekt ha en betydande fördel. I intervjuerna i *Kontrollstations*-projektet uppger materialleverantörerna att de aktivt arbetar med produktutveckling, men de är också beroende av att det finns någon på beställarsidan som ställer krav. De förespråkar därför mer samverkan där de får komma in i tidigare skeden i projekten för att kunna vara med och diskutera möjliga lösningar.

### 5.2.6 Miljölagstiftning

Miljölagstiftning har nämnts i intervjuerna som genomförts inom ramen för detta projekt som ett hinder. Trots en relativt god global tillgång till kalcinerade leror är det inte självklart att dessa fyndigheter kommer att vara möjliga att nyttja som alternativt bindemedel. Att bryta lera i dagbrott är förenat med stor lokal miljöpåverkan, vilket sannolikt kommer att leda till problem vid tillståndsansökningar. I Sverige finns kaolin, en typ av lera, på några ställen i Skåne. Sedan 1980-talet har Svenska Kaolin velat bryta leran i Billinge i Eslövs kommun, men har 2019 slutligen fått nej på sin ansökan om miljötillstånd för ett dagbrott.<sup>60</sup>

### 5.2.7 Kostnader

CCS kräver betydande investeringar. Enligt Johnsson & Rootzén (2020) beräknas kostnaderna för olika CCS-teknologier vara i spannet 60–100 €/ton CO<sub>2</sub>.<sup>61</sup> Gardarsdottir et al. (2019) gör liknande estimeringar, där kostnaden för CCS ligger mellan €42,4 och €83,5 per undvikt kilo CO<sub>2</sub>, beroende på teknologi, se Tabell 4.<sup>62</sup> Oxyfuel-tekniken har högre investeringskostnader i anläggningen, men en lägre driftskostnad, vilket gör att den tekniken har det lägsta priset per undvikt ton CO<sub>2</sub>, €42,4.

---

<sup>60</sup> (Naturvårdsverket, 2020)

<sup>61</sup> (Johnsson & Rootzén, A transformation fund for financing high-cost measures for deep emission cuts in the construction industry, 2020)

<sup>62</sup> (Gardarsdottir, o.a., 2019) € uttryckt i 2014 års värde.



**Tabell 4 Kostnad för CCS-teknologi**

	MEA absorption*	Oxyfuel	Chilled ammonia process (CAP)*	Membrane- assisted CO <sub>2</sub> liquefaction (MAL)*	Kalcium- looping (slutdel)*	Kalcium- looping (integrerad) *
<b>Kostnad för CO<sub>2</sub>- undvikande (€/t<sub>CO2</sub>)</b>	80,2	42,4	66,2	83,5	52,4	58,6

\*Post combustionteknologi

Ett hinder för CCS som har uppmärksammats i intervjuerna är att tillgången till kapital är begränsad. Det kan handla om att investeringen behöver ha en längre återbetalningsperiod. Om det i andra sammanhang krävs en återbetalningstid för en investering på exempelvis 4–5 år kan det behövas en på 10 år eller mer. De finansiella marknaderna är inte vana vid att bedöma projekt med en så pass lång återbetalningstid, vilket kan resultera i att företag inte erbjuds lån till rådande marknadsränta eller utestängs från att låna pengar till investeringar.

Gröna obligationer har nämnts som ett alternativ, men här finns andra frågor. När det gäller gröna obligationer har basindustrin en nackdel eftersom kreditgivare är tveksamma om att investera i projekt som framställs som gröna, men som inte är det. För att komma i fråga måste sektorn kunna kommunicera att den är viktig för omställningen på ett sätt som är relevant för finanssektorn. Bank- och finanssektorn vill idag se stor transparens i ESG-frågor (Environmental, Social, Governance). Omställningen har hittills varit ensidigt inriktad på klimatfrågan (endast E i ESG). Det kan vara svårt att visa transparens, dels eftersom det tar flera år innan investeringen visar resultat, dels eftersom CCS kräver att logistikkedjan med transport och lagring ska fungera. Något som ligger utanför industrins direkta kontroll.

Den totala kostnaden för avskiljning, transport och lagring för Norcems anläggning i Brevik bedöms till 11,2 miljarder norska kronor. Vid projektets start förväntades den norska staten stå för ungefär 90 procent av kostnaden för avskiljningen<sup>63</sup>, som bedöms uppgå till cirka 4 miljarder norska kronor. Den norska regeringen har föreslagit att projektet ska ges stöd. Stortinget förväntas ta ett beslut i finansieringsfrågan i december 2020.<sup>64</sup>

Den CCS-teknik som är tekniskt mogen för att implementeras i full skala idag bedöms bidra med 50 procents minskning av växthusgaser vid cementproduktionen

<sup>63</sup> (Nohrstedt, 2016)

<sup>64</sup> (Norcem, 2020)

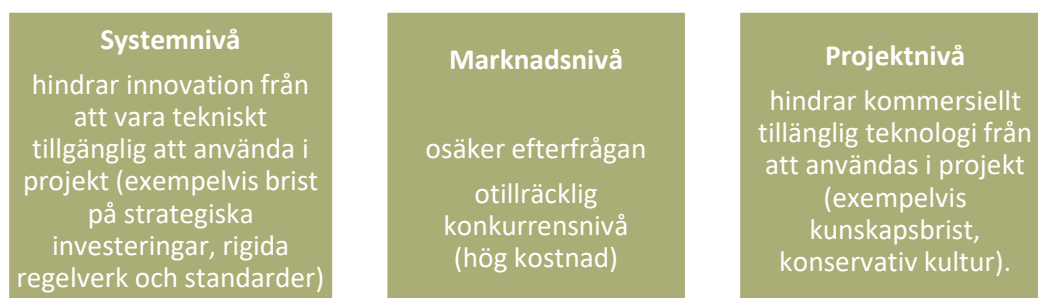
och innebär stora investeringar i anläggningarna. De årliga utsläppen av fossil koldioxid bedöms minska från 800 000 ton till 400 000 ton. När det väl utvecklas CCS-lösningar för fullskalig implementering som kan avskilja mer koldioxid, upp till 90 procent, är det en risk att det blir en inlåsnings-effekt för de anläggningar som redan har en äldre teknik installerad. Detta eftersom det inte går att utöka den befintliga på ett enkelt eller resurseffektivt sätt, och det krävs helt nya installationer för att använda ny teknik.

### 5.2.8 Acceptans

Flertalet av de internationella CCS-projekt som har lagts ned i Europa har fallerat på grund av lokal opposition. Här tros också bristande kommunikation mellan projektägare och lokalbefolkning ha spelat in, samt att lagringen i dessa projekt skulle ske i landbaserade reservoarer. Detta trots att det i de aktuella länderna finns underjordiska lager för naturgas, vilket dock visar hur svårt det är att förutspå hur allmänheten upplever nya tekniker och system.<sup>65</sup>

## 5.3 Relevans för klimatneutral betong

Som nämns i inledningen till kapitlet finns hinder som kan knytas till systemnivå, marknadsnivå och projektnivå.



Figur 3 Hinder på olika nivåer som hämmar åtgärder för att minska utsläpp växthusgaser<sup>66</sup>

De CCS-tekniker som berör cementindustrin har olika grad av teknisk mognad. För de CCS-tekniker som befinner sig i forsknings- och pilotprojektfas, och därmed ännu inte är redo för implementering ligger de flesta hinder till utveckling på systemnivå. De CCS-tekniker som befinner sig nära marknadsintroduktion hindras dessutom av att det råder osäkerhet om efterfrågan. De flesta typer av hinder som CCS-teknikerna står inför kan inte lösas av marknaden eller av beslut i ett projekt, till skillnad från flera av de hinder som berör övergång till klimatförbättrad betong.

<sup>65</sup> (Johnsson & Kjærstad, 2019)

<sup>66</sup> Bearbetning av (Mistra Carbon Exit, 2020)

### 5.3.1 Osäkerhet om tillgång till kapital

Under uppdragets gång har investeringskostnaden som krävs för CCS visat sig vara det hinder som har mest betydande bäring på utveckling och implementering av CCS. För CCS-teknik som befinner sig nära marknadsintroduktion är tillgången till kapital osäker, dels eftersom kreditmarknaderna har svårt att bedöma investeringsprojekt med livstider på 10 år eller mer, dels eftersom miljöinvesteringar i basindustrin betraktas som riskfyllda av kreditgivare.

Osäkerheten om finansiering kan även hämma utvecklingen av den teknik som är i forsknings- och pilotfas. Det påverkar tiden för när dessa CCS-tekniker kan bli kommersiellt gångbara. De betydande investeringskostnaderna leder också till en inlåsningsproblematik, som nämns i avsnitt 5.2.7.

Johnsson och Kjärstad (2019) anger att den främsta anledningen till att CCS-projekt i Europa har misslyckats är att det saknats en långsiktig strategi som, på grund av dess kapitalintensiva natur, gjort att investerare inte vågat ta risken att placera kapital i CCS. Detta, menar de, innebär i praktiken att kostnaden för tekniken varit för hög i förhållande till kostnaden att släppa ut koldioxid.<sup>67</sup>

### 5.3.2 Finns tillräcklig efterfrågan på klimatneutral betong?

Osäkerhet om att det ska finnas en tillräcklig efterfrågan på klimatneutral betong framöver har tagits upp som ett potentiellt hinder. De utfästelser som finns i färdplaner och klimatmål kan sannolikt leda till att cement- och betongköpare efterfrågar klimatneutral betong. Frågan är om utfästelserna är tillräckliga. Detta eftersom priset på den cement som tillverkats med CCS-teknik kommer att vara betydligt högre än både Portlandcement och klimatförbättrad cement. För att visa för finanssektorn att det finns en efterfrågan behöver det sannolikt finnas tydligare säkerhet om efterfrågan.

### 5.3.3 Osäkerhet om transporter och lagring

Något som är osäkert är framtiden för lagringsmöjligheterna i utvecklingen av CCS i Sverige. För att CCS ska fungera krävs förutom infångning vid anläggningen att transporter och lagring fungerar. Branschföreträdare har under studiens gång uppmärksammat att det behövs säkerhet om logistik och lagring. Som det ser ut i dagsläget finns det inga planer på att upprätta nationella lagringsfaciliteter<sup>68</sup>, tanken är istället att allt ska skeppas till Norge. Om branschen inte kan vara helt säker på att man kommer att kunna göra sig av med koldioxiden efter avskiljning minskar investeringsviljan.

---

<sup>67</sup> (Johnsson & Kjärstad, 2019)

<sup>68</sup> Det finns dock förslag på platser för lagring och det föreslås att detta utreds vidare, se (SOU, 2020:4).

## 6 Möjligheter till lösningar

### 6.1 Förutsättningar och metod

Utifrån hinderanalysen, den kvantitativa marknadsöversikten, intervjuer och vetenskaplig litteratur har ett flertal möjligheter till lösningar identifierats. Lösningarna har delats in i de som har mest bäring på att få till CCS, det vill säga vägen till klimatneutral betong, samt de som härrör till frågan om möjligheter framåt för alternativa bindemedel.

### 6.2 Lösningar för att få till CCS

#### 6.2.1 Finansiering

Inrättande av en *Grön omställningsfond* redan innan CCS finns har förts fram som lösning av respondenter i denna studie. Den gröna omställningsfornden innebär att köpare av cement och betong förbinder sig att betala ett påslag som samlas i en fond som kan användas för att exempelvis låna ut till cementindustri. Lösningen innebär att cementköparna betalar en merkostnad som fonderas i syfte att finansiera investeringar i basindustrin.

Finansieringen skulle alternativt kunna komma till genom utfärdande av obligationer som har ett miljösyfte *Green Bonds* eller *Transition bonds*. Långsiktiga utvecklingskostnader kan finansieras genom att ge ut en grön obligation under förutsättning att det som ska finansieras klassificeras som hållbart enligt EU-taxonomin tekniska kriterier (som ska beslutas innan årsskiftet 2020/2021). CCS kommer med all sannolikhet att kvalificera som hållbart. Tanken med gröna obligationer och omställningsobligationer är att den som placerar kapital vet exakt i vilket syfte pengarna används. Detta till skillnad från vanliga obligationer där användningen av pengarna inte specificeras. Genom att få en försäkran om att pengarna används på rätt sätt kan kapitalplaceraren acceptera en lägre avkastning och den som lånar pengar får mer förmånliga villkor. Eftersom CCS innebär en stor investering och kan behöva en lång pay-off period med obligationer på en löptid på 10 år finns dock en osäkerhet som finansmarknaden har svårt att bedöma. Detta skulle eventuellt kunna avhjälpas om obligationerna täcks av en statlig garanti.

*Gröna obligationer* har diskuterats inom det nyligen påbörjade BETCRETE-projektet som ett finansieringsalternativ för investeringar i hållbar omställning. För att komma i fråga för gröna obligationer och andra krediter, behöver cement- och betongindustrin kunna kommunicera vikten för såväl samhällets som närliggande branschens omställning och klimatanpassning - och göra det på ett sätt som är trovärdigt, förståeligt och relevant för finanssektorn. Industrin behöver utveckla branschöverskridande hållbarhetsindikatorer och säkerställa kapacitet hos såväl

små som stora bolag att mäta, följa och kommunicera sitt hållbarhetsarbete för att nå klimatneutralitet. De hållbarhetsindikatorer som tas fram bör vara transparenta i förhållande till finansmarknadens indikatorer för gröna obligationer och krediter, det vill säga bank- och finanssektorns ESG-baserade analys (Environmental, Social, Governance).

En annan lösning som har nämnts i intervjuerna är *Sektoröverskridande samarbete*. Genom sektoröverskridande samarbete, kan stat och privata aktörer i samverkan satsa resurser på FoU och pilotanläggningar för att få till fullskalelösningar. Ett exempel på ett sådant sektoröverskridande samarbete i Sverige idag är HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology), en samverkan mellan stålföretaget SSAB, gruvbolaget LKAB och Vattenfall, med finansiellt stöd från Energimyndigheten<sup>69</sup>. Samarbetet startade 2016 och ämnar förändra ståltillverkningsprocessen för att nå fossilfri produktion. HYBRIT genomför praktiska försök både i laboratorieskala och i pilotanläggningar som byggs eller modifieras för ändamålet.<sup>70</sup> Ett internationellt exempel på sektoröverskridande samarbete är kring koldioxidfri aluminium, som startade 2018. Utvecklingen och kommersialiseringen av aluminiumet har kommit till stånd genom Elysis, som är ett joint venture mellan gruvföretagen Rio Tinto och Alcoa, med stöd från Apple och regeringarna i Kanada och Quebec. 2019 köpte Apple, som bidragit både med investeringar och teknisk support, den första omgången aluminium och målet är att nå kommersiell skala 2024.<sup>71</sup>

*”Tävling” där statlig delfinansiering var pris.* - I Norge planerade staten för medfinansiering i ett projekt för att i stor skala testa avskiljning och lagring av koldioxid från industrin, det så kallade *Fullskaleprojektet*. Man hade tre fabriker som kandidater till satsningen för avskiljning, en konstgödseltillverkare, en sopförbränningsanläggning och Norcems cementfabrik i Brevik. Under ett par år utvärderades vilket projekt som hade bäst förutsättningar och anläggningen i Brevik var den som gick ”segrande” ur tävlingen.<sup>72</sup> Det är möjligt att Fortum Oslo Varmer, sopförbränningsanläggningen, också kommer att delges finansieringsstöd.

Fullskaleprojektet bygger på fyra principer<sup>73</sup>:

1. Norska staten ger stöd till de inblandade företagen,
2. Företagen ska driva sina delprojekt enligt egna metoder,
3. Företagen äger och driver sina respektive anläggningar,
4. Företagen måste bidra aktivt till kunskapsutveckling och kunskapsspridning.

---

<sup>69</sup> CemZero är ett samarbetsprojekt mellan Cementa och Vattenfall som med statlig finansiering tog fram en genomförandestudie.

<sup>70</sup> (HYBRIT, 2020)

<sup>71</sup> (Nellis, 2019)

<sup>72</sup> (Nohrstedt, 2016)

<sup>73</sup> (SOU, 2020:4)

## 6.2.2 Andra förslag

Ett förslag till lösning som tagits upp är *beställargrupper/beställarnätverk*. Tanken är att genom att köpare med likartade behov samarbetar kan beställargruppen nå flera positiva resultat och synergieffekter. Beställargrupper kan driva frågor och finansiera projekt, och därigenom säkra volymer på efterfrågan och möjliggöra investeringar. Mot bakgrund av att de volymer som kommer att krävas för att bidra till en omställning av cement- och betongindustrin kan det vara svårt att få till en tillräcklig efterfrågan från en sådan grupp. Beställargrupper torde vara enklare att upprätta för att möjliggöra övergång till befintliga produkter, som är en mer konkret och handfast fråga, i jämförelse med CCS. Beställargrupper skulle också kunna bidra till att kunskapsnivån inom branschen ökar, något som bedömts vara ett hinder för att implementera klimatförbättrande åtgärder.

*Högre priser på utsläppsrätter* – handeln med utsläppsrätter ska stramas åt och den fria tilldelningen av utsläppsrätter, som ges till industri som konkurrerar med andra företag utanför EU (exempelvis cementindustrin), minskas. Högre priser på utsläppsrätter i kombination med lägre eller utfasad fri tilldelning gör cementen dyrare, vilket till stor del bör kunna föras över på köparen. Ett högre pris på cement förbättrar konkurrensförmågan för alternativa material med bättre klimatavtryck, som trä<sup>74</sup>, att täcka upp för delar av behovet. Det finns dock risker förknippade med ett högre pris på utsläppsrätter, som koldioxidläckage och att man importerar billigare, icke-klimatförbättrad cement från länder utanför EU för att slippa ett högre pris.

Det kan finnas andra skäl till varför utsläppsrätternas pris på koldioxid hittills inte gett tillräcklig effekt. Ett är att det kan finnas andra marknadsmisslyckanden än den negativa externa effekt som är förknippad med koldioxidutsläppen. Ett sådant är att det kan finnas faktorer som begränsar genomförandet av en effektiv klimatpolitik och att det därför behövs kompletterande styrmedel.<sup>75</sup> Det kan vara så att transaktionskostnader eller odelbarheter i samband med investeringar medför att utsläppsreduktioner inte kommer till stånd även om åtgärdskostnaden skulle vara lägre än priset på utsläppsrätter. För CCS antyder hinderanalysen att det kan finnas brister på de finansiella marknaderna genom att aktörerna inte ”klarar av” att riskbedöma utlåningen till en anläggning för att avskilja koldioxid. Osäkerheterna om stegen efter koldioxidavskiljningen, det vill säga transporter och lagring är ytterligare ett skäl.

---

<sup>74</sup> Den svenska skogen som brukas växer till med ungefär 100 miljoner kubikmeter per år. Om man skulle använda drygt 12 miljoner kubik skulle det räcka till 10 000 flerfamiljshus. (GS Facket för skogs-trä och grafisk bransch, 2020). 2018 var 12,5 procent av de flerbostadshus som påbörjades av trä, en siffra som väntas öka till 17 procent 2020. (Höynä, 2019)

<sup>75</sup> (Söderholm, 2012)

*Krav* – för att undvika att cement- och betongköpare rundar regelverk genom att importera billigare, icke-klimatförbättrad, cement istället för ”CCS-cement” kan krav vid inköp behöva ställas. Ett exempel är att ha en tydlig skrivning om att den offentliga sektorn ska ta hänsyn till klimataspekter i Lag om offentlig upphandling (LOU), liksom den deklaration som Norge har infört. I den norska Granavolden-plattformen skriver man att ”Använd offentlig upphandling och föreskrifter för att stimulera efterfrågan på produkter som produceras med lågemissionsteknik, såsom cement och asfalt.”<sup>76</sup> Här skulle Sverige kunna ta lärdom av Norge.

Dessutom är skrivningarna i norska LOU<sup>77</sup> betydligt mer konkreta:

- » § 5. *Miljø, menneskerettigheter og andre samfunnshensyn*
- » *Statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal innrette sin anskaffelsespraksis slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning, og fremme klimavennlige løsninger der dette er relevant. Dette skal blant annet skje ved at oppdragsgiveren tar hensyn til livssyklus-kostnader. (...) Departementet kan gi forskrift om det nærmere innholdet av bestemmelsen. (...)*

Vid samtal med Statens Vegvesen i Norge framkommer att de inte lovat att köpa in volymer av ”CCS-cement” i framtiden, men att det tas som en självklarhet att det kommer att efterfrågas, då skrivningarna i Granavolden-plattformen och LOU är så tydliga – man måste köpa om det finns möjlighet.

## 6.3 Lösningar för alternativa bindemedel

För ökad användning av alternativa bindemedel bedöms de främsta hindren inte vara FoU och investeringar, utan det stora glappet ligger i steget mellan forskning och implementering. Förslag till lösningar är därför mestadels kopplat till de hinder som är associerade med implementering av större användning av flygaska och slagg.

*Inarbete alternativa bindemedel i bygghandlingar*- ett hinder för ökad användning av alternativa bindemedel, som framkommit under intervjuer, är att det sällan föreskrivs i bygghandlingar. Handlingarna måste vara i linje med kraven. Det innebär att konstruktörerna måste föreskriva specifikationer av alternativa bindemedel i bygghandlingarna. Det skulle underlätta att få det på plats i

---

<sup>76</sup> Egen översättning, original: ”Bruk offentlige anskaffelser og forskrifter for å stimulere etterspørsel etter produkter produsert med lavutslippsteknologi, som sement og asfalt.” (Regjeringen, 2019)

<sup>77</sup> (LOV-2016-06-17-73, 2016)

entreprenadskedet, då processen har påbörjats tidigare och därmed fungerar bättre. Om frågan om alternativa bindemedel börjar diskuteras när entreprenören är på plats är mycket redan låst och bestämt i ett projekt, och risken är att man inte hinner ta fram de underlag som krävs för att övertyga användarna om alla dess fördelar. Anledningen till detta bedömer cement- och betongtillverkare och leverantörer beror på en kunskapsbrist hos de teknikkonsulter som upprättar bygghandlingar.

*Myndigheter avsätter pengar för att testa användning av alternativa bindemedel som ännu inte finns i tekniska standarder, men som har ETA. Alternativa bindemedel kan ha en ETA, European Technical Approval, vilket är en teknisk bedömning av lämpligheten för användning av en byggprodukt för avsedd användning, men ändå inte är godkänd i svenska standarder. Alla relevanta egenskaper och aspekter för användningen av produkten bedöms i en ETA-utvärdering, bland annat förpackning, lagring, transport, installation och underhåll.<sup>78</sup> Detta har under intervjuer framkommit som ett hinder, och ett förslag till lösning är att myndigheter kan snabba på och driva utvecklingen framåt genom att föreskriva en sorts bindemedel, som har ETA men ännu inte är godkänd i svenska standarder, vid upphandling av enklare konstruktioner som inte har så höga krav på livslängd och kvalitet. Då skulle man bygga upp erfarenhet av användning av sådana alternativa bindemedel och därmed skapas viktiga referenscase.*

*Ökad användning av "särskild kravspecifikation" - få in funktionsprovning som alternativ. Ett genomgående hinder är att cement- och betongtillverkare/leverantörer kan utveckla nya produkter, men att de sällan får användas i praktiken. Ett förslag till möjlig lösning är att få in funktionsprovning som alternativ att visa att man uppfyller krav vid upphandling. Funktionsprovning är dock förenat med betydande kostnader och tar tid, vilket betyder att beställaren måste vara beredd att betala för det. Det kommer därför sannolikt inte att vara aktuellt i mindre projekt. Vid intervjuer i denna studie framkommer det att man anser att man måste komma längre i de pilotprojekt som genomförs nu, för att kunna klara den stora massan längre fram.*

*Rikta kraven mot specifika produkter istället för att ställa generella krav på projekt. Istället för projektbaserade klimatkrav, som materialleverantörer inte verkar påverkas av i någon större utsträckning, menar majoriteten av de intervjuade materialleverantörerna i *Kontrollstation 2018* att det skulle ge större effekt att rikta kraven mot specifika produkter för att säkerställa att materialleverantörer involveras i klimatarbetet. Trafikverket tillämpar idag krav på specifika produkter i projekt under 50 miljoner kronor.*

---

<sup>78</sup> (European Organisation for Technical Assessment, 2020)



*Innovationsprojekt* där nya produkter kan testas. En lösning till de osäkerheter och risker som är förknippade med nya produkter och material skulle enligt tillfrågade materialleverantörer vara innovationsprojekt där nya produkter kan testas. Litteraturstudien i *Impres*-studien diskuterar förutsättningar för innovationsprojekt. Där belyser man att det kan vara svårt att ge en specifik innovationsprocess den uppmärksamhet som krävs. Utvecklingen av nya produkter och innovationer anses ofta kräva långa tester för att få godkännande för användning i infrastrukturprojekt och inget projekt tycks vara tillräckligt stort för att omfatta sådana processer. För att påskynda innovationsprocessen föreslår de intervjuade i *Impres*-studien att man startar mindre pilotprojekt för att testa nya lösningar och sedan använder de stora projekten för användning i större skala. Författarna gör tolkningen att både stora och små projekt bör ingå i ett bredare perspektiv för en långsiktig innovation på branschnivå. Flera intervjuade i *Impres*-projektet anger att det finns ett vedertaget antagande om att innovation drivs mest effektivt i stora projekt. Megaprojekt anses ha en särskild roll att spela i innovation på grund av deras synlighet, marknadsstyrka och möjlighet att engagera aktörer. *Impres*-intervjuer genomförda i megaprojekt anges visa på en känsla av skyldighet att ställa höga krav på hållbarhet hos beställare – även utan uttryckliga direktiv. De riktigt stora projekten anses dock ofta vara organisatoriskt komplexa, byråkratiska och med många samhällsmål att uppfylla.

*Beställargrupper* kan användas för att driva frågor och finansiera projekt, och därigenom säkra volymer på efterfrågan och möjliggöra investeringar, som beskrivet ovan som en lösning för CCS i 6.2.1 Finansiering,

*Krav* - för att undvika att cement- och betongköpare rundar regelverk genom att importera billigare, icke-klimatförbättrad, cement istället för klimatförbättrad cement kan krav vid inköp behöva ställas, som beskrivet ovan som en lösning för CCS i 6.2.2 Andra förslag.

*Klimatbonus i projekt*. Vid intervjuer i detta projekt har det beskrivits som att bonus i projekt leder till mer lösningsorientering än kravställning. Positiva ekonomiska styrmedel menar man sporrar entreprenörer att arbeta mer, då de kan få tillbaka pengar om de når vissa mål. Att bara ha tvingande krav anser man ger inte samma driv, utan riskerar att ge ett mer negativt förhållningssätt.

*Påverka arbetet i arbetsgrupper för cementstandarder och AMA i syfte att påskynda möjligheterna att använda mer alternativa bindemedel*. Ett förslag är att fler leverantörer är med och påverkar i arbetet med AMA-standarder. En av de intervjuade beskrev att svenska standarder, som är förhandlade mellan alla branschens parter, i många fall går längre än AMA anläggning, och att det inte finns någon rimlig anledning till att alternativa bindemedel är accepterade i vissa fall, men inte i andra. Samma person angav att det var mycket teknik konsulter i AMA-anläggningsgruppen, som inte är så bevandrade i dessa frågor. Ett förslag är därför att involvera flera parter i arbetet att ta fram AMA-standarder.

## 7 Slutsatser

Leverantörer av betong och bindemedelstillverkare har långsiktiga mål som styrs av fler omständigheter än krav i projekt, hit hör branschens färdplan och Sveriges Klimatlag.

Befintliga lösningar för klimatförbättrad betong kan ge cirka 40 procents utsläppsreduktion. För att komma längre räcker det dock inte med kravställning i projekt.

För att komma längre kommer det att krävas klimatneutral betong och den kan bara åstadkommas genom att avskilja och lagra koldioxid genom implementering av CCS. Det finns flera CCS-tekniker, som kan avskilja koldioxidutsläpp i olika hög grad och som skiljer sig i teknisk mognad. Den första fullskaleanläggningen som beräknas stå färdig 2024 kommer att baseras på en CCS-teknik som fångar in 50 procent av koldioxidutsläppen.

Investeringskostnaden som krävs för en CCS-anläggning har visat sig vara det hinder som har mest betydande bäring på implementering av klimatneutral betong. Tillgången till kapital är osäker, dels eftersom kreditmarknaderna har svårt att bedöma investeringsprojekt med livstider på 10 år eller mer, dels eftersom miljöinvesteringar i basindustrin betraktas som riskfyllda på grund av risken för ”greenwashing”.

Större avskiljning av koldioxid, än den teknik som beräknas vara i drift 2024 förutsätter andra processer, vilket kräver stora nyinvesteringar. En anläggning som investerar i dagens CCS-teknik går inte bara att bygga på med framtida bättre CCS-teknik. Tekniker för att nå högre upptag har testats på pilotnivå, men det dröjer innan de är mogna för introduktion i full skala. Tidsperspektivet för när de blir tillgängliga är till stor del kopplad till investeringsvilja och möjligheter till finansiering.

Behovet av alternativa bindemedel kommer att kvarstå även när CCS introducerats, dels för att de tillsammans med CCS-tekniken minskar betongens klimatavtryck, dels därför att man över tid behöver minska mängderna koldioxid som lagras. Därutöver används alternativa bindemedel av många andra skäl än för att minska utsläpp av växthusgaser. De behövs för funktionella ändamål och är för vissa miljöer nödvändiga för att klara beständighetskrav.

För att säkra tillgången till alternativa bindemedel i framtiden behöver man arbeta på bred front. Standarder som styr byggande och tekniska specifikationer behöver omarbetas för att förbereda för andra alternativa bindemedel än slagg och flygaska. Användning av kalcinerade leror kommer att kräva att det finns brytning av dem. Idag ses utdragna tillståndsprövningar som hinder.

## Källförteckning

- An, J., Middleton, R. S., & Li, Y. (2019). Environmental Performance Analysis of Cement Production with CO<sub>2</sub> Capture and Storage Technology in a Life-Cycle Perspective. *Sustainability*, 11.
- BETCRETE. (2020). BETCRETE 2.0 Klimatneutral cement- och betongindustri. RISE - Research Institutes of Sweden.
- Brammer, S., & Walker, H. (2011). Sustainable procurement in the public sector: an international comparative study. *International Journal of Operations & Production Management*, 452-476.
- CCS Norway. (den 09 10 2020). *Capture: Norcem*. Hämtat från CCSNorway.com: <https://ccsnorway.com/capture-norcem/>
- Cementa. (u.d.). Hämtat från <https://www.cementa.se/sv/foretagsfakta>
- Cementa, F. S. (2018). *Färdplan cement. För ett klimatneutralt betongbyggande*. Fossilfritt Sverige och Cementa.
- Clift, R., & Wright, L. (2000). Relationships Between Environmental Impacts and Added Value Along the Supply Chain. *Technological Forecasting and Social Change*, 281-295.
- Czigler, T., Reiter, S., Schultze, P., & Somers, K. (2020). *Laying the foundation for zero-carbon cement*. McKinsey & Company.
- European Organisation for Technical Assessment. (den 10 11 2020). *Frequently asked questions*. Hämtat från EOTA.eu: <https://www.eota.eu/en-GB/content/frequently-asked-questions/38/>
- Favier, A., De Wolf, C., Scrivener, K., & Habert, G. (2018). *A sustainable future for the European Cement and Concrete Industry Technology assessment for full decarbonisation of the industry by 2050*. Zürich: ETH Zurich.
- Färdplan cement. (2018). *Färdplan cement för fossilfritt byggande: Fossilfritt Sverige och Cementa*.
- Gardarsdottir, S. O., De Lena, E., Romano, M., Roussanaly, S., Voldsund, M., Pérez-Calvo, J.-F., . . . Cinti, G. (2019). Comparison of Technologies for CO<sub>2</sub> Capture from Cement Production—Part 2: Cost Analysis. *Energies*.
- GS Facket för skogs- trä och grafisk bransch. (den 24 11 2020). *Därför ska Sverige bygga hus i trä*. Hämtat från [gsfacket.se: https://www.gsacket.se/sv/vigor/bygg-i-tra/darfor-ska-sverige-bygga-hus-i-tra/](https://www.gsacket.se/sv/vigor/bygg-i-tra/darfor-ska-sverige-bygga-hus-i-tra/)
- HYBRIT. (den 10 11 2020). *HYBRIT - en revolutionerande satsning*. Hämtat från [Hybritdevelopment.se: https://www.hybritdevelopment.se/vad-ar-hybrit](https://www.hybritdevelopment.se/vad-ar-hybrit)
- Höynä, U.-K. (den 14 05 2019). *Höghus i trä – för klimatets skull*. Hämtat från [forskning.se: https://www.forskning.se/2019/05/14/hoghus-i-tra-for-klimatets-skull/](https://www.forskning.se/2019/05/14/hoghus-i-tra-for-klimatets-skull/)
- IEA. (2020). *Energy Technology Perspectives 2020*. 2020: IEA.
- Johnsson, F., & Kjärstad, J. (2019). *Avskiljning, transport och lagring av koldioxid i Sverige. Behov av forskning och demonstration*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

- Johnsson, F., & Rootzén, J. (2020). A transformation fund for financing high-cost measures for deep emission cuts in the construction industry. *Opublicerat manuskript*.
- Karlsson, I., Rootzén, J., & Johnsson, F. (2020). Reaching net-zero carbon emissions in construction supply chains – Analysis of a Swedish road construction project. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 1-14.
- Karlsson, I., Toktarova, A., Rootzén, J., & Odenberger, M. (2020). *Technical Roadmap. Buildings and Transport Infrastructure*. Mistra Carbon Exit.
- Karlsson, I., Toktarova, A., Rootzén, J., & Odenberger, M. (2020). *Technical Roadmap. Cement Industry*. Mistra Carbon Exit.
- LOV-2016-06-17-73. (2016). *Lov om offentliga anskaffelser*.  
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2016-06-17-73?q=lov%20om%20offentlige%20anskaffelser>.
- Mistra Carbon Exit. (2020). *Barriers to carbon abatement in the construction sector, Utkast 2020-11-06*.
- Naturvårdsverket. (2019). *Underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan, Rapport 6879*.
- Naturvårdsverket. (den 09 11 2020). *Svenska Kaolin AB har fått avslag på sin ansökan om tillstånd till gruvverksamhet*. Hämtat från Naturvårdsverket.se:  
<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Rattsfall/Gruvor/Kaolingruva-pa-Billingefalad/>
- Naturvårdsverket. (2020). *Utsläpp av växthusgaser från industrin*. Hämtat från Naturvårdsverket.se: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/>
- Nellis, S. (den 05 12 2019). *Apple buys first-ever carbon-free aluminum from Alcoa-Rio Tinto venture*. Hämtat från Reuters.com:  
<https://www.reuters.com/article/us-apple-aluminum-idUSKBN1Y91RQ>
- Nilsson, S., Balian, D., Gustafsson, S., Pädam, S., & Uppenberger, S. (2019). *Kontrollstation 2018*. WSP/Trafikverket.
- Nohrstedt, L. (den 20 04 2016). *Norge kan bli först med avskiljning från cementfabrik*. Hämtat från Nyteknik.se:  
<https://www.nyteknik.se/energi/norge-kan-bli-forst-med-avskiljning-fran-cementfabrik-6542203>
- Norcem. (2020). *Carbon Capture and Storage (CCS)*. Hämtat från <https://www.norcem.no/en/CCS>
- Norcem. (den 09 11 2020). *CCS at Norcem Brevik: Background*. Hämtat från Norcem.no: <https://www.norcem.no/en/CCS%20at%20Brevik>
- OECD. (2016). *The Role of Public Procurement in Low carbon Innovation*. Hämtat från OECD.org: <https://www.oecd.org/sd-roundtable/meetings/theroleofpublicprocurementinlow-carboninnovationapril2016.htm>
- Prop. 2019/20:65. (2019). *En samlad politik för klimatet – klimatpolitisk handlingsplan*.

- Regjeringen. (den 17 01 2019). *Granavolden-plattformen*. Hämtat från Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/politisk-plattform/id2626036/>
- SOU. (2020:4). *Vägen till en klimatpositiv framtid*. Klimatpolitiska vägvalsutredningen.
- Svensk Betong. (2017). *Betong och klimat*. Svensk Betong.
- Svensk Betong. (2019). *Klimatförbättrad betong*. Svensk Betong.
- Svensk Betong. (den 22 09 2020). *Betongindikatorn*. Hämtat från Svenskbetong.se: [https://www.svenskbetong.se/images/Betongindikatorn/2019/Betongindikatorn\\_hel%C3%A5r\\_2019.pdf](https://www.svenskbetong.se/images/Betongindikatorn/2019/Betongindikatorn_hel%C3%A5r_2019.pdf)
- Svensk Betong. (den 29 09 2020). *Koldioxidutsläpp*. Hämtat från Svenskbetong.se: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/miljo-och-hallbarhet/koldioxidutslapp>
- Svensk Betong. (den 13 10 2020). *Ytterligare fakta om den prefabricerade...* Hämtat från Svenskbetong.se: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/miljo-och-hallbarhet/ytterligare-fakta-om-den-prefabricerade>
- Svenska Betongföreningen. (u.d.). *Detta är betong*. Hämtat från <https://betongforeningen.se/materialet-betong/>
- Söderholm, P. (2012). *Ett mål flera medel: Styrmedelskombinationer i klimatpolitiken. Natuvårdsverkets rapport 6491*.
- Trafikverket. (2019). *Trafikverkets Miljörapport 2018*. Trafikverket.
- Trafikverket. (2019). *Över 1000 m<sup>3</sup> betong - nu har vi gjutit den största monoliten i Kungens kurva!* Hämtat från <https://www.trafikverket.se/nara-dig/Stockholm/vi-bygger-och-forbatttrar/Forbifart-stockholm/Vagstrackning/Kungens-kurva/Aktuellt-i-Kungens-kurva/2019/2019-02/over-1000-m-betong---nu-har-vi-gjutit-den-storsta-monoliten-i-kungens-kurva/>
- Trafikverket. (den 12 10 2020). *Klimatkrav*. Hämtat från Trafikverket.se: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/energi-och-klimat/klimatkrav/>
- Uyarra, E., Edler, J., Garcia-Estevez, J., Georghiou, L., & Yeow, J. (2014). Barriers to innovation through public procurement: A supplier perspective. *Technovation*, 631-645.
- Uyarra, E., Flanagan, K., Magro, E., & Zabala-Iturriagoitia, J. (2017). Anchoring the innovation impacts of public procurement to place: The role of conversations. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 828-848.
- Voldsund, M., Gardarsdottir, S. O., De Lena, E., Pérez-Calvo, J.-F., Jamali, A., Berstad, D., . . . Jordal, K. (2019). Comparison of Technologies for CO<sub>2</sub> Capture from Cement Production—Part 1: Technical Evaluation. *Energies*, 559.
- Wong, J., Chan, J., & Wadu, M. (2016). Facilitating effective green procurement in construction projects: An empirical study of the enablers. *Journal of Cleaner Production*, 859-871.

# Appendix: Intervjufrågor

## Erfarenhet av klimateffektivisering/klimatkrav

### 1.1 Beskriv er nuvarande arbetsroll och erfarenheter av klimatarbete (klimateffektivisering)

Två huvudfrågor

Hur påverkar klimatkrav materialproducenterna?

Hur bör krav formuleras för att driva på övergången till klimatneutral betong?

- Vad har ni för erfarenhet gällande klimateffektivisering?
- Vad har drivkrafterna varit för arbetet med klimateffektivisering?

### 1.2 Kännedom om klimatneutral betong

- Erfarenhet/kunskap om klimatneutrala material (klimatneutral betong)
- Engagerade i eller känner till branschsamarbete i frågan

### 1.3 Beskriv er nuvarande erfarenhet av klimatkrav

- I vilka sammanhang har ni kommit i kontakt med klimatkrav?
- Vad har ni för erfarenhet av att arbeta med klimatkrav?
- Hur har kraven sett ut och vem har varit kravställare?

### 1.4 Vilka klimatkrav gäller i aktuella projekt?

- Beskriv hur ni har uppfattat kravställning och mål.

Trafikverkets klimatkrav: Krav ställs på anläggningsprojekt om att klimatpåverkan från trafikinfrastrukturen ska minska med 15 procent till 2020 och 30 procent till 2025 jämfört med 2015. Klimatkraven kommer att skärpas successivt.

Trafikverkets upphandlingar av materiel: exempelvis slipersupphandling med krav på specifika material

Boverket: Klimatdeklaration för nya byggnader införs 1 januari 2022

Samverkansprojekt Allmännyttan och Kommuninvest: förslag till branschstandard redovisades i juni 2020

## Uppfyllelse av klimatkrav

### 2.1 Vilka möjligheter ser ni att det finns idag (i närtid) att minska utsläppen av växthusgaser)?

- Vad kan ni göra och hur mycket går det att minska utsläppen (från betong (i materialet i ett anläggningsprojekt))?
- Vad behöver komma till för att det ska ske?
- Hur samspelar offentliga klimatkrav med andra interna/externa mål och krav?

## Erfarenhet/drivkrafter för klimatneutral betong (investeringar i CCS-teknik)

### 3.1 Vilken erfarenhet har ni av klimatneutral betong (CCS-teknik)?

### 3.2 Vilka drivkrafter finns för att ta fram klimatneutral betong?

- Vad kan ni göra/vad gör ni (CCS)?
- På vilken nivå i er organisation finns drivkraften för arbete med klimatneutral betong?
- I Norge planeras övergång till CCS 2024 vid Norcems anläggning i Brevik med post-combustion teknik som avskiljer cirka 50 procent av koldioxiden. Om man vid den anläggningen vill öka graden av avskiljning, finns det några risker med att investera i en viss teknik?
- Vad behöver komma till för att en investering i CCS ska ske i Sverige?
  - o transporter, energi...

## Hinder för klimatneutral betong

### 4.1 Vilka hinder ser ni för att klimatneutral betong ska vara tillgänglig?

- Vilka är de största hindren?
- Hur övervinner man hindren?
- Vilken tidsram tror ni är rimlig för när klimatneutral betong kan finnas på marknaden?
  - o när det utgör en stor andel av den svenska marknaden?
  - o Import från andra länder?
- Hur ser ni på kostnaden för övergång till klimatneutral betong?
  - o Tekniker, investerings- respektive driftskostnader

### 4.2 Hur ser ni på efterfrågan på klimatneutral betong?

- Vilka volymer behöver marknaden efterfråga för att driva på övergången till klimatneutral betong?

## **Kravställning för klimatneutral betong**

### **5.1 Hur kan kravställandet utvecklas för att driva på övergången till klimatneutral betong?**

- Hur skulle ni vilja se att klimatkraven utvecklades, med målet att uppnå klimatneutralitet?
- Om klimatkraven utvecklades, vilka volymer skulle kraven behöva omfatta för att det skulle vara intressant för er att gå över till klimatneutral betong?

### **5.2 Hur skulle ni vilja se att styrmedel utvecklades, med målet att uppnå klimatneutralitet?**

- Kan man på myndighetsnivå driva på utvecklingen eller användningen av er produkt (Vad i så fall)?
- Högre priser på utsläppsrätter (EU-ETS)?
- Miljöklassning/certifiering (CEEQUAL, BREEAM, etc.)
- 

### **5.3 Vilken roll tror ni att alternativa bindemedel (exempelvis flygaska/slagg) kommer att ha när klimatneutral betong finns på marknaden?**

**Tack för din medverkan!**



# Klimatneutral betong genom kravställning

## Hinder och möjligheter

SIRJE PÄDAM, DANIEL BALIAN, STEFAN UPPENBERG  
OCH EVA WADSTRÖM

RAPPORT 6967

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6967-4  
ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Rapporten presenterar resultatet av projektet ”Klimatneutral betong genom kravställning – hinder och möjligheter”. Projektets syfte har varit att belysa hinder för klimatförbättrad och klimatneutral betongs erbjudande på marknaden.

Av särskilt intresse har varit att undersöka hinder och möjliga lösningar för att få till transformativa förändringar på systemnivå snarare än åtgärder för inkrementella förbättringar på projektnivå. Detta i syfte att möjliggöra klimatneutral betong.

Ett antal hinder kopplat till cement- och betongindustrins omställning har identifierats i rapporten och en rad förslag på åtgärder som kan överbrygga dessa hinder presenteras i rapporten.

