

Examensarbetets

# Miljömässiga aspekter av betong

<b>Namn</b>	Muhabat kareem
<b>Utbildning</b>	Byggnadsingenjör ROT 22
<b>Handledare/ examinator</b>	Benedicte Wåhlin
<b>Datum</b>	2024-03-28

# Sammanfattning

Med tonvikt på kalkstensbrytning och cementtillverkning undersöker detta examensarbete de skadliga effekter som utvinning, produktion och användning av betong har på miljön. Olika synpunkter och åsikter har samlats in genom ett övergripande tillvägagångssätt och intervjuer med olika aktörer inom byggbranschen och naturskyddsgrupper för att få ett heltäckande grepp om frågan.

I den första delen av arbetet intervjuas personal från Skanska, Naturvårdsverket och Allblästring Entreprenad för att undersöka miljöeffekterna av betongtillverkning och kalkstensbrytning. Resultaten visar att både tillverkning av betong och brytning av kalksten kan ha en stor negativ inverkan på det omgivande ekosystemet, bland annat genom att sänka grundvattennivån, skada florán och släppa ut enorma mängder koldioxid. Att återanvända betongkomponenter, övergå till fossilfri energi och använda cement som är bra för miljön är några sätt att minska dessa skadliga effekter.

Intervjuresultaten sammanställs och jämförs i den andra delen av studien. Det konstateras att modern betong kan vara ett hållbart alternativ om den underhålls på rätt sätt och tillverkas med hjälp av bättre metoder. Betongindustrins användning av moderna material och modern teknologi kan bidra till en mer hållbar framtid. Dessutom belyser studien behovet av ytterligare undersökningar och åtgärder för att minska betongens negativa miljöeffekter och stödja mer miljövänliga alternativ.

# Abstract

Focusing on limestone mining and cement production, this thesis examines the harmful effects of concrete extraction, production and use on the environment. Different views and opinions have been gathered through a comprehensive approach and interviews with various key people within the construction industry and nature conservation groups in order to gain a comprehensive understanding of the issue.

The first part of the work involves interviews with staff from Skanska, the Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket) and Allblästring Entreprenad to examine the environmental impacts of concrete production and limestone quarrying. The results show that both concrete production and limestone quarrying can have a major negative impact on the surrounding ecosystem, including lowering the water table, damaging flora and releasing huge amounts of carbon dioxide. Reusing concrete components, switching to fossil-free energy and using cement that is good for the environment are some ways to reduce these harmful effects.

The interview results are compiled and compared in the second part of the study. It is concluded that modern concrete can be a sustainable option if it is properly maintained and produced using better methods. The concrete industry's use of modern materials and technology can contribute to a more sustainable future. Furthermore, the study highlights the need for further research and action to reduce the negative environmental impact of concrete and support more environmentally friendly alternatives.

# Förord

Detta examensarbete representerar avslutningen på min utbildning som Byggnadsingenjör inom ROT 22 på Hermods YH. Inom ramen för detta arbete har jag utforskat miljömässiga aspekter av betong. Att utforska hur betong påverkar miljö med flest fokus på koldioxidutsläpp har varit väldigt intressant och lärorikt då har jag varit med många gjutningar med betong under båda LIA1-2.

I rapporten har jag tagit hjälp av studiematerial, praktiska studier samt intervjuer. Med goda möjligheter att gå bredvid de erfarna tjänstemän som är betong klass 1 och 2 på jobben har detta givit mig en helhetsbild i denna rapport.

Jag lyfter min tacksamhet till mina handledare under LIA 1–2 Björn Viderberg, platschef och Hewa hos Allblästring Entreprenad. Deras coachning och engagemang både på kontoret och fältet har varit framgångsrikt för mig som kommer att sitta som stadig grundsten vid fortsatta resan i byggbranschen.

Självklart är Hermods oförglömlig och framför allt mina lärare som skall ha ett stort tack för att de gjorde det möjligt för mig att skaffa mig mer kunskap och bättre utbildning.

Stockholm, mars 2024

*Muhabbat Kereem*

## Innehåll

Förord .....	4
<b>1.Inledning</b> .....	7
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	7
<b>1.2 Syfte</b> .....	8
<b>1.3 Problemformulering</b> .....	8
<b>1.4 Avgränsning och fokus</b> .....	8
<b>1.5 Metod/ arbetssätt</b> .....	8
<b>2.Teori</b> .....	9
<b>1.Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning och framställning av kalksten?</b> .....	9
2.1 Hur tillverkas betong .....	11
2.2 Vilka delar ingår i betong .....	11
2.2.1 Kalksten.....	11
2.2.2 Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning och framställning av kalksten.....	12
2.2.3 På vilket sätt kan utvinning av kalksten påverka vattenförsörjningen. ....	12
2.2.4 Lera.....	12
2.3 Tillverkning av betong påverkar klimatet på vilket sätt .....	12
2.4 Koldioxid utsläpp .....	13
2.5 grön betong - lägre co2 utsläpp .....	14
2.14 Bindemedel.....	14
2.14.1 Vad är bindemedel.....	14
2.14.2 Alternativa bindemedel .....	15
2.14.3 Nackdelar med bindemedel .....	15
2.14.4 Fördelar med bindemedel .....	16
2.14.5 Alternativa bindemedels mindre påverkan på miljön.....	17
<b>3. Empiri</b> .....	17
3.1 Intervju .....	17
3.2 Intervju .....	19
3.3 Intervju .....	20
3.4Intervju .....	20
<b>4.Resultat</b> .....	22
<b>5.Diskussion</b> .....	23
<b>6.Slutsatser</b> .....	23

<b>5.1</b>	<b>Rekommendationer .....</b>	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>Referenslista .....</b>	<b>24</b>

# 1. Inledning

Under bygnadsingenjörens ROT-utbildning vid Hermods YH har jag fått kunskap i den komplexa världen av ROT (Renovering, omläggning och tilläggning) och behovet av att vara noggrann med metoder och hur det påverkar klimatet. Mot denna bakgrund har jag valt att rikta mitt examensarbete mot ett material som är relevant inom byggindustrin.

Intresset för detta material började under min LIA1 där jag första gången fick vara med att gjuta en bro med betong. De frågor som jag skulle eftersöka dess svar är; Vad är betong? Hur kan man använda betong? Var kommer betong från? I slutändan tänkte jag på hur den påverkar miljön, vilket också har väckt till ytterligare några frågor; Är det bra för miljö eller inte om den är inte bra varför? Här fick jag fördjupa mina kunskaper om betong.

Det var då under denna tid som jag insåg det intresset jag kände materialet och ville vara insatt med detta i min framtida karriär. Att arbeta med betong under LIA1 gav mig inte bara en praktisk inblick i området utan även en förståelse för dessa. Jag kände att jag trivdes med de utmaningar och uppgifter som ämnet innebär, och det väckte ett brinnande intresse för att fördjupa mig ytterligare inom området.

## 1.1 Bakgrund

I nästan hela världen använder man betong till alla byggprojekt. Tillverkning av betong sker genom att man hettar kalksten med lera upp till 1450 grader. Den processen orsakar utsläpp av stora mängder koldioxid som påverkar miljön. Det är därför viktigt att fortsätta forska och utveckla nya hållbara lösningar för betongproduktion för att minska dess miljöpåverkan. För att minska betongens miljöpåverkan kan man använda återvunna material och minska energiförbrukning för att göra betong mer miljövänlig och på detta sätt skydda miljö och göra byggindustrin mer hållbar.

Undersökningar som påvisar betongens miljöpåverkan och hur den kan minskas är av stort intresse för byggbranschen.



Figur 1

## 1.2 Syfte

Avsikten är att undersöka hur betong påverkar klimat och miljö i Sverige. Genom detta arbete vill lära mig om betong och deras påverkan av miljö. Inom ramen för detta arbete är det av yttersta vikt att förstå vad är syfte av att upprätta ett närmare fullständigt miljömässiga aspekter av betong eftersom dess produktion släpper ut stora mängder koldioxid. Med detta examensarbete är syftet att undersöka analysera samt förbättra miljömässiga aspekter av betong, genom att använda mer hållbara material och produktionsmetoder. Målet är att skapa en mer hållbar framtid för byggbranschen.

## 1.3 Problemformulering

- Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning och framställning av kalksten?
- På vilket sätt kan utvinning av kalksten påverka vattenförsörjningen?
- Hur påverkar betongproduktionen klimat?
- På vilket sätt ger cementtillverkning upphov till stora utsläpp av koldioxid?
- Vilka åtgärder vidtas i syfte att kunna minska koldioxidutsläppen i betongindustrin?

## 1.4 Avgränsning och fokus

I denna rapport lägger jag mest fokus på förbättring av miljömässiga aspekter av betong, hur den påverkar klimatet och miljön. Jag har valt att fokusera på hur betong påverkar klimat, miljö och hur man kan minska dessa påverkningar men naturligt visst kan jag inte ta med hur tillverkningens betong påverkar hela världens klimat, utan jag begränsar mig till kunskap och siffror om betongs påverkar miljö i Sverige. Jag vill begränsa mig till framför allt mängden utsläpp av koldioxid.

## 1.5 Metod/ arbetssätt

Urvalet av detta ämnesområde grundar sig på en kombination mellan teoretiska kunskaper samt tips och råd ifrån arbetsledning under praktikperioden.



## 2. Teori

### 1. Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning och framställning av kalksten?

**Samir Ezmorrid** som är produktionsingenjör i Skanska säger att drämst en lokal miljöpåverkan sker av själva brytningen. Dels kan grundvattentillförseln påverkas då kalksten innehåller fler sprickor/hålrum jämfört mot urberg som tillåter för vattenföring och lagring. Dels så ger en kalkberggrundförutsättningar för rik vegetation.

**Claes Englund** i Naturvårdsverket säger kalkbrytning kan lokalt innebära en stor miljöpåverkan där kalkbrottet är. På Gotland finns kalkbrott där man både har problem med att de inkräktar på känslig skogsmark och att själva kalkbrottet innebär att grundvattnet sänks. Grundvattensänkningen innebär risk för vattenbrist på ön och kan innebära att saltvatten tränger in istället.

**Niaz Mirza**, arbetschef i Allblästring, säger att Betong är en stor miljöbov när man framställer och tillverkar den eftersom den släpper ut stora mängder av CO<sub>2</sub>. Betong är en blandning av cement, vatten, sand och grus. Niaz säger att det är framför allt cementen och kalken som påverkar miljön. Det är energin för att värma upp och framställa cement som släpper ut koldioxiden.

Enligt **Thomas Lindholm**, platschef på Allblästring, är den enda miljörisken med betong de stora mängder koldioxid som frigörs vid upphettning av kalksten till 1450 grader. När betongen svalnar absorberar den dock mer koldioxid.

### 2. På vilket sätt kan utvinning av kalksten påverka vattenförsörjningen?

**Samir Ezmorrid** som är produktionsingenjör i Skanska säger grundvattentillförseln påverkas då kalksten innehåller fler sprickor/hålrum jämfört mot urberg som tillåter för vattenföring och lagring.

**Claes Englund** i Naturvårdsverket säger har inte fått ett riktigt svar.

**Niaz Mirza**, arbetschef i Allblästring, säger att han är fel person du att fråga, och har således inget svar att ge.

**Thomas Lindholm**, platschef, säger hålrum och sprickor som finns i kalkstensberggrund försvinner.

### 3. Hur påverkar betongproduktionen klimatet?

**Samir Ezmorrid** säger att det är framför allt koldioxidutsläppen som bidrar till växthuseffekten. Dock bör det beläggas att det inte är betongproduktionen i sig utan produktionen av cement. Själva betongproduktionen innehåller en låg klimatpåverkan.

**Claes Englund** säger att betongproduktion innebär stora utsläpp av CO<sub>2</sub>. Koldioxiden kommer både från förbränningen som sker då kalken bränns och från koldioxid som finns bunden i kalkstenen och släpps ut vid bränningen.

**Niaz Mirza** säger betong påverkar klimat negativt för att den släpper stora mängder av CO<sub>2</sub>.

**Thomas Lindholm** säger den påverkar negativt från början när den släpper mycket koldioxid men när betong blir kallare den tar också in stora mängder av koldioxid.

#### 4. På vilket sätt ger cementtillverkning upphov till stora utsläpp av koldioxid?

**Samir Ezmorrid** säger kort och gott att kalkstenen hettas upp för att tillverka cement (rättare sagt cementklinker). När kalkstenen hettas upp (till ca 1000 grader Celsius) frigörs koldioxid ur materialet. Cirka 65% av utsläppet kommer ifrån koldioxid som frigörs ur materialet och cirka 35% ifrån bränslena som erfordras för upphettning.

**Claes Englund** säger att betongproduktionen innebär stora utsläpp av CO<sub>2</sub>. Koldioxiden kommer både från förbränningen som sker då kalken bränns och från koldioxid som finns bunden i kalkstenen och släpps ut vid bränningen.

Enligt **Niaz Mirza** finns det effektivare metoder för att värma kalksten till 2000 grader Celsius utan att släppa ut lika mycket koldioxid.

**Thomas Lindholm** säger att när kalkstenen hettas upp till 1450 grader då den släpper stora mängder av koldioxid den påverkar klimat och miljö men när betongen blir kallare då den tar in sig stora mängder av CO<sub>2</sub>.

#### 5. Vilka åtgärder vidtas för att minska koldioxidutsläppen i betongindustrin?

**Samir Ezmorrid** säger Cement som är en delprodukt i betongtillverkning står för det största koldioxidutsläppet. Detta byts ut mot klimatförbättrade cement alternativt ersätts med alternativa bindemedel såsom slagg direkt i vår betongproduktion. Notera att klimatförbättrade cement kan exempelvis vara en redan färdig blandning av rent cement samt slagg från cementtillverkare.

Utöver det ställer vi om våra fabriker till fossilfri el m.m. och minskar på spill ifrån produktion. Dessa står för en marginell del av de totala utsläppen men utgör ändå en del i klimatresan mot klimatneutralitet i betongbranschen.

Enligt **Claes Englund** vore det nog lämpligare att fråga cementtillverkarna om vilka åtgärder de vidtar. De borde ha mer kontroll över detta.

**Niaz Mirza** säger man kan minska utsläppen av koldioxid också via transporten av betongen och cementen genom att använda elbilar i stället för diesel och bensinbilar. Det går att ändra till ett bättre klimat om alla jobbar på ett bättre sätt.

**Thomas Lindholm** säger att återanvändning av betong, asfalten återanvänder man nästa 80% varför man återanvänder inte betong man kan krossa betong och återanvänder den på något sätt.

## 2.1 Hur tillverkas betong

Det finns andra sätt att tillverka betong, men att kombinera cement, vatten, grus och sand är en av de mer använda metoderna. Uppvärmning av lera och kalksten till en hög temperatur på 1450 grader är den process som används för att tillverka cement. Sand och grus tillsätts i betongen för att ge den extra struktur och styrka. Betongens formbarhet och kemiska reaktioner i cementen utlöses av vatten. Cement, vatten och ballast är ingredienserna i betong. För att ge den vissa unika egenskaper tillsätts additiv som flöde och luftinblandning. Efter att ha kombinerats i en betongblandare ges dessa ingredienser till kunden. För att bibehålla en lämplig temperatur för betongen under vintern värms vattnet och ballasten upp.

<https://www.naturskyddsforeningen.se>  
Publicerad 7 feb, 2022

## 2.2 Vilka delar ingår i betong

I betongen ingår tre huvudsakliga material, som till exempel ballastmaterial (det vill säga sand och grus). I betong ingår också vatten.

<https://www.betongforeningen.se>

### 2.2.1 Kalksten

**(KALKSTEN** bildas genom avsättning av kalkslam och skal från olika havsdjur, och är därför ofta mycket rik på fossil. Vissa kalkstenar, exempelvis på Gotland, representerar fossila korallrev, som begravts av yngre sediment. **Krita** är en mycket finkornig kalksten, uppbyggd av mikroskopiska skalrester. Kalkstenar kan även bildas genom kemisk avsättning av kalk runt varma källor på havsbotten eller på land (**travertin**))



**Figur 2**

<https://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden.7036.html>

Senast ändrad: 2024-02-22 14

## 2.2.2 Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning och framställning av kalksten

Den omgivande ekologin där ett kalkbrott är beläget kan påverkas avsevärt av kalkbrytningen. På Gotland finns kalkstensbrott där problem uppstår på grund av brottets egen sänkning av grundvattennivåerna samt dess ingrepp i känslig skogsmark. Grundvattennivåerna sjunker, vilket ökar risken för vattenbrist på ön och kan leda till att saltvatten tränger in i stället Enligt (Samir Ezmorod, produktionsingenjör, Skanska)

## 2.2.3 På vilket sätt kan utvinning av kalksten påverka vattenförsörjningen.

Dels kan grundvattentillförseln påverkas då kalksten innehar fler sprickor/hålrum jämfört mot urberg som tillåter vattenföring och lagring.

[https://www.google.se/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.regeringen.se/contentassets/11d3d10bd59947668bf65cddc3b7f7c2/kunskapslaget-pa-karnavfallsområdet-sou-200135-del-iii-grundvatten-i-hart-berg---en-analys-av-kunskapslaget.pdf&ved=2ahUKEwjNufe4sKOFAXX8FBAIHf8zBIgQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw0-Iq0T4IN\\_A6JVMOZxTXTq](https://www.google.se/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.regeringen.se/contentassets/11d3d10bd59947668bf65cddc3b7f7c2/kunskapslaget-pa-karnavfallsområdet-sou-200135-del-iii-grundvatten-i-hart-berg---en-analys-av-kunskapslaget.pdf&ved=2ahUKEwjNufe4sKOFAXX8FBAIHf8zBIgQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw0-Iq0T4IN_A6JVMOZxTXTq)

## 2.2.4 Lera

Lera är en typ av jordart som består av partiklar av mineraler och organiskt material. Den har en mjuk och formbar konsistens när den är fuktig, men den blir hård och fast när den torkar. Lera används inom olika industrier och uppenbarligen som byggmaterial.



**Figur 3**

<https://www.google.se/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.naturkyddsforeningen.se/faktablad/sveriges-jordar/&ved=2ahUKEwjb09GXtKOFAXXwLBAIHfMUCN8QFnoECDEQAQ&usg=AOvVaw1egDDjvcq8IvGsnZ6FxErP>

## 2.3 Tillverkning av betong påverkar klimatet på vilket sätt

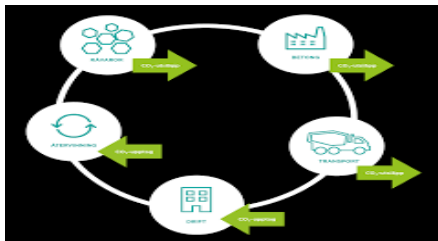
1. Betong påverkar klimatet genom att den släpper stora mängder av växthusgaser och framför allt koldioxid.
2. Betong sämre egenskaper den påverkar miljön.

1. <https://www.google.se/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/cement-klimat-och-miljo/&ved=2ahUKEwiq6cvrtKOFAXWuPxAIHZ1KAIEQFnoECBEQAw&usg=AOvVaw2p0leNmoQKXl47nLTf8WBG>

2. [https://studier.nti.se/file/eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpZCI6NTM2OTY0LCJjbHMiOiJDb3Vyc2VSZXNvdXJjZSIsImV4cCI6MTcxMjE3OTAzMywicHJldmllld1R5cGUiOiJ1bmtub3duIn0.leXxT3ByCEInbWlyKgp\\_qMhC1jf9zal2VfkRVvkPKOQ](https://studier.nti.se/file/eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpZCI6NTM2OTY0LCJjbHMiOiJDb3Vyc2VSZXNvdXJjZSIsImV4cCI6MTcxMjE3OTAzMywicHJldmllld1R5cGUiOiJ1bmtub3duIn0.leXxT3ByCEInbWlyKgp_qMhC1jf9zal2VfkRVvkPKOQ)

## 2.4 Koldioxid utsläpp

(Betongs klimatpåverkan sker under produktions skedet och livscykelanalyser av betong visar att mer än 90 procent av koldioxidutsläppen i betongen kommer från tillverkningen av råvaran cement. Cementklinker tillverkas av kalksten och finmalt lermaterial som hettas upp till höga temperaturer. Under processen frigörs koldioxid, vilket står för cirka 60 procent av cementets klimatpåverkan och resterande 40 procent kommer från bränslena. Övriga koldioxidutsläpp under betongens produktionskedje kommer från transporter, som står för 5–8 procent, samt från tillverkningen av betong och betongprodukter på fabrikerna, vilket uppgår till cirka 1-5 procent)

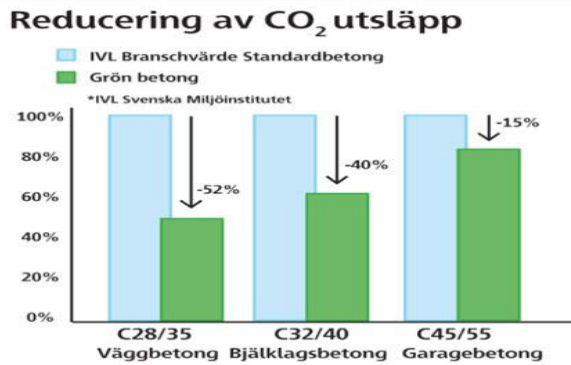


**Figur 4**

<https://betonginitiativet.se/uppgraderad-fardplan-klimatneutral-betong-2030/>

(Förbränning av biomassa i Sverige gav upphov till drygt 53 miljoner ton biogen koldioxid under 2022. Utsläppen av biogen koldioxid från förbränning av biomassa i Sverige har mer än fördubblats sedan 1990, vilket beror på att användning av fossila bränslen till stor del har ersatts med biomassa.)

[Mer information om utsläpp av biogen koldioxid från förbränning av biomassa i Sverige](#)



**Figur 5**

## 2.5 grön betong - lägre co2 utsläpp

(Ju lägre CO<sub>2</sub>-utsläpp desto högre betyg kan erhållas. Grön betong kan sänka CO<sub>2</sub>-utsläpp med upp till 52% jämfört med konventionell betong och kan därför bidra stort till att sänka klimatpåverkan. För att uppnå total Guld för hela projektet måste Guld uppnås på flera indikatorer)

Enligt Samir Ezmorrod, Produktionsingenjör.

[www.skanska.se](http://www.skanska.se)

## 2.14 Bindemedel

Inom konstruktions- och materialteknik spelar bindemedel en avgörande roll för att hålla ihop partiklar eller fibrer och bilda en homogen struktur eller form (Kupryianchyk & Song, 2021). Dessa material har en rad olika användningsområden, från medicinska formuleringar till framför allt byggmaterial, och deras egenskaper förändras beroende på behoven och användningen i det specifika tillämpningsområdet.

### 2.14.1 Vad är bindemedel

Bindemedel är material som bildar kemiska eller fysiska bindningar mellan partiklar och fibrer för att hålla ihop dem (Kupryianchyk & Song, 2021). Dessa material behövs för att skapa stabila former och strukturer av lösa material. Det färdiga materialet är starkare och mer stabilt eftersom bindemedlet förhindrar att fibrerna eller partiklarna separeras eller rör sig genom att binda ihop dem.

Ett bindemedels kemiska sammansättning och struktur bestämmer dess egenskaper. Medan vissa bindemedel fungerar genom fysiska interaktioner som kohesion eller adsorption, kan andra härda genom kemiska processer (Kupryianchyk & Song, 2021). Cement i betong, polymerer i plast, gelatin i läkemedel i tablettform och bindemedel i färg är några exempel på bindemedel.

Eftersom de underlättar formbarhet och konstruktion av komplicerade strukturer är bindemedel viktiga för design- och tillverkningsprocesser (Kupryianchyk & Song, 2021).

Bindemedel kan påverka ett materials styrka, flexibilitet, kemiska beständighet och hållbarhet utöver dess bindningsegenskaper.

## 2.14.2 Alternativa bindemedel

Det finns flera alternativa bindemedel för olika användningsområden. En viktig klass av dessa alternativ är polymerer (SGU, 2023). Polymerbindemedel används bland annat vid tillverkning av plast, tätningsmedel och lim. Deras starka bindningsegenskaper och förmåga att anpassas till individuella krav gör dem till ett attraktivt alternativ på grund av deras flexibilitet. Trots sina fördelar har polymera bindemedel flera nackdelar, som till exempel ökade tillverkningskostnader och miljöproblem i samband med återvinning och nedbrytning.

Ett annat populärt bindemedel inom byggsektorn är cement, som är särskilt användbart för tillverkning av betong (SGU, 2023). Dess överkomliga pris och relativa hållbarhet är två av dess viktigaste fördelar. Tillverkningen av cement har dock en stor negativ inverkan på miljön och är känslig för brott.

I kompositmaterial och specifika tillämpningar används ofta organiska bindemedel som epoxi och fenolharts (Paint-pro, n.d.). Dessa är tilltalande val på grund av sin utmärkta hållfasthet, kemikaliebeständighet och formbarhet. Högre kostnader och negativ miljöpåverkan vid användning och tillverkning är vanliga nackdelar (Ruico, 2021).

Slutligen kan ett fåtal biologiska komponenter, som lignin, användas som bindemedel i en mängd olika produkter, inklusive livsmedel och läkemedel (Hidalgo, 2021). Att biologiska bindemedel är giftfria och biologiskt nedbrytbara är två av deras fördelar. De kan dock ha begränsningar när det gäller styrka och fuktkänslighet.

SGU (2023). Alternativa bindemedel – nödvändiga för att minska beroende av kalksten i betong. Sveriges geologiska undersökning. <https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2023/februari/alternativa-bindemedel--nodvandiga-for-att-minska-beroende-av-kalksten-i-betong/> (Hämtad: 2024-03-17)

## 2.14.3 Nackdelar med bindemedel

Bindemedel är avgörande för att skapa stabila strukturer och material, men de har också sina nackdelar och utmaningar. Några av de främsta nackdelarna med bindemedel inkluderar:

- Påverkan på miljön: Många bindemedel, särskilt de som baseras på kemiska komponenter eller processer, kan ha en stor inverkan på miljön (Metallkompetens, n.d.). Vissa bindemedel kan kräva mycket energi och resurser för att produceras, vilket kan leda till att ytterligare föroreningar och växthusgaser släpps ut i atmosfären. Dessutom kan avfall och utsläpp som uppstår vid användning av bindemedel förorena luft, vatten och mark.

- Hälsorisker: Vissa bindemedel, särskilt de som innehåller irriterande eller giftiga material, kan vara skadliga för hälsan hos människor som hanterar dem (Metallkompetens, n.d.). Vissa bindemedel innehåller föreningar som kan orsaka allergiska reaktioner, andningsbesvär eller andra hälsoproblem när man utsätts för dem. Därför är det viktigt att hantera och använda bindemedel med försiktighet och att följa alla säkerhetsföreskrifter.

- **Kostnad:** Kostnaden för att producera eller skapa material eller produkter som innehåller vissa bindemedel kan öka på grund av deras höga produktions- eller anskaffningskostnader (Metallkompetens, n.d.). Produktens tillgänglighet för olika marknadssektorer och dess övergripande konkurrenskraft kan påverkas av höga priser på bindemedel.

- **Begränsad tillgänglighet:** På grund av begränsad produktionskapacitet eller regionala begränsningar av tillgången på råmaterial kan vissa bindemedel vara svårare att få tag på än andra (Metallkompetens, n.d.). Vissa bindemedel kanske inte finns tillgängliga i vissa områden eller sektorer, vilket kan begränsa deras användning och göra det nödvändigt att söka efter andra alternativ.

- **Hållbarhetsproblem:** Många vanliga bindemedel håller inte särskilt länge och är inte lätta att återvinna eller återanvända efter användning (Metallkompetens, n.d.). Detta kan leda till problem med sophantering och ökad belastning på avfallsanläggningar och miljösystem.

Kupryianchyk, D. & Song, X. (2021). Stabilisering med alternativa bindemedel - Sammanställning av geotekniska egenskaper, klimatpåverkan och kostnad. SIG: Statens geoteknologiska institut med uppdrag av Trafikverket. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1607299/FULLTEXT02.pdf> (Hämtad: 2024-03-18)

## 2.14.4 Fördelar med bindemedel

Trots de ovan nämnda nackdelarna har bindemedel också en mängd anmärkningsvärda fördelar och fördelaktiga egenskaper som gör dem viktiga inom ett brett spektrum av områden och tillämpningar (Redelius, 1995). Nedan följer några av de viktigaste fördelarna med att använda bindemedel:

- **Förbättrad styrka:** Genom att binda samman partiklar eller fibrer gör bindemedel det möjligt att skapa strukturer och material med större styrka och stabilitet (Redelius, 1995). Materialen blir därmed starkare och mer motståndskraftiga mot yttre belastningar och mekanisk påverkan.

- **Formbarhet och bearbetbarhet:** Bindemedel gör att materialen kan formas och bearbetas, vilket gör det möjligt att skapa komplicerade strukturer och former som passar en mängd olika ändamål (Redelius, 1995). Därför är bindemedel viktiga för produktionen av varor inom en mängd olika branscher, inklusive livsmedels-, läkemedels- och byggsektorn.

- **Ökad hållbarhet:** Genom att stärka ett materials eller en produkts motståndskraft mot yttre faktorer som fukt, kemikalier och UV-strålning bidrar bindemedel i hög grad till att förlänga dess livslängd (Redelius, 1995). Detta är särskilt viktigt för bygg- och infrastrukturprojekt, eftersom de material som används där måste kunna uthärda långvarig exponering för olika klimat och miljöfaktorer.

- **Mindre materialanvändning:** Med hjälp av bindemedel kan material anpassas så att de kräver mindre material samtidigt som de önskade egenskaperna bibehålls (Redelius, 1995). Detta kan leda till lägre tillverknings- eller byggkostnader och en mer resurseffektiv användning av resurser.



- Potential för materialinnovation: Genom att bindemedel gör det möjligt att skapa nya material med förbättrade egenskaper och funktioner öppnar de upp för materialinnovation (Redelius, 1995). Forskare och ingenjörer kan utveckla material som uppfyller vissa krav och kriterier inom många tillämpningsområden genom att experimentera med olika bindemedel och deras sammansättningar.

## 2.14.5 Alternativa bindemedels mindre påverkan på miljön

Det är absolut nödvändigt att minska bindemedlens miljöpåverkan för att främja hållbarheten inom en rad olika branscher. Det finns sätt att uppnå detta mål med miljövänliga alternativa bindemedel. Här följer några exempel på sådana substitut och hur de kan bidra till att minska miljöpåverkan:

- Återvunna bindemedel: Genom att använda återvunna material för att skapa bindemedel behöver mindre färsk råvaror utvinnas och bearbetas (Rosholm, 2023). Användning av återvunnet material minskar mängden avfall, resursförbrukning och energiintensiva processer för bindemedelstillverkning. Återvunna polymerer och återvunnen betong är två exempel på återvunna bindemedel.

- Lösningssmedelsfria eller vattenbaserade bindemedel: Många konventionella bindemedel kräver användning av lösningsmedel, som kan vara giftiga för arbetare och skadliga för miljön (Auson, n.d.). Genom att använda bindemedel som är vattenbaserade eller lösningssmedelsfria kan man minska utsläppen av flyktiga organiska föreningar (VOC) och sannolikheten för luft- och vattenföroreningar.

- Mineralbaserade bindemedel: Vissa bindemedel, inklusive kalk och gips, är baserade på mineraler som ofta finns i miljön (Combimix, 2022). Jämfört med bindemedel baserade på kemiska föreningar som kräver energiintensiva processer för att genereras, kan dessa material vara mindre farliga för miljön. Mineralbaserade bindemedel har dessutom möjlighet att vara återvinningsbara eller biologiskt nedbrytbara, vilket minskar deras miljöpåverkan när de är färdiga.

SGU (2023). Alternativa bindemedel – nödvändiga för att minska beroende av kalksten i betong. Sveriges geologiska undersökning. <https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2023/februari/alternativa-bindemedel--nodvandiga-for-att-minska-beroende-av-kalksten-i-betong/> (Hämtad: 2024-03-17)

## 3. Empiri

### 3.1 Intervju

Jag har varit i kontakt med Samir Ezmorrod produktionsingenjör Skanska Industrial Solutions Region Betong Teknik per telefon. Sedan skickade jag mina frågor till honom via mejl, och fick följande svar enligt nedanstående:

### **1. Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning av kalksten?**

Främst en lokal miljöpåverkan sker av själva brytningen.

Dels kan grundvattentillförseln påverkas då kalksten innehar fler sprickor/hålrum jämfört mot urberg som tillåter för vattenföring och lagring.

Dels så ger en kalkberggrundförutsättningar för rik vegetation.

För mer information om denna punkt så rekommenderar jag att rådfråga Heidelberg Cement Materials Sweden

### **2. På vilket sätt kan utvinning av kalksten påverka vattenförsörjningen?**

Se punkt nr 1. Hålrum och sprickor som finns i kalkstensberggrund försvinner

### **3. Hur påverkar betongproduktionen klimat?**

Framför allt är det koldioxidutsläppen som bidrar till växthusgaseffekten. Dock bör det belysas att det inte är betongproduktionen i sig utan produktionen av cement.

Själva betongproduktionen innehar en låg klimatpåverkan.

### **4. På vilket sätt ger cementtillverkning upphov till stora utsläpp av koldioxid?**

Kort beskrivet så hettas kalksten upp för att tillverka cement (mer korrekt cementklinker).

När kalkstenen hettas upp (till ca 1000 grader Celsius) så frigörs koldioxid ur materialet.

Cirka 65% av utsläppet kommer ifrån koldioxid som frigörs ur materialet och cirka 35% ifrån bränslena som erfordras för upphettning.

### **5. Vilka åtgärder vidtas för att minska koldioxidutsläppen i betongindustrin?**

Cement som är en delprodukt i betongtillverkning står för det största koldioxidutsläppet.

Detta byts ut mot klimatförbättrade cement alternativt ersätts med alternativa bindemedel såsom slagg direkt i vår betongproduktion.

Notera att klimatförbättrade cement kan exempelvis vara en redan färdig blandning av rent cement samt slagg från cementtillverkare.

Utöver det ställer vi om våra fabriker till fossilfri el m.m. och minskar på spill ifrån produktion. Dessa står för en marginell del av de totala utsläppen men utgör ändå en del i klimatresan mot klimatneutralitet i betongbranschen.

Vänliga hälsningar,  
Samir Ezmorrod

**Samir Ezmorrod**  
Produktionsingenjör

Skanska Industrial Solutions  
Region Betong  
Teknik  
[www.skanska.com](http://www.skanska.com)  
S-112 74 Stockholm, Sweden

Office: Warfvinges väg 25  
Phone: +46 76 852 7189  
Mobile: +46 10 449 1283  
E-mail [samir.ezmorrod@skanska.se](mailto:samir.ezmorrod@skanska.se)

Follow Skanska in social media:  
[www.facebook.com/skanska](http://www.facebook.com/skanska)  
[www.linkedin.com/company/skanska](http://www.linkedin.com/company/skanska)  
[www.twitter.com/skanskagroup](http://www.twitter.com/skanskagroup)

## 3.2 Intervju

### Mina frågeställningar till Naturvårdsverket

#### 1. Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning och framställning av kalksten?

Kalkbrytning kan lokalt innebära en stor miljöpåverkan där kalkbrottet är. På Gotland finns kalkbrott där man både har problem med att de inkräktar på känslig skogsmark och att själva kalkbrottet innebär att grundvattnet sänks. Grundvattensänkningen innebär risk för vattenbrist på ön och kan innebära att saltvatten tränger in istället.

#### 1. På vilket sätt kan utvinning av kalksten påverka vattenförsörjningen?

2 och 5. Frågan om vilka åtgärder som görs är det nog lämpligare att du ställer till cementtillverkarna. De borde ha bättre koll på detta.

#### 3. Hur påverkar betongproduktionen klimatet?

3 och 4. Betongproduktion innebär stora utsläpp av CO<sub>2</sub>. Koldioxiden kommer både från förbränningen som sker då kalken bränns och från koldioxid som finns bunden i kalkstenen och släpps ut vid bränningen.

#### 4. På vilken sätt ger cementtillverkning upphov till stora utsläpp av koldioxid?

3 och 4. Betongproduktion innebär stora utsläpp av CO<sub>2</sub>. Koldioxiden kommer både från förbränningen som sker då kalken bränns och från koldioxid som finns bunden i kalkstenen och släpps ut vid bränningen.

#### 5. Vilka åtgärder vidtas för att minska koldioxidutsläppen i betongindustrin?

2 och 5. Frågan om vilka åtgärder som görs är det nog lämpligare att du ställer till cementtillverkarna. De borde ha bättre koll på detta.

Hälsningar Claes

Claes Englund

NATURVÅRDSVERKET

BESÖK: Forskarens väg 5, Östersund  
BESÖK: Virkesvägen 2, Stockholm  
POST: 106 48 Stockholm  
TELEFON: 010-698 10 00 (Kundtjänst)  
[www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)  
Läs om hur Naturvårdsverket behandlar  
dina [personuppgifter](#)

### 3.3 Intervju

Med över 20 års erfarenhet av anbudsberäkningar har Thomas Lindholm, platschef och teknisk specialist på Allblästring Entreprenad, varit verksam inom byggsektorn sedan 1970-talet och aldrig haft några problem med att beräkna kostnaden för varor kopplade till schaktning, återfyllning och rivning. Han vill belysa de aktuella effekterna av dessa regler, men han vill inte fördjupa sig i de miljömässiga svårigheterna eftersom han anser att de ibland är överdrivna och komplicerade.

Thomas Lindholm hävdar att det enda sättet som betong hotar miljön är under uppvärmningsprocessen, som producerar mycket koldioxid när kalksten värms upp till 1450 grader. Men när temperaturen sjunker tas koldioxiden upp igen av betongen.

Thomas menar att modern betong, som inte betraktas som grön, kan hålla i hundra år med rätt underhåll. För att betong ska överleva så länge som möjligt är det viktigt med god hantering och underhåll. För att förlänga betongens livslängd är det också viktigt att välja förstklassiga material och följa bästa metoder under konstruktion och anläggning.

Jämfört med berggrund innehåller kalksten ofta fler naturliga sprickor och hålrum, vilket kan underlätta för vatten att passera genom materialet. Thomas förklarar att detta beror på att vatten kan tränga in i sprickorna och följa dem genom stenen.

Thomas tycker det kan finnas osäkerhet kring de långsiktiga miljöeffekterna av grön betong eftersom det är svårt att förutsäga exakt hur materialet kommer att bete sig över tid. Grön betong kan till exempel ha andra egenskaper eller kemiska sammansättningar som kan påverka dess hållbarhet eller miljöpåverkan på lång sikt.

När man bedömer miljövänliga alternativ som grön betong är det viktigt att göra en noggrann bedömning av hela dess livscykel, inklusive utvinning av råmaterial, tillverkning, användning och avfallshantering. Detta innebär att överväga hur materialet påverkar miljön under hela dess livstid, inte bara vid tillverkningsstadiet.

### 3.4 Intervju

**Här kommer mina frågeställningar till Niaz Mirza, arbetschef i Allblästring som har betong klass 1,2**

**Vilken negativ miljöpåverkan sker vid brytning och framställning av kalksten?**

**Svar:**

Betong är en stor miljöbov när man framställer och tillverkar den eftersom den släpper ut stora mängder av Co<sub>2</sub>. Betong är en blandning av cement, vatten, sand och grus.

Niaz säger att det är framför allt cementen och kalken som påverkar miljön. Det är energin för att värma upp och framställa cement som släpper ut koldioxiden.

**På vilket sätt kan utvinning av kalksten påverka vattenförsörjningen?**

**Svar:**

Niaz säger att han inte är den personen som kan besvara på denna fråga: "Jag kan tyvärr inte svara på den frågan men man kan fråga miljöförvaltningen, domstolarna och kommunerna"

**Hur påverkar betongproduktionen klimatet?**

**Svar:**

Det är självklart att den påverkar negativt.

**På vilket sätt ger cementtillverkning upphov till stora utsläpp av koldioxid?**

**Svar:**

Cementtillverkning, transport och användning av betong påverkar klimatet, säger han, men det går att förbättra situationen. Man kan jobba lite bättre med transporten och använda elbilar eller biogasbilar för att transportera betongen. Om alla arbetar tillsammans på ett bättre sätt kan man ändra till en bättre klimatpåverkan.

Cementtillverkningen har stor påverkan på utsläppen, och ja, det stämmer om man inte ställer krav, säger Niaz.

**Vilka åtgärder vidtas för att minska koldioxidutsläppen i betongindustrin?**

**Svar:**

Niaz påpekar att den betong som för närvarande används har använts i över 40 år, och vi har en välkänd hanteringsmetod för den. Vi har tagit prover på den icke-klassificerade betongen. Han ogillar tanken på att blanda något nytt med den befintliga betongen. Den klassificerade betongen har bara testats i laboratoriet vi har ännu inte testat den i praktiken och vet inte hur den kommer att bete sig över en 50-årsperiod och hur den kommer att påverka klimatet och miljön.

Han rekommenderar därför inte att man tillsätter några nya ämnen till betongen, eftersom man i stället kan kontrollera och vidta åtgärder för att minska energianvändningen vid brytning, cementtillverkning och transport. Man kan också arbeta med och förbättra effektiviteten i skärningsprocessen. Genom att använda fossilfri energi och genom att komma på innovativa och effektivare arbetsmetoder kan man uppnå samma mål.

Han föreslår också att man återanvänder betongen i stället. Eftersom asfalt används ungefär 80% av tiden frågar **Niaz**: "Varför inte återanvända betong? Man kan krossa den och använda den igen.

## 4.Resultat

**Claes Englund** från naturvårdverket säger att betongproduktion innebär stora utsläpp av Co<sub>2</sub>. Koldioxiden kommer både från förbränningen som sker då kalken bränns och från koldioxid som finns bunden i kalkstenen och släpps ut vid bränningen.

**Niaz Mirza**, arbetschef i Allblästring, säger att Betong är en stor miljöbov när man framställer och tillverkar den eftersom den släpper ut stora mängder av Co<sub>2</sub>. Betong är en blandning av cement, vatten, sand och grus. Niaz säger att det är framför allt cementen och kalken som påverkar miljön. Det är energin för att värma upp och framställa cement som släpper ut koldioxiden.

Enligt **Thomas Lindholm**, platschef på Allblästring, är den enda miljörisken med betong de stora mängder koldioxid som frigörs vid upphettning av kalksten till 1450 grader. När betongen svalnar absorberar den dock mer koldioxid.

**Samir Ezmorrid** produktionsingenjör säger att det är framför allt koldioxidutsläppen som bidrar till växthuseffekten. Dock bör det belysas att det inte är betongproduktionen i sig utan produktionen av cement. Själva betongproduktionen innehar en låg klimatpåverkan.

Enligt **Naturskyddsföreningen** betong påverkar klimatet genom att den släpper stora mängder av växthusgaser och framför allt koldioxid.

**Niaz Mirza** säger betong påverkar klimat negativt för att den släpper stora mängder av Co<sub>2</sub>.

**Thomas Lindholm** säger den påverkar negativt från början när den släpper mycket koldioxid men när betong blir kallare den tar också in stora mängder av koldioxid.

**Samir Ezmorrid** säger kort och gott att kalkstenen hettas upp för att tillverka cement (rättare sagt cementklinker). När kalkstenen hettas upp (till ca 1000 grader Celsius) frigörs koldioxid ur materialet. Cirka 65% av utsläppet kommer ifrån koldioxid som frigörs ur materialet och cirka 35% ifrån bränslena som erfordras för upphettning.

**Claes Englund** säger att betongproduktionen innebär stora utsläpp av Co<sub>2</sub>. Koldioxiden kommer både från förbränningen som sker då kalken bränns och från koldioxid som finns bunden i kalkstenen och släpps ut vid bränningen.

Enligt **Niaz Mirza** finns det effektivare metoder för att värma kalksten till 2000 grader Celsius utan att släppa ut lika mycket koldioxid.

**Thomas Lindholm** säger att när kalkstenen hettas upp till 1450 grader då den släpper stora mängder av koldioxid den påverkar klimat och miljö men när betongen blir kallare då den tar in sig stora mängder av Co<sub>2</sub>.

**Resultatet för detta examensarbete att betong har negativa miljöpåverkan för att den släpper stora mängder av koldioxid.**

## 5.Diskussion

Sedan dess har jag lärt mig att betong verkligen är skadligt för miljön och har en negativ inverkan på den. Men Det går att ändra till ett bättre klimat om alla jobbar på ett bättre sätt. Man kan minska utsläppen av koldioxid också via transporten av betongen och cementen genom att använda elbilar i stället för diesel och bensinbilar, alternativa bindemedel eller återanvända betong på något sätt.

Jämfört med urberg innehåller kalksten ofta fler naturliga sprickor och hålrum, vilket kan underlätta vattnets passage genom ämnet. Detta beror på att vatten kan tränga in i sprickorna och färdas genom stenen, vilket ökar vattnets rörlighet och potentialen för vattenflöde. På grund av sina luckor och sprickor kan kalkstenen snabbare släppa igenom vatten än urberget, som har en lägre genomsläpplighet men ofta en större vattenlagringskapacitet. För att kunna hantera vattenresurser på rätt sätt är det viktigt att förstå dessa skillnader, särskilt i geologiska miljöer som innehåller både urberg och kalksten.

## 6.Slutsatser

Många vill inte svara, så även om min undersökning har genererat en del svar, har den inte resulterat i alla svar. Jag är fortfarande inte säker, men jag är ganska säker på att det är bättre att använda dagens betong, eftersom den håller längre om vi behandlar den väl. Vi har använt den ett tag nu, och vi har försökt komma på sätt att använda den bättre och göra den mer miljövänlig genom att använda mer hållbara material och produktionstekniker. Målet är att skapa en mer hållbar framtid för byggsektorn. Genom att använda elfordon istället för diesel- och bensindrivna fordon vid transporter av betong och cement kan även koldioxidutsläppen minskas. Om alla arbetar mer effektivt kan ett bättre klimat uppnås.

### 5.1 Rekommendationer

Jag föreslår att man använder sig av nutida betong i byggbranschen eftersom den, med rätt underhåll, kommer att hålla längre. Romarna byggde till exempel sina massiva strukturer med betong, som är ett robust material. För att tillverka den använde de sten, sand och cement. Med hjälp av detta material kunde de bygga magnifika byggnader som akvedukter, motorvägar, Colosseum och Pantheon, som fortfarande är intakta och i bruk efter mer än 2 000 år. Romarna var skickliga byggare, och deras användning av betong bidrog till att göra deras byggnader starka och hållbara.



**Figur5A**

**Figur5B**

<https://www.rometoolkit.com>

## 7.Referenslista

Allblästring (n.d.)

[www.allblasting.se](http://www.allblasting.se)

(Hämtad: 2024-02-28)

Auson, (n.d.). Utan lösningsmedel. Auson. <https://www.auson.se/utan-losningsmedel/>

(Hämtad: 2024-03-22)

Combimix (n.d.). Mineralbaserade byggprodukter. Combimix.

<https://www.combimix.com/se/produkter> (Hämtad: 2024-03-21)

Heidelberg Materials (n.d.)

[www.cement.heidelbergmaterials.se](http://www.cement.heidelbergmaterials.se)

(Hämtad: 2024-02-26)

Hidalgo, A. (2021). Stora Enso lanserar biobaserat bindemedel. Hållbart Byggande.

<https://hallbartbyggande.com/stora-enso-lanserar-biobaserat-bindemedel/> (Hämtad: 2024-03-18)

Kupryianchyk, D. & Song, X. (2021). Stabilisering med alternativa bindemedel -

Sammanställning av geotekniska egenskaper, klimatpåverkan och kostnad. SIG: Statens

geoteknologiska institut med uppdrag av Trafikverket. [https://www.diva-](https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1607299/FULLTEXT02.pdf)

[portal.org/smash/get/diva2:1607299/FULLTEXT02.pdf](https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1607299/FULLTEXT02.pdf) (Hämtad: 2024-03-18)

Metallkompetens (n.d.). Kemiska bindemedel. Metallkompetens.

[https://metallkompetens.se/handbok/gjuterihandboken/form-och-karnmaterial-for-](https://metallkompetens.se/handbok/gjuterihandboken/form-och-karnmaterial-for-engangsformar/kemiska-bindemedel/)

[engangsformar/kemiska-bindemedel/](https://metallkompetens.se/handbok/gjuterihandboken/form-och-karnmaterial-for-engangsformar/kemiska-bindemedel/) (Hämtad: 2024-03-19)

Naturvårdsverket (n.d.)

[www.naturvardverket.se](http://www.naturvardverket.se)

(Hämtad: 2024-03-11)

Paint-pro (n.d.). Epoxi till målning, rostskydd, limning, laminering och avjämning.

Paintpro.se <https://www.paintpro.se/farg-ytbehandling/epoxiprodukter> (Hämtad: 2024-03-17)

Redelius, P. (1995). Bindemedel – sammanfattning. Asfaltboken.

<https://asfaltboken.se/bindemedel/> (Hämtad: 2024-03-20)

Rosholm, J. (2023). Bindemedel som kan ersätta cement i betong. Byggkoll.

[https://byggkoll.byggjtjanst.se/artiklar/2023/mars/bindemedel-som-kan-ersatta-cement-i-](https://byggkoll.byggjtjanst.se/artiklar/2023/mars/bindemedel-som-kan-ersatta-cement-i-betong/)

[betong/](https://byggkoll.byggjtjanst.se/artiklar/2023/mars/bindemedel-som-kan-ersatta-cement-i-betong/) (Hämtad: 2024-03-22)

Ruico (2021). Vad används fenolharts för? Ruico.

<https://sv.ruicoglobal.com/news/liquid%20phenolic%20resin.html> (Hämtad: 2024-03-17)



SGU (2023). Alternativa bindemedel – nödvändiga för att minska beroende av kalksten i betong. Sveriges geologiska undersökning. <https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2023/februari/alternativa-bindemedel--nodvandiga-for-att-minska-beroende-av-kalksten-i-betong/> (Hämtad: 2024-03-17)

Skanska (2024). *Betong med lägre klimatpåverkan*. Skanska <https://www.skanska.se/vart-erbjudande/produkter-och-tjanster/betong/betongprodukter/betong-med-lagre-klimatpaverkan/> (Hämtad: 2024-02-12)

Thomasbetong (n.d.) [www.thomasbetong.se](http://www.thomasbetong.se) (Hämtad: 2024-02-13)

