



# Återvinning av betong

## – för en cirkulär materialanvändning

---

Recycling of concrete – for a circular use of material



Gustav Winsnes Sunnemark & Gustaf Tinnerstedt

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för landskapsarkitektur, -planering och -förvaltning,

Landskapsingenjörsprogrammet

Alnarp, 2020

## **Återvinning av betong**

*För en cirkulär materialanvändning*

## **Recycling of concrete**

*For a circular use of material*

*Gustav Winsnes Sunnemark & Gustaf Tinnerstedt*

## **Huvudområde och fördjupning**

Kandidatarbete i Landskapsingenjörprogrammet, inriktning landskapsarkitektur.

## **Nyckelord**

Betong, hållbarhet, återvinning, återanvändning, deponi.

**Handledare:** Linn Osvalder, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, -planering och -förvaltning, SLU Alnarp.

**Examinator:** Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, -planering och -förvaltning, SLU Alnarp.

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Självständigt i arbete i landskapsarkitektur, G2E – Landskapsingenjörprogrammet

**Kurskod:** EX0841

**Program:** Landskapsingenjörprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2020

**Omslagsbild:** Gustav Winsnes Sunnemark & Gustaf Tinnerstedt (2020)

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

## Sammanfattning

Detta arbete kommer behandla betong som material ur återvinnings synpunkt och hur återvinningen av betong i Sverige ser ut idag.

Betong är det mest använda byggmaterialet i hela världen och kräver en klimatpåfrestande process för att framställa. Det är av yttersta vikt för oss landskapsingenjörer och arkitekter att säkerställa en cirkulär materialanvändning genom återvinning och återanvändning.

Genom undersökningar som gjorts inom detta arbete kan det konstateras att många verksamma aktörer vill arbeta för en mer miljövänlig bransch. Denna uppsats belyser en del förutsättningar samt hinder som kan vara avgörande faktorer för hur aktörerna gör sina val angående återvinning.

Studien har gjorts utifrån ett miljöperspektiv där miljöaspekter samt vad som anses viktigt för att värna om vår miljö har studerats utifrån betongens livscykel.

Arbetet är grundat på litteraturstudier, enkätundersökning och en intervju. Enkätundersökningen har lyft frågor om hur branschen ser ut idag när det kommer till användning och återvinning av betong.

Studien har också haft som mål att undersöka om det finns nya åtgärder och förslag på användningsområden. Undersökningen gav en bild av hur det ser ut med återvinning bland Sveriges 20 största kommuner och 10 största bygg och anläggningsföretagen idag. Studien visar att det är fullt möjligt att återvinna betong och utveckla arbetet genom att ta fram nya lösningar.

Slutsatsen är att aktörer i landskapsbranschen är positivt inställda till återvinning men att kunskap och resurser saknas. Förhoppningen med det här arbetet är att försöka uppmuntra branschen till att utforska nya lösningar med mindre klimatavtryck för en cirkulär materialanvändning.

*Nyckelord: betong, cirkulär materialanvändning, hållbarhet, återvinning, återanvändning, återvinningsprocess.*

## **Abstract**

This thesis is about concrete as a material through a recycling perspective and how the process of recycling is in Sweden today.

Concrete is the most used construction material in the world, and demands a huge environmental impact to manufacture. It is of high importance for us as landscape engineers and architects to secure a circular use of the material through recycling and reuse.

We can see that many active field practitioners in the field of construction, landscaping and architecture strive for a more environmentally friendly business. Therefore we want to enlighten a couple conditions and a few obstacles that could be crucial factors for how companies, communes and organizations make their choices regarding recycling.

The study has been made through an environmental perspective where we have studied environmental aspects and looked at what is truly important to save our environment, through concrete's lifecycle.

The thesis is based on literature studies, a poll and one interview. The poll lifted questions about how the business occurs today when it comes to the reuse and recycling of concrete.

We have through our study tried to find out whether there are any new solutions and proposals of new areas of reuse. The result we got from our poll shows how Sweden's 20 biggest municipalities and 10 biggest construction companies work with recycling today. The study shows that it is possible to recycle concrete and develop the work through new solutions.

We can draw the conclusion that the landscape and construction businesses are optimistic to recycling but that there is lack of knowledge and resources. Our thought with this study is to encourage the business to explore and investigate in new solutions with less of an impact on our environment to promote a circular use of material.

*Keywords: concrete, circular use of material, sustainability, recycling, reuse, recycling process.*

## **Förord**

Vi skulle vilja tacka dem som har hjälpt och tagit sin tid för att stötta oss under detta arbete.

Speciellt Linn Osvalder och Magnus Dahlström som har handlett oss genom hela arbetet, hjälpt oss med struktur, vägledning och kommit med bra feedback. Vi vill också tacka Hans Hedlund som tog sig tid till att vara med på en intervju och dela med sig av sin kunskap och expertis samt ta del av hans material.

Även stort tack till alla som har deltagit i enkätundersökningen och gjort vår studie möjlig.



## Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Frågeställning	7
1.3 Syfte	8
1.4 Mål	8
1.5 Avgränsning	8
<b>2. Metod</b>	8
<b>3. Litteraturstudie</b>	9
3.1 Betong som material	9
3.2 Betongens påverkan på miljön vid tillverkning	10
3.3 Betongens miljölivscykelanalys	11
3.4 Återvinning av betong	12
3.4.1 Restbetong och rivningsbetong	12
3.4.2 Den krossade betongens kvalitet	13
3.5 Återvinningsprocessen	15
3.5.1 Rivningsmetoder	16
3.5.2 Krossning	17
3.6 Förutsättningar för återvinning	17
3.6.1 Lagstiftning/Regelverk	17
3.6.2 Transport	18
<b>4. Telefonintervju</b>	19
<b>5. Enkätundersökning</b>	21
5.1 Sammanställning av enkätundersökning	21
<b>6. Resultat</b>	24
<b>7. Diskussion</b>	26
7.1 Metoddiskussion	27
<b>Referenser</b>	28
<b>Tabellförteckning</b>	30
<b>Figurförteckning</b>	30
<b>Bilagor</b>	32
Bilaga 1. Enkät, frågor och resultat	32

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Människan har använt betongliknande material sedan flera hundra år f.Kr, men det var först under senare tid som betongen utvecklades till det vi använder idag (Burström 2007). Betong är ett av de äldre byggmaterialen vi har och används inom flera olika typer av infrastrukturer såsom byggnader, fundament, stommar, broar, markbeläggning osv. Betong innehåller de naturliga beståndsdelarna; grus, berg, vatten och cement vilket betyder att 100 procent av betongen kan återvinnas eftersom det är helt organiska material som kan brytas ner i naturen.

Idag finns det redan stora möjligheter att återvinna betong då restmaterial och grovt krossad betong bland annat kan användas som t.ex. fyllnadsmassor i bullervallar & överbyggnader (Fröst 1995). Fördelen med betong är dess mångsidighet, beständighet, formbarhet och hållfasthet. Idag bygger man och använder betong inom många olika områden allt från markbeläggningar, vattenledningar, bostäder, utemöbler och överbyggnader men möjligheterna att utveckla nya användningsområden är många (Burström 2007).

Användandet av återvunnen betong är en hållbar åtgärd både ur ekonomiska och miljömässiga aspekter som således bör implementeras i allra högsta grad för att minska framtagning av ändliga resurser och koldioxidutsläppen.

Problematiken med betong är produktionen och framtagandet av dess komponenter. Produktionen i sig leder till en hög miljöpåverkan, eftersom det krävs mycket exploatering och brytande av naturresurser. Därför kan det vara relevant att den betongen som redan är tillverkad kan återvinnas. Medvetenheten har blivit större i samhället när det gäller att gå mot en miljövänligare framtid, det så kallade kretsloppssamhället har blivit allt viktigare. Ett problem i dagens samhälle är att materialhanteringen är alldeles för enkelriktad, där förbrukat material går direkt till deponi. Det skulle behövas en mer cirkulär materialhantering för att minska på utsläppen, men ett annat argument är att utrymmet för deponi är begränsat. För att på ett effektivt sätt uppnå ett kretsloppssamhälle behövs det mer återvinning och ett större utnyttjande av resurser (Fröst 1995).

### 1.2 Frågeställning

- Vilka åtgärder genomförs idag i landskapsbranschen för att återvinna betong och finns det någon problematik ur ett hållbarhetsperspektiv?
- Finns det andra områden där återvunnen betong kan användas än det som görs idag?



### **1.3 Syfte**

Syftet med arbetet är att bidra med nya idéer och förslag på återvinning och återanvändning av betong inom landskap- och anläggningsbranschen i Sverige. Detta för att utveckla kretsloppssamhället, och få en mer cirkulär materialanvändning.

### **1.4 Mål**

Målet med arbetet är att undersöka om det går att öka användningen av återvunnen betong i urbana miljöer, för att minska produktionen av ny betong.

Vidare är målet att undersöka nya förslag eller lösningar för att driva utvecklingen framåt av återvunnen betong, och se över om det finns nya användningsområden där återvunnen betong kan komma till nytta.

### **1.5 Avgränsning**

Arbetet undersöker hur de större aktörerna i Sverige hanterar ämnet kring återvinning av betong inom bygg- och anläggning. Fokus i arbetet har riktats mot en hållbar utveckling, med inriktning på miljö. De ekonomiska aspekterna kring återvinning av betong behandlas inte i arbetet. Studien riktar sig mot de större kommunerna och aktörerna inom bygg och anläggningsbranschen i Sverige. Studien behandlar inte några andra typer av material än betong.

## **2. Metod**

En litteraturstudie ligger till grund för arbetet där litteratur har samlats in från Epsilon, Google Scholar, SLU Bibliotek och Lunds universitet, för att diskuteras och bearbetas samt jämföra innehåll och ställa litteraturen mot varandra.

Arbetet kommer utföras genom en kvantitativ studie där landskapsbranschens relation till återvinning av betong ska undersökas.

De aktörer inom bygg- och anläggningsbranschen och kommuner som besvarat enkäten är fördelade över landet för att få en generell överblick på hur de arbetar. De största aktörerna valdes eftersom de utför större bygg och anläggningsprojekt och har således en stor inverkan på både samhället och klimatet. Frågorna i enkäten utformades för att ta reda på hur aktörerna och kommunerna arbetar med återvinning idag och i hur stor utsträckning. Frågor ställdes även om hur återvinning av betong eventuellt skulle kunna utvecklas för framtiden, för att bespara på miljön.

Enkäten skickades ut till Sveriges 20 största kommuner och de 11 största bygg- och anläggningsföretagen i Sverige.

En telefonintervju utfördes med Hans Hedlund från Skanska angående framtagande av "grön betong", anläggningsmetoder och användning av återvunnen betong.

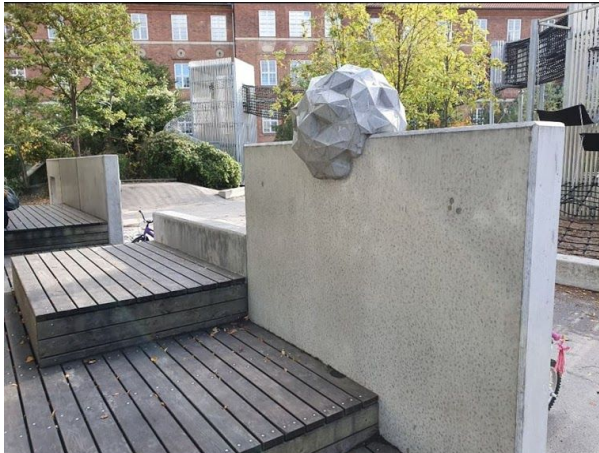
Efter utförd enkät samt intervju sammanställdes datan och ett resultat i form av tabeller, diagram och sammanfattande text togs fram, utifrån de svar som analyserades och diskuterades.

### 3. Litteraturstudie

#### 3.1 Betong som material

Betong innehåller de naturliga beståndsdelarna; vatten, cement och ballast som i sin tur består av sten, grus och sand (Burström 2007). Cement är en blandning av olika komponenter, i den traditionella mest använda cementen (Portland cement) så utgörs den till största del av kalksten, lersten, lera, skiffer och sand. Ofta används olika tillsatsmedel i betongen som gör att dess egenskaper kan påverkas (Lippiatt 2007).

Det går även att variera mängden på betongens olika beståndsdelar, för att få fram önskad egenskap (Burström 2007). Detta gör betong till ett flexibelt material att arbeta med och det finns många möjligheter med materialet, som figur 1. och 2. nedan visar.



*Figur 1. Köpenhamn. Bilden ovan visar en unik väggsulptur på en betongmur på en skola i Köpenhamn med både funktionalitet och estetik.*



*Figur 2. Betongsoffa, Botaniska trädgården i Lund. Bilden ovan visar betongens flexibilitet, det är bara kreativiteten som sätter stopp för vad som kan skapas.*

Betong för anläggning i offentlig miljö är producerat för att ha en livslängd på omkring 50 år, men det har visat sig att den livslängden halveras för "vanlig" betong i urbana miljöer där betongen i flera fall inte har konstruerats för hållbarhet. Detta kan bero på att det är en felprojektering och felplacering, eller att det är en överanvändning av tillsatser (Mehta 1998).

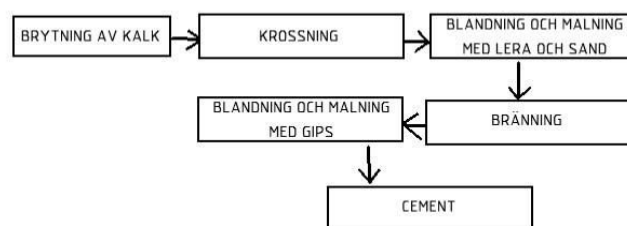
I en artikel av Andersson et al. (2013) förklarar de hur betongstrukturer tar upp koldioxid från omgivningen, det sker på betongens yta om den är exponerad. Denna process kallas karbonatisering. Ungefär 15–20 procent av utsläppen vid framtagning av betong under cementproduktionen absorberas av befintliga betongkonstruktioner. 300 000 ton bara i Sverige återupptas av befintliga betongkonstruktioner. I denna uträkning är inte krossad betong inräknad. Om en effektivisering förbättras av krossning och hantering av rivna betongkonstruktioner för skapande av fler exponerade ytor, så kan denna siffra öka markant.

### 3.2 Betongens påverkan på miljön vid tillverkning

Tillverkning av betong är inte helt problemfri då det leder till en rad negativa påföljder. Bland annat påföljder såsom luftföroreningar, användning av fossila bränslen, olägenheter i form av buller, vibrerande samt direkt påverkan av biodiversitet när brytning av material sker (Marlowe & Mansfield 2002).

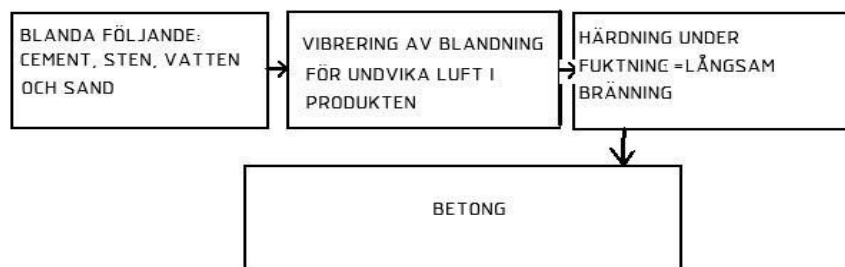
Betongens höga popularitet leder till att miljön lider. Den mest förödande påfrestningen sker till följd av den höga konsumtionen av energi samt höga koldioxidutsläpp, främst under producerandet av cement (Calkins 2009). Vidare menar Calkins (2009) att tillgångarna till betongens beståndsdelar är rika, men tillgångarna kan vara begränsade inom vissa områden beroende på den geografiska placeringen.

Framtagandet av beståndsdelarna leder till ödeläggelse av habitat samt luft- och vattenföroreningar (Calkins 2009). Förutom betongens tre huvudkomponenter, cement, vatten och ballast, används också en rad olika kemikalier i betongblandningen (Kumar Mehta 2001). Figur 3. nedan visar processen i framtagandet av cement.



Figur 3. Illustration över framtagande av cement.

Burström (2001) beskriver att huvudkomponenterna för en betongblandning innefattar en del cement, en del vatten, två delar sand och tre delar sten, vidare kan också andra tillsatser adderas, kemikalier, för att få fram en önskad beständighet. Genom att ändra andelarna av cement och vatten i en betongblandning, går det att påverka och variera betongens egenskaper. Även ballasten (sten och sand) är av intresse då det beroende på bergart kan ge bättre eller sämre hållfasthet. Till exempel silikatbergart ger högre hållfasthet och karbonatbergart ger sämre hållfasthet (Burström 2001). Figur 4. nedan visar på de olika stegen som krävs vid framtagande av betong.



Figur 4. Illustration över framtagande av betong.

Det finns en del åtgärder att ta till för att minimera negativ klimatpåverkan vid framtagning och användning av betong. Studier visar på positiva egenskaper i betong som förbättrad hållbarhet av att använda sig av restprodukter istället för en traditionell cement till exempel GGBS (masugnsslagg), flygaska eller microsilica (Calkins 2009).

### 3.3 Betongens miljölivscykelanalys

Att framställa betong är en klimatintensiv process där de största koldioxidutsläppen sker under produktionen, och under livscykeln har betong en förmåga att absorbera koldioxid. Figur 5. nedan förtydligar denna livscykel och visar de olika stegen. Det är viktigt att energieffektivisera och minimera utsläpp vid framställning, minska andel cement i betong, utforska nya substitut till cement och bygga klimatsmart. I produktionskedet står betongindustrin för ungefär 5 % av Sveriges totala koldioxidutsläpp (Svensk betong 2017).



Figur 5. Betongens kretslopp. Illustrationen visar på de olika faserna och hur koldioxid påverkas under betongens livstid.

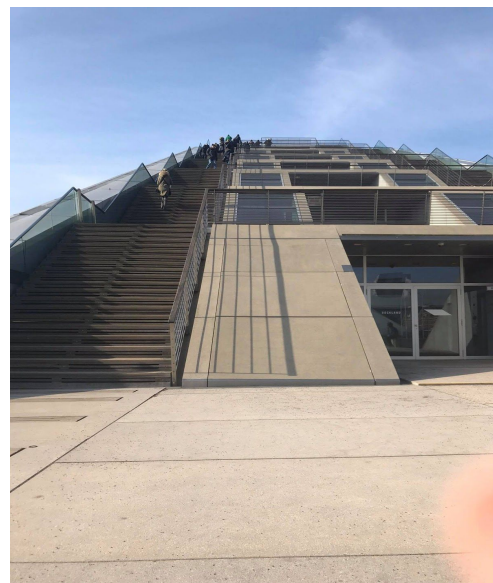
### 3.4 Återvinning av betong

Historiskt sett har byggmaterial alltid återvunnits av oss människor, men under den andra hälften av 1900-talet började det överblivna materialet fraktas ut till deponier istället för att återvinnas (Burström 2007). Detta bör rimligtvis bero på den goda tillgången på nytt material för framställning av betong. Burström (2007) förklarar vidare att en del frågor måste besvaras vid återvinning av material, som dess hållfasthet, beständighet eller om det leder till utsläpp.

Svenska och utländska studier har visat att en krossad betong med god kvalitet har lika bra och ofta bättre mekaniska egenskaper, styvhet och stabilitet, jämfört med motsvarande konventionella material som till exempel bergkross (Ydrevik 2000). Figur 6. och 7. visar att betong som inte uppnår kvalitetskraven för högre tryckpåfrestingar fortfarande kan komma till användning. Grönholm et al. (1999) visar i en studie, där krossad betong jämförts i flera försök med traditionella material, att betongen i alla försök visat på bättre egenskaper än de traditionella materialen.



Figur 6. Betongmur, Köpenhamn.



Figur 7. Dockland office building, Hamburg.

*Om betongen inte når upp till kvalitetskraven som konstruktion, så kan den fortfarande användas till ändamål där den inte utsatts för trafik eller tryckpåfrestningar, som bilden på vänster sida visar denna konstnärliga mur i Köpenhamn.*

#### 3.4.1 Restbetong och rivningsbetong

Beroende på vilket ursprung betongen har kan den kategoriseras som två olika typer; restbetong och rivningsbetong.

Rivningsbetong är det material som är demolerat från anläggningar eller byggnader, medan restbetong är det som kan bli kvar på fabriker efter eventuella tillverkningsfel eller retur (Ydrevik 2000). Men om rivningsbetong ska användas som obundet material i vägkonstruktioner måste en kontroll noggrant utföras, för att säkerställa att den är fri från ämnen som kan belasta miljön.

Rivningsbetong kommer från infrastruktur som vägar och broar samt från byggsektorn vid ombyggnation eller husrivningar. Restbetong kommer från tillverkning av till exempel rör eller prefabricerade väggar (Grönholm et al. 1999). Restbetong bör normalt sett anses vara fri från miljöbelastande ämnen. Rivningsbetongen kan till exempel innehålla ämnen som asbest,

kvicksilver, klorfluorkarboner (skumplast) och polyklorerade bifenyler (fogmassor) (Vägverket 2004).

### **3.4.2 Den krossade betongens kvalitet**

Den krossade betongens kvalitet bör till viss del avgöras beroende på ursprunget av restbetong eller rivningsbetong.

Den tekniska kvaliteten hos krossad betong är till stor del beroende av betongens ursprungliga tryckhållfasthet och dess renhet. Renheten avgörs av hur mycket av annat material som förekommer i betongkrossen. Förekomst av tegel, plast, papp, trä eller annat organiskt material i betongkrossen påverkar dess renhet. Det som krävs för att krossad betong ska vara av hög kvalitet är att materialet har en god renhet samt en hög tryckhållfasthet (Ydrevik 2000). Renheten hos den krossade betongen kan bestämmas genom att det utförs en analys på en mindre mängd av materialet (Ydrevik 1999).

Den krossade betongens kvalitet avgör vad den kan användas till. Den återvunna betongen kan bland annat komma till användning som ballast i ny betong, obundet bär- och förstärkningslager eller som fyllnadsmaterial i till exempel bullervallar (Ydrevik 2000).

Samtidigt som den återvunna betongens kvalitet avgörs av renheten och den ursprungliga tryckhållfastheten, kan den delas in i olika klasser. Ydrevik (1999) delar in ballasten hos den återvunna betongen i fyra olika typer av kvalitetsklasser, där kvalitetsklass 1 är av den högsta kvaliteten.

Klass 1 - består av antingen restbetong eller rivningsbetong med en renhet på 100%, alltså en god kvalitet. Denna betong härstammar från betongkonstruktioner av olika slag, till exempel bjälklag, stödmurar eller betong från broar.

Klass 2 - måste inte vara en renhet på 100%, utan betongen kan tillåtas innehålla en viss del annat material, som till exempel tegel eller metall. Enstaka partiklar kan få förekomma, men det bör vara en strävan mot att det inte ska innehålla några partiklar alls. Denna betong kommer främst från byggnader från 1950-talet eller senare, en så kallad husbetong.

Klass 3 - betong med en låg hållfasthet eller en lägre procentuell renhet, alltså en högre föroreningsgrad. Alternativt kan det vara en kombination av låg hållfasthet och en högre föroreningsgrad.

Klass 4 - Rivningsbetong. Här är varken kvaliteten eller betongens sammansättning känd, men kravet är att minst 90% av materialet bör vara av betong. Och det får inte vara mer än 10% som är av annat material.

Det som gäller för alla kvalitetsklasser är att materialet inte får innehålla ämnen som är skadliga för miljön. Som nämnts tidigare kan det vara ämnen som asbest, kvicksilver, klorfluorkarboner (skumplast) och polyklorerade bifenyler (Ydrevik 1999). Tabell 1. visar de olika användningsområden som betongen kan komma till användning inom, beroende på kvalitetsklass den krossade betongen har.

Användningsområde	Kvalitetsklass			
	1	2	3	4
Ballast till ny betong	X			
Cementstabiliserat grus	X			
Obundet bärlager Väg/gata	X	X		
Förstärkningslager Väg/gata	X	X		
Obundet bärlager Gång- och cykelväg	(X)	X	X	
Förstärkningslager Gång- och cykelväg	(X)	X	X	
Underbyggnad	(X)	(X)	X	X
Fyllnadsmaterial	(X)	(X)	(X)	X

*Tabell 1. Tabellen visar användningsområdena för krossad betong och vilken typ av kvalitetsklass som lämpar sig bäst. X innebär att betongkrossen lämpar sig bra för det angivna området. (X) innebär att betongkrossen är möjlig att använda för det angivna området, men är inte så lämpligt eftersom den har en för god kvalitet.*

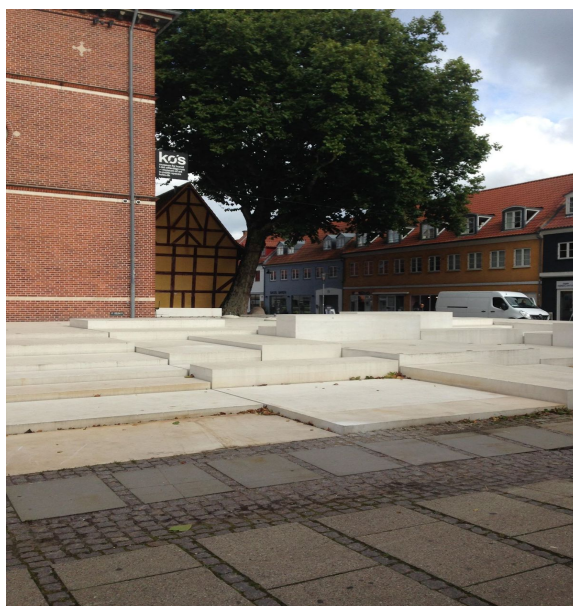
Enligt Fröst (1995) går det att bestämma om materialet lämpar sig till återvinning genom att analysera materialet utifrån vissa kriterier:

- Konstruktion - handlar om svårighetsgraden. Alltså är det svårt eller enkelt att demontera materialet?
- Demonterbarhet - handlar om hur svår eller enkel processen är när det gäller att skilja betongen från andra oönskade material, men ändå behålla en god kvalitet. Skillnaden mellan konstruktion och demonterbarhet är att den sistnämnda handlar om att separera betongen från annat material, som till exempel fogmassor.
- Kvalitet - handlar kort om hur kvaliteten är på materialet. Alltså hur den är tillverkad, hur det har åldrats, materialsammansättning, om materialet är nedsmutsat o.s.v.
- Utseende - den som ska köpa materialet bör rimligtvis bestämma sig för om det berörda materialets utseende är godkänt.
- Lokalisering - hur lång transporten är för materialet som ska återvinnas kan vara viktig att ha i beaktning.

### 3.5 Återvinningsprocessen

Med tanke på kostnader, behov och begränsade resurser för betongrivning och återanvändning så behövs utveckling av teknologi och metoder för en effektiviserad återvinning.

Förutsättningarna för utvecklandet av rivning består till stor del av miljömässiga krav och förordningar, geografiska förutsättningar och även hur säkerhet kommer att fortsätta påverka utvecklandet av metoder och utrustning.



*Figur 8. Markbeläggning i betong. Förberedelser och hänsyn till platsen är av yttersta vikt vid val av rivningsmetod då varje plats har sina utmaningar och förutsättningar. De två olika ytorna på bilden ovan kan möjligtvis ha olika trafikklasser som påverkar val av utrustning.*

Betongåtervinning är oftast kopplat till projektplatsen. Det bör i största grad strävas mot att återanvända material på plats för att minimera transporter, kostnader, och öka effektivitet av maskiner och utrustning samt utnyttja användande av redan befintligt material.

Vid val av rivningsmetod och utrustning så bör följande faktorer beaktas noggrant:

- \* Säkerhet
- \* Budget, Ekonomi
- \* Tidsplan
- \* Kvalitet, omfattning, form & geometri av den rivna betongen
- \* Mängd, plats
- \* Betongens tryckhållfasthet & beständighet
- \* Miljö
- \* Specifika risker för platsen
- \* Sammanhängande konstruktioner

(ACI Committee 555, 2001).

För att kunna återvinna betong är förberedelser och förhindrande av kontaminering av yttersta vikt. Detta säkerställs genom borttagande av fogmaterial, eventuell asfaltlagning etc. (Hiller et al., 2011).



### 3.5.1 Rivningsmetoder

När planeringen och förberedelsearbeten är klara är det tid att börja riva betongen, det finns en mängd olika verktyg, maskiner och utrustning för ändamålet.

Handverktyg såsom kofot och slägga kan användas för mindre rivningsprojekt, till exempel för, tegelmur, väggar eller markbetongs-beläggning. Andra handdrivna verktyg som figur 9. nedan visar kan komma till användning där de stora maskinerna inte når. Exempel på dessa verktyg är tryckluftsdrivna, hydrauliska, elektriska och bensindrivna verktyg.



*Figur 9. Vid mindre ingrepp används som illustrerat på bilden en rivningsborr. (I-90 Repair - May 5 av WSDOT CC BY-NC-ND 2.0).*

Figur 10. visar en större anläggning där det är mer gynnsamt att använda sig av fordonsmonterade verktyg. Rivningsutrustningen varierar beroende på omfattningen. Vid större ingrepp används rivningskula, kran, rivningsborr, rivningshammare, hydraulisk hammare och likvärdiga maskiner och redskap (ACI Committee 555, 2001).

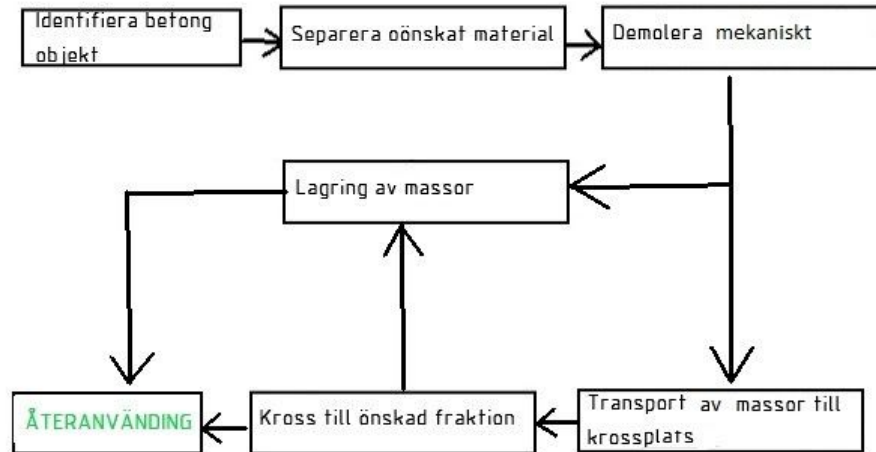


*Figur 10. Exempel på val av maskin vid rivning i större omfattning är en hydraulisk hammare. (Hydraulic hammer av JvL CC BY 2.0).*

### 3.5.2 Krossning

Efter att betongen har krossats ner i större och mindre grova dimensioner så förflyttas materialet från den ursprungliga platsen för att krossas ner i mindre fraktioner. Sedan kan materialet användas som återvunnen betongkross.

Maskiner som används för att skapa betongkross skiljer sig beroende på vilken typ av fraktion som är önskad, de tre vanligaste är konkross, käftkross och hammarkross (Coelho & De Brito, 2013).



Figur 11. Illustration som visar på återvinnings flödet av betongkross.

**Käftkross:** Käftkrossen används oftast i det första skedet för att få ner fraktionerna i en mer behändig storlek runt 75-100mm.

**Konkross:** Konkrossen används mer frekvent sekundärt för att få ytterligare finare fraktioner. Med hjälp av konkrossen fås en mer jämn fördelning av fraktioner än käftkrossen. Konkrossen brukar producera runt 40 mm fraktioner.

**Hammarkross:** Kan användas i alla skeden, den har en förmåga att avlägsna mycket av murbruket vilket ofta leder till en lägre avkastning av grova aggregat/fraktioner, oftast inte större än 50mm (Hiller et al., 2011).

## 3.6 Förutsättningar för återvinning

### 3.6.1 Lagstiftning/Regelverk

I handläggarvägledningen från Miljösamverkan i Norrbotten hanteras betong vid återanvändning i anläggning en form av kontroll av varifrån betongen härstammar. Vidare så avgörs huruvida betongen skall återvinnas i en anläggning genom att bestämma ifall risken för kontaminering är ringa eller mindre än ringa.

Om ingen provtagning har skett av betongen måste risken vara lika med ringa. För att kontrollera den krossade betongen utförs en provtagning för ringa risk enligt Naturvårdsverkets handbok 2010:1 (Miljösamverkan Norrbotten, 2017).

I handboken för återvinnare förklarar Fröst (1995) förutsättningarna för att kunna använda återvunnen krossad betong. Det gäller att vissa regler och krav uppfylls. För att se till att materialen når upp till önskad teknisk kvalitet och att det är utan miljöfarliga ämnen finns det en del lagstiftning som påverkar dessa frågor.

Bland dessa lagstiftningar finns Plan och bygglagen. Den styr att de återvunna materialen måste ha lika kvalitéer och nå samma funktion som nytt material.

Renhållningslagen handlar om hantering av avfall. Vid rivning t.ex. kan det förekomma restprodukter från byggverksamheten som kan påverka material som skall komma bli återvunna, därför skall hanteringen ske så återvinning och återanvändning gynnas med hänsyn till miljövården.

Miljöskyddslagen hanterar föroreningskällor där en verksamhet kan ha hanterat miljöfarliga ämnen. Både avfallsbehandling och deponering ses över.

Lagen om kemiska produkter. Här preciseras vad miljöfarligt avfall är och att det ställs krav på tillstånd för arbetsverksamhets ansvar.

Boverkets byggregler fungerar som en föreskrift och råd på hur rivning skall gå till ur ett bygg och rivnings aspekt för att undvika kontaminering så de kan ha möjlighet till goda förutsättningar för återvinning och återanvändning. T.ex. Rivningsplan kan vara ett sätt att planera hur arbetet skall gå till för omhändertagning av restprodukter (Fröst, 1995).

### **3.6.2 Transport**

Det kan vara en fördel att återvinna begagnat material inom entreprenaden eller nära den, eftersom det kan leda till inbesparing på transporter (Fröst 1995). Den bästa tänkbara lösningen i sammanhang som dessa vore att återvinna den krossade betongen på samma plats som nya anläggningar ska byggas (Molin 2005).

Transport av material kan leda till negativa konsekvenser och är en av de stora bovarna när det kommer till miljöfarliga utsläpp, eftersom det står för en hög energiförbrukning samt utsläpp av fossila bränslen. Återanvändning av betong som är tillgängligt via återvinning av gamla byggnader och markbeläggningar, undviker kostnader och miljöpåfrestningar som uppkommer i samband med deponi. Att använda återvunna material kan alltså istället för naturligt nya material ger fördelar både ur ett miljö- samt ekonomiskt perspektiv.

Eftersom det med en sådan typ av lösning ges möjlighet att minska transportkostnader, av nytt material och exploatering av naturliga resurser (Public Works Technical Bulletin, 2004).

För att bedöma om återvinning är lämplig för ett visst projekt kan det vara bra att se över hur långt materialet måste transporteras för att det ska användas på nytt (Fröst 1995).

I dagsläget är lönsamheten vid betongåtervinning i Sverige låg, kostnad för rivning och krossning av använd betong är mer kostsamt än ny betong. Lönsamheten rent ekonomiskt bör ses över då vinsten för samhället och miljön i stort har höga positiva värden. Det kan leda till minimering av transport, avfall och hushållning med naturresurser (Ydrevik 1998). Anledningen till att det inte är mer lönsamt med återvunnen betong bör ses som en effekt av att Sverige har stor tillgång på material som används vid produktion av betong, som gör att

priserna på detta kan pressas ned. Även att återvunnen betong kan behöva lager att förvaras på samt transporteras långa vägar innan det återanvänds, en väl projekterad arbetsplatsdisposition underlättar arbetet och minskar transporter, figur 12. nedan visar hur det kan se ut.



*Figur 12. Arbetsplatsdisposition. Lomma station. Bilden visar ombyggnation av markbeläggning, där gatstenen skulle kunna återanvändas på plats.*

#### **4. Telefonintervju**

Professor Hans Hedlund från Luleås tekniska universitet och produktionschef för Skanska, betongexpert och aktiv i arbetet med att ta fram "grön betong", nya anläggningsmetoder, återvinning av betong och klimatsmart byggande. I intervjun diskuterade vi en metod som kallas för "sandwich-metoden", en anläggningsmetod där återvunnen betong utgör majoriteten av konstruktionen.

I telefonintervjun diskuterades dessa frågor:

*Hur går återvinningsprocessen till hos Skanska?*

- *Vilka typer av maskiner används?*
- *Krossning på plats eller annanstans?*
- *Hur går transport till?*
- *Lagringsutrymmen för krossat material?*

*"Sandwichmetoden" är en metod vi stött på. Berätta generellt om den, vad finns det för för- och nackdelar?*

- *Vad består fyllnadsmassorna av?*
- *Hur konstrueras en "sandwich konstruktion"?*
- *Hur mycket besparas klimatet jämfört med vanlig metod?*
- *Har du andra förslag på betongåteranvändning?*

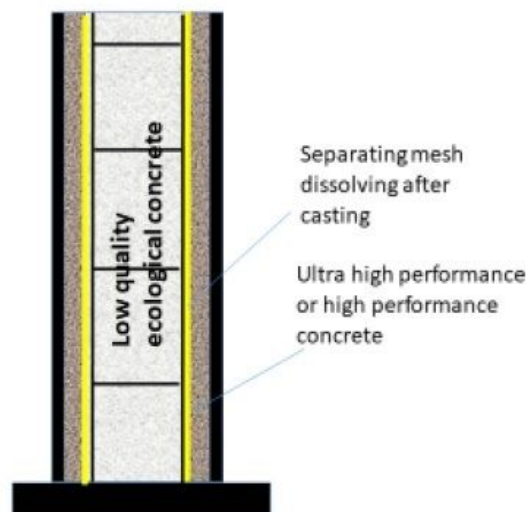
Skanska arbetar aktivt för att bli helt hållbara genom att ta fram nya gröna metoder för anläggning och hur framställning kan ske med olika metoder och cementklinkerssubstitut.

Under återvinningsprocessen hyr Skanska in underentreprenörer som är experter och specialister på krossning av betong. Med hjälp av magneter och gripklor separeras betongen från eventuell armering. Vid krossning av en helt ren betong (utan armering) krossas den på plats med hjälp av dessa underentreprenörer (om plats finns för maskiner) annars så knackas den ner i större block och körs bort till annan krossningsplats. Det finns goda möjligheter att återanvända betongkross, speciellt som ballast i ny betong, men för att möjliggöra detta så skall betongen testats noggrant innan för att säkerställa tryckhållfastheten innan användning.

I figur 13. visas sandwich-metoden som en vertikal gjutning. Det är en metod som består av tre olika lager där det i mitten av konstruktionen är möjligt att använda sig av en betong med lägre kvalitet, eventuellt återvunnen betongkross. Det yttersta lagret av konstruktionen består utav en betong med högre kvalitet. Det yttre lagret behöver en högre hållfasthet jämfört med det innersta lagret. Det här kan medföra minskad klimatpåverkan och lägre koldioxidutsläpp eftersom detta öppnar möjligheter att använda sig av återvunnet material. Genom denna metod är det möjligt att minska utsläpp vid produktion av cementklinker med ungefär 30%. Detta kan appliceras vid konstruktioner som inte skall utsättas för större belastning och tryck, där endast de exponerade ytorna behöver vara anpassade för det omgivande klimatet, tex en perrong.

Horisontell gjutning används oftare och är en enklare metod jämfört med en vertikal gjutning, som visas i figuren nedan. Vertikal är mer komplicerad eftersom gjutningen måste ske samtidigt, men den horisontella gjutningen sker i fler omgångar.

### Hybrid concretes columns/walls (vertical elements) dissolving mesh



Figur 13. Sandwichmetoden. Illustrationen visar uppbyggnaden av denna sandwich princip, det gula hänvisar till ett avskiljande lager för att separera de två olika betongklasserna.

En problematik med sandwichmetoden är att det inte finns någon AMA-beskrivning för detta ändamål, vilket gör det svårt då det inte finns en produktmodell att följa. Det gör att både beställare och underentreprenör måste ha en tydlig kommunikation med varandra gällande garantitiden och hur arbetet utförs är av stor betydelse för resultatet (Hedlund 2020).

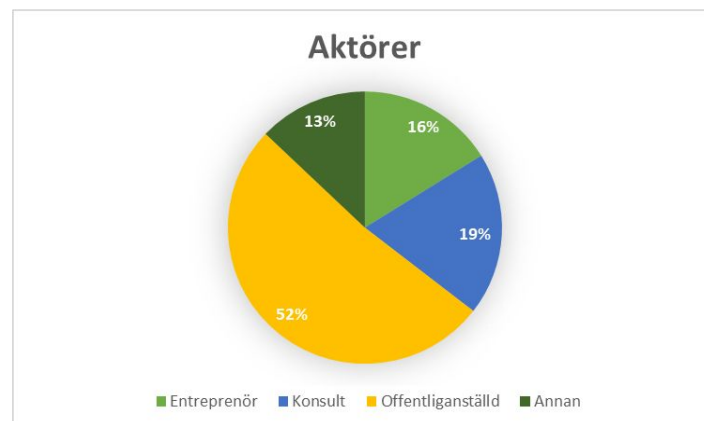
## 5. Enkätundersökning

En enkätundersökning utfördes där ett urval av Sveriges 20 största kommuner och 11 största företag valdes ut. Urvalet gjordes för att få fram underlag från de aktörer som har störst påverkan på utvecklingen i bygg- och anläggningsbranschen.

### 5.1 Sammanställning av enkätundersökning

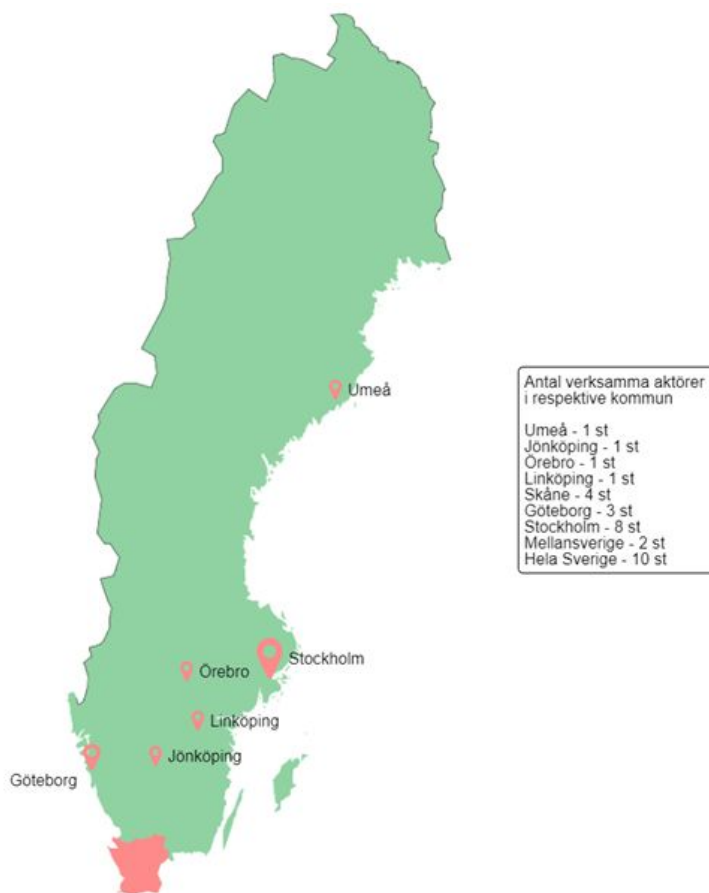
I det här avsnittet behandlas enkätundersökningen, även sammanfattning av de kommentarer och svar på följande frågor som skickades ut till Sveriges största kommuner samt företag inom branschen. Enkätundersökningen har varit anonym och därför kunde inte svaren jämföras och ställas mot varandra.

- *Hur hanterar ni betongrester vid rivning eller restaurering av anläggningar?*
- *Använder ni er av återvunnen betong i nybyggnationer?*
  - *- Om ja, inom vilka typer av anläggningar? t.ex. överbyggnad, ballast i ny betong etc..*
- *Vad ser ni för fördelar med återvinning av betong?*
- *Ser ni någon problematik med återvunnen betong?*
- *Är branschen i behov av ett verktyg för återvinning/återanvändning av betong? Om en databas med översikt för begagnade material fanns, hade ni varit intresserade av att använda det?*
- *Finns det några andra möjliga användningsområden för återvunnen betong som ni har tänkt på, men som inte nyttjas i dagsläget?*



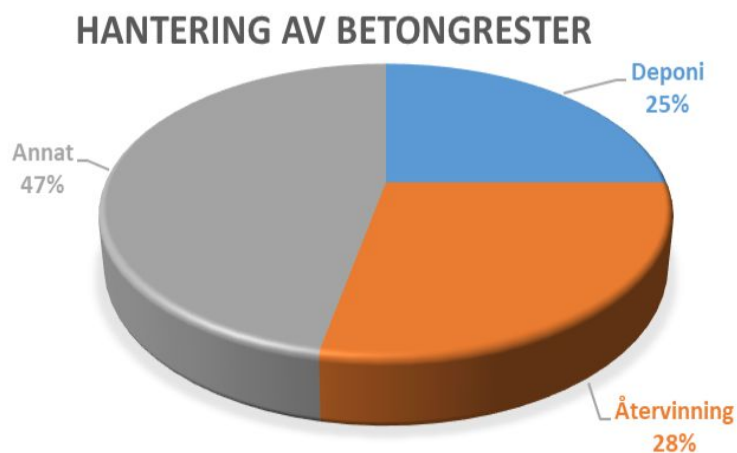
Figur 14. Aktörer. Diagrammet visar att av de deltagande i undersökningen består 52 % av offentliganställda som bland annat omfattar beställare från kommuner, 19 % Konsulter, 16% Entreprenörer och 13% Annan (producenter och leverantörer).

## Karta över var de som besvarat enkäten är verksamma



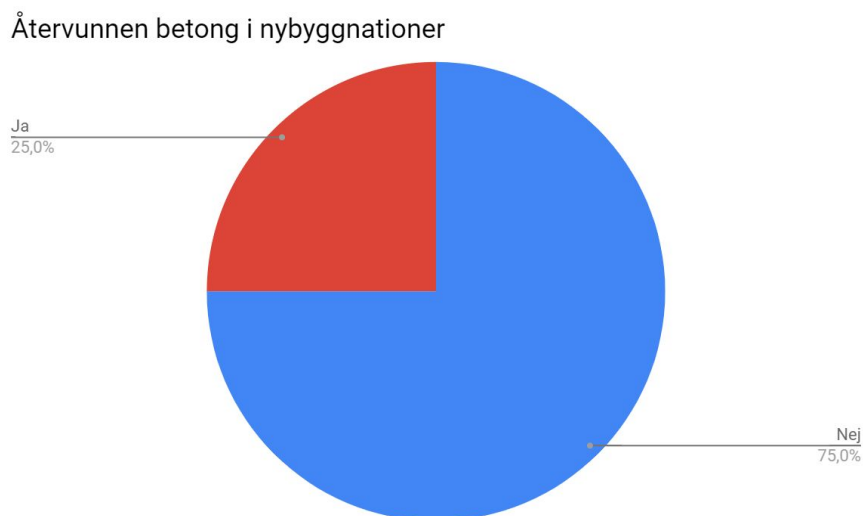
Figur 15. Kartan visar var någonstans i Sverige de deltagande aktörerna är verksamma, och antal aktörer som är verksamma i respektive stad. Utöver de aktörer som är verksamma i specifika kommuner, är 2 aktörer verksamma i mellansverige samt 10 st i hela Sverige.

Hur hanterar ni betongrester vid rivning eller restaurering av anläggningar?



Figur 16. Hantering av betongrester. Diagrammet visar hur de olika aktörerna hanterar betongrester. Med annat avser det i de flesta fall att aktörerna hanterar betongrester genom både deponi och återvinning.

Använder ni er av återvunnen betong i nybyggnationer?



Figur 17. Nybyggnationer. Antal procent av aktörer som deltagit i undersökningen som återvinner betong i nybyggnationer.



## 6. Resultat

### **Använder ni er av återvunnen betong i nybyggnationer? Om ja, inom vilka typer av anläggningar? t.ex. överbyggnad, ballast i ny betong etc..**

Av de aktörer som svarat ja på frågan om de återvinner betong i sina projekt, så är det inte vanligt att återvinningen sker systematiskt. En del av aktörerna svarar att det har skett en gång eller några enstaka gånger, men att det inte är standard i projekten de arbetar med. De tillfällena som återvinning har skett har betongen främst använts som överbyggnadsmaterial, utfyllnadsmaterial eller i provisoriska byggvägar. Vid tillfällena då betong har återvunnits, har en av de tillfrågade aktörerna svarat att det är beställaren som bestämt sig för att återvinna betongen. Val av betongleverantör hade också en betydelse i frågan, då en leverantör hade gått över till betongkross i sina produkter. Skulle då betongen komma från denna leverantör så är betongen delvis återvunnen. Att återvinna betong i nya projekt verkar vara ett undantag snarare än något återkommande.

### **Vad ser ni för fördelar med återvinning av betong?**

Trots att 75 % av aktörerna har svarat att de inte återvinner betong, är det många som ser tydliga fördelar kopplat till den typen av verksamhet. Inte minst när det gäller hållbarhet utifrån en miljöaspekt. En del menar att en cirkulär materialanvändning kan ge stora fördelar genom att det kan minska koldioxidutsläppen och användandet av ändliga naturresurser. Det som krävs för att göra det möjligt är både tid och plats för lagring av den krossade betongen. En del menar också att återvinning av betong kan leda till mindre tunga transporter vilket i sin tur leder till minskat klimatavtryck, men det kräver att materialet återvinns i närheten eller på den plats som krossningen har skett.

Många ser fördelar med att återvinna betong men en del av dem är försiktigt positiva och tar upp den ekonomiska aspekten som motargument. En aktör arbetar med cirkulära material i globala sammanhang, men menar att priset på återvunnet material blir högre i Sverige eftersom det finns god tillgång till billigt bergmaterial av hög kvalitet. Enligt svaren kan det också vara så att det finns annan typ av material (bergkross) som är mer fördelaktig att använda, och som har en direkt lägre miljöpåverkan och kostnad, men inte ur ett långsiktigt miljöperspektiv.

### **Ser ni någon problematik med återvunnen betong?**

Precis som föregående fråga i enkätundersökningen om eventuella fördelar med återvunnen betong, fanns det här en hel del tankar kring problematiken som kan komma med att återvinna betong. Ett par av aktörerna ser att en viss problematik kan ligga i lagstiftningar som skulle kunna försvåra och begränsa möjligheten till att återvinna betongen. Vidare verkar det vara så att det saknas en del nödvändig kunskap inom området för att veta hur det kan gå till rent praktiskt. Främst att kunskap saknas angående kvaliteter och hur den återvunna betongen kan användas. Det kan också vara svårt att lyckas övertala både kunder och underentreprenörer på grund av att parterna inte vill ta sig an ansvaret för den tekniska livslängden.

**Är branschen i behov av ett verktyg för återvinning/återanvändning av betong? Om en databas med översikt för begagnade material fanns, hade ni varit intresserade av att använda det?**

Majoriteten av de tillfrågade aktörerna är positivt inställda till att få tillgång till en databas där det ges en överblick för begagnat material. En eventuell databas skulle enligt en del aktörer kunna bidra positivt till att sträva mot en hållbarare och miljövänligare bransch. En aktör menar att det finns potential i frågan, då det är ett stort fokus på just hållbarhet och miljöfrågor inom branschen. Det skulle också kunna vara aktuellt utifrån en beställarens perspektiv, då beställaren kan visa att de tar ett ansvar för miljön genom att använda en databas för överblivet material.

De som inte är lika positivt inställda nämner en del problematik som kan försvåra processen. Synpunkter angående transport av materialet tas upp, där det skulle vara av intresse med en databas. Men att transporten av materialet skulle behöva vara så pass kort att det kan konkurrera med bergkross för att någon typ av databas skulle vara lönsam. En annan problematik kan ligga i att betong omfattas av avfallslagstiftningen, vilket gör att lagstiftningen måste uppfyllas. Skulle denna lagstiftning genomgå en förändring kan det leda till att återvinning av betong blir enklare att genomföra.

**Finns det några andra möjliga användningsområden för återvunnen betong som ni har tänkt på, men som inte nyttjas i dagsläget?**

Nästan 100 procent svarar att de inte vet eller har några nya förslag. Anledningen till detta skulle kunna kopplas till aktörernas brist på kunskap inom området. Det behöver inte bara vara bristen på kunskap som ligger till grund för detta. Utan det kan också vara kunskapsbristen i kombination med rådande lagstiftningar som har försvårat utvecklingen och förmågan att ta fram nya idéer/lösningar.

## 7. Diskussion

Efter utförd litteraturstudie och enkät har vi kommit fram till att det finns en rad aspekter som aktörerna måste ta hänsyn till, samt en del hinder som kan stå i vägen för att de faktiskt ska göra valet att återvinna betong.

Många som deltog i undersökningen är positivt inställda till att vara mer klimatsmarta och ställde sig därför optimistiskt till återvinning av betong då det kan ge miljöfördelar och reducerade utsläpp. Vår uppfattning är att många i branschen ser den cirkulära materialanvändningen som en framtid att sträva mot.

Utifrån enkätundersökningen och de svar vi fick angående återvinningen var det en del som tydde på att lagstiftningar och regelverk gjorde det svårt för aktörer att möjliggöra, effektivisera och öka återvinningen av betong. För att själva processen av att återvinna betong ska genomföras krävs det att materialet lever upp till vissa krav, såsom beständigheten, renheten osv. För att få reda på om kraven uppfylls krävs det att en analys genomförs. Samma resultat visades i litteraturstudien, som visar att det ställs höga krav på att betongen är av god kvalitet och lämpar sig för en eventuell återvinning. Det kan förmodligen bidra till att många i branschen drar öronen åt sig.

Kunskapsnivån upplevde vi som relativt låg när det kommer till processen av återvinning av betong i Sverige. Detta är förmodligen en konsekvens utav våra goda tillgångar på naturresurser d.vs bergkross och en tendens bland beställare att inte vilja blanda gammalt material med nytt då kraven kan vara höga från beställarens sida.

Enligt vår enkätstudie är det endast 25% av deltagarna som återvinner betong idag, detta kan vara på grund av att det inte är ekonomiskt lönsamt för mindre företag. Vi anser att det behövs implementeras ett system vid anläggningar för att kunna krossa betong på plats och undvika långa onödiga transporter för ändamålet.

Vad återvunnen betong går att använda till enligt litteraturstudien stämmer bra överens med svaren vi fick under enkäten. Där mycket av återvinningen, beroende på kvalitet, handlar om att det används för överbyggnader, utfyllnadsmassor, ballast i ny betong osv.

En annan framtida möjlighet med återvunnen betong är att använda det i städernas växtbäddar, där förutsättningarna i marken för växterna redan är torra och varma med högt pH. Att använda kalkgynnade och torktåliga träd på sådan plats känns nästintill självklart och med hjälp av betongkross i jord få en klimatoptimerad lösning.

En annan lösning för att öka återvinningen skulle kunna vara att höja kostnaderna för deponi, och på så sätt göra det mer ekonomiskt lönsamt för företag att återvinna betong och hushålla med ändliga resurser.

Problematiken med återvinning av betong uppstår på grund av befintliga regelverk och lagstiftning som förhindrar och försvårar återvinningen av betong för aktörer.

Det är också svårt att säkerställa kvaliteten på den återvunna betongen för att uppnå kraven för offentlig miljö. Ett annat problem är återvinningen av rivningsbetong, som löper en stor risk att innehålla annat oönskat material samt ämnen som är farliga för miljön. Detta gör att den krossade betongen får en lägre kvalitet, vilket leder till att betongen begränsas till ett fåtal användningsområden.

Det verkar inte vara så mycket revolutionerande lösningar på gång i frågan. Men efter genomförd intervju med Hans Hedlund uppdagades en lösning vi inte har stött på i vare sig enkätundersökningen eller litteraturstudien. Sandwichmetoden som vi fick lära oss om under intervjun har en stor potential i frågan. Eftersom den möjliggör en gjutning av betong där det är fullt möjligt att blanda in en del betong av lägre kvalitet, vilket i detta fall kan vara krossad återvunnen betong. I dagsläget finns det inga garantier för teknisk livslängd för denna metod, vilket kan göra det problematiskt för de parter som är involverade. Det skulle behöva tas fram en produktmodell, teknisk beskrivning och tydligare föreskrifter i AMA, för att främja återvinnandet av betong. Vidare forskning krävs för att se vilka typer av substitut som skulle kunna användas i betongblandningar.

## 7.1 Metoddiskussion

De metoder vi har valt för att besvara vår frågeställning i arbetet är en litteraturstudie, en enkätundersökning samt en intervju. Under enkätundersökningen gjorde vi ett urval där de 20 största kommunerna och 11 största företagen valdes ut, eftersom vi ville få underlag från de aktörer som har störst påverkan på utvecklingen i landskapsbranschen av betongåtervinning.

Vår hypotes från början var att det inte fanns så mycket kunskap inom området och att de flesta hanterade överbliven betong på samma sätt. Därför valde vi att göra intervjun med en person som har expertis inom området som kunde ge oss förslag på nya lösningar. Vidare skulle de förslag vi har fått ta del av kunna ge inspiration till andra för vidare forskning, vilket var vår tanke från början.

Litteraturstudien ligger som grund och stöd till läsaren för att ge en inblick i problematiken med dagens betongtillverkning och betongens livscykel.

Litteraturstudien har även visat på nya förslag där återvunnen betong kan komma till användning, men förslagen var få och relativt obeprövade vi valde att göra en intervju också för att få utlåtande av en person som arbetar inom området.

Metoderna vi valde att arbeta med har fungerat bra då vi fick snabb respons av enkäten och fick stor inblick i hur det ser ut i branschen idag. Telefonintervjun ger möjligen mer tyngd till arbetet men vi hade kunnat ge arbetet mer perspektiv genom att intervjua beställare, entreprenörer och andra företagare om det inte vore för tidsbrist. Om mer tid hade funnits så hade vi kunnat göra undersökningar på projekt där återvunnen betong använts för att se hur resultatet har blivit. Metodiken kan ha påverkat svaren, då en fysisk intervju kan ha gett oss en helt annan uppfattning om hur det faktiskt ser ut. Problematiken med metoderna är att det är svårt att få en uppfattning om hur de ställer sig till frågorna egentligen, det kan vara så att vissa drar nytta av att svara på ett visst sätt. Det kan finnas underliggande faktorer som gör att aktörerna svarar som de gjort. Det kan finnas en image, rykte eller att det påverkar framtida relationer då t.ex. betong producenter inte tjänar på återvinningen.

## Referenser

- ACI Committee 555.(2001). "Removal and Reuse of Hardened Concrete." American Concrete Institute.
- Aiřcin, P,C. 2000. *Cements of yesterday and today, concrete of tomorrow. Cement and Concrete Research* 30 (2000): 1349-59
- Andersson, R., Fridh, K., Stripple, H., Häglund, M. *Calculating CO2 Uptake for Existing Concrete Structures during and after Service Life. Environmental Science & Technology*, 2013, (4):20, s. 11625–11633. DOI: 10.1021/es401775w. Publication Date (Web): September 5, 2013.
- Burström, P,G. (2001) Betong. I *Byggnadsmaterial, Uppbyggnad. tillverkning och egenskaper.* ss. 204-207. Polen: Pozkal.
- Burström, P,G. (2007). *Byggnadsmaterial: Uppbyggnad , tillverkning och egenskaper.* 2a upplagan, Lund, Studentlitteratur.
- Coelho, A. and J. De Brito, 9 - *Preparation of concrete aggregates from construction and demolition waste (CDW), in Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste.* 2013, Woodhead Publishing.
- Calkins, M (2009). *Materials for Sustainable Sites.: A complete guide to the evaluation, selection, and use of sustainable construction materials.* New Jersey, John Wiley & Sons, inc.
- Ferguson, B. 2005. *Porous Pavements.* Boca Raton, FL:CRC Press.
- Folkesson, A. (2015) *Jordkokboken- en handbok i att föreskriva specialväxtbäddar i Anläggnings-AMA.* Under publicering av Svensk Byggtjänst. Hämtat från <http://www.movium.slu.se/system/files/course/11036/files/jordkokboken.pdf> [2020-02-19].
- Fröst, P. (1995). *Handbok för återvinnare: Om återvinning och återbruk av byggnadsmaterial.* Lund: Lunds tekniska högskola (Rapport TABK, 1995:3032).
- Grönholm, R., Hartlén, J., Nyström, J. & Schultz, J. (1999). *Projektet nya sten- och grusmaterial: Återanvändning av sekundära material inom anläggningsområdet.* Stockholm: Naturvårdsverket.  
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/afr-r-275-se.pdf?pid=4402> [2020-02-11]
- Hiller, J.E., Deshpande, Y.S., Qin, Y. and Shorkey, C.J., (2011). "Efficient Use of Recycled Concrete in Transportation Infrastructure." Michigan Department of Transportation.
- Lippiatt, B (2007). *Building for environmental and economic sustainability: Technical manual and user guide.* National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD: National institute of Standards and Technology.
- Marlowe, I., & D. Mansfield. (2002). December. *Substudy 10: Environment, Health & Safety Performance Improvement.* An independent study commissioned by the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).
- Miljösamverkan Norrbotten (2017) *Återvinning av avfall för anläggningsändamål - en handläggarvägledning från Miljösamverkan Norrbotten* (Juni 2017)  
<http://extra.lansstyrelsen.se/miljosamverkan/Sv/publikationer/2017/Documents/2017-handlaggarvagledning-avfall.pdf> [2020-02-20]

- Molin, C. (2005) *Återvunnen betongs kvalitet och möjligheter*. Stockholm: SBUF. (SBUF-projekt, 2005:11444).  
<https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/fd52685e-d951-489b-9cf6-3b09ab031e64/FinalReport/SBUF%2011444%20Slutrapport%20%C3%85tervunnen%20betongs%20kvalitet%20och%20m%C3%B6jligheter.pdf> [2020-02-24].
- Public Works Technical Bulletin (2004) - *Reuse of Concrete Materials From Building Demolition*. NW Washington, September 2004. DEPARTMENT OF THE ARMY U.S. Army Corps of Engineers (200-1-27)  
[https://www.wbdg.org/FFC/ARMYCOE/PWTB/pwtb\\_200\\_1\\_27.pdf](https://www.wbdg.org/FFC/ARMYCOE/PWTB/pwtb_200_1_27.pdf) [2020-02-21]
- Svensk betong, (2017). *Betong och klimat: En rapport om arbetet för klimatneutral betong*. Sverige.  
[http://thomasbetong.se/images/docs/Environment/Rapport%20Betong\\_och\\_klimat\\_Thomas%20Betong.pdf](http://thomasbetong.se/images/docs/Environment/Rapport%20Betong_och_klimat_Thomas%20Betong.pdf) [2020-02-26]
- Vägverket (2004). *Allmän teknisk beskrivning: Krossad betong i vägkonstruktioner*. Borlänge: Vägverket. (2004:11).  
[https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10592/RelatedFiles/2004\\_11\\_atb\\_krossad\\_betong\\_i\\_vagkonstruktioner.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10592/RelatedFiles/2004_11_atb_krossad_betong_i_vagkonstruktioner.pdf) [2020-02-19]
- Ydrevik, K. (2000). *Hållfasthetstillväxt hos ballast av krossad betong: erfarenheter från laboriemätningar och provvägsförsök i Sverige*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut. (VTI-notat, 2000:69).  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:669980/FULLTEXT01.pdf> [2020-01-31]
- Ydrevik, K. (1999). *Återvägen: Råd och vägledning för återvinning av krossad betong som ballast gator och vägar*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut. (VTI notat, 1999:67).  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:669903/FULLTEXT01.pdf> [2020-02-20]
- Ydrevik, K. (1998). *Så gott som nytt: krossgrus av betong*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut. (VTI särtryck 286, 1998:1)  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:672830/FULLTEXT01.pdf> [2020-02-24].

## Icke publicerat material

- Hedlund, H. (2020). Telefonintervju. Skanska. [2020-03-02]

## **Tabellförteckning**

Tabell 1. Tabell 1 (Tinnerstedt 2020)

## **Figurförteckning**

Figur 1: Köpenhamn (Jacob Stenlund 2018)

Figur 2: Betongsoffa (Gustaf Tinnerstedt 2020)

Figur 3: Illustration över framtagande av cement (Gustav Winsnes Sunnemark 2020)

Figur 4: Illustration över framtagande av betong (Gustaf Tinnerstedt 2020)

Figur 5: Betongens kretslopp (Gustav Winsnes Sunnemark 2020)

Figur 6: Betongmur (Stina Nilsson 2019)

Figur 7: Dockland office building (Sara Wiman 2018)

Figur 8: Markbeläggning i betong (Kristin Falk 2018)

Figur 9: I-90 Repair - May 5 av WSDOT (*CC BY-NC-ND 2.0*)

Figur 10: Hydraulic hammer av JvL (*CC BY 2.0*).

Figur 11: Illustration som visar på återvinnings flödet av betongkross (Gustav Winsnes Sunnemark 2020)

Figur 12: Arbetsplatsdisposition (Gustav Winsnes Sunnemark 2020)

Figur 13: Sandwichmetoden (Hans Hedlund 2020)

Figur 14: Aktörer (Gustav Winsnes Sunnemark 2020)

Figur 15: Karta (Gustaf Tinnerstedt 2020)

Figur 16: Hantering av betongrester (Gustav Winsnes Sunnemark 2020)

Figur 17: Nybyggnationer (Gustaf Tinnerstedt 2020)





## Bilagor

### Bilaga 1. Enkät, frågor och resultat



---

# Swedish University of Agricultural Sciences

## Återvinning av betong

Sida 1

Syftet med examensarbetet är att undersöka om det går att utveckla samt öka användningen av återvunnen betong i urbana miljöer, för att minska brytningen av nytt material. Vilket kan leda till reducerade utsläpp.

Detta för att undersöka nya förslag eller lösningar för att driva utvecklingen framåt av återvunnen betong och se tillgången av material i närliggande kommuner.

Se över om det finns nya användningsområden där återvunnen betong kan komma till nytta.

Undersökningen är anonym.

En enkätundersökning utförd av Gustav Winsnes Sunnemark & Gustaf Tinnerstedt från Landskapsingenjörsprogrammet på SLU.

## Återvinning av betong

1. Är du något av följande:

- A) Entreprenör
- B) Konsult
- C) Offentliganställd
- D) Annan

Ange ett alternativ, om annan, specificera. \*

Antal deltagare: 35

- C
- B
- C
- C
- Student
- B
- B
- C
- Offentliganställd
- C
- A) Entreprenör
- C
- C
- A
- C
- C
- B
- B
- A
- a
- C
- C
- c
- Miljökonsult
- A
- Entreprenör
- Fabriksbetongleverantör
- C
- offentliganställd
- Materialproducent
- C
- C
- C
- B
- C, byggherre

2. I vilken/vilka delar av Sverige är ni yrkesverksamma? \*

Antal deltagare: 36

 Se all 1 tidigare svar

- Skåne
- Stockholm
- Svealand
- Stockholm  
Linköping
- Skåne
- Lomma kommun
- Hela landet
- Stockholm
- Hela Sverige.
- Stockholm
- I och runt Uppsala Kommun
- Skåne, Lund
- Samtliga
- Nacka Kommun
- Hela
- Västra Götaland, Sjuhäradsregionen
- Skåne
- Hela
- Stockholm som bas, men projekt i hela landet
- Stockholm framförallt
- Hela
- Jönköpings kommun
- Örebro
- Umeå och Vindeln
- Stockholm
- Hela Sverige, samt Europa och Nordamerika
- Hela Sverige
- Göteborgsområdet
- stockholm
- Hela Sverige
- Mellansverige
- Skåne
- Skåne
- Hela Sverige.
- Nacka Kommun

### 3. Hur hanterar ni betongrester vid rivning eller restaurering av anläggningar? \*

Antal deltagare: 29

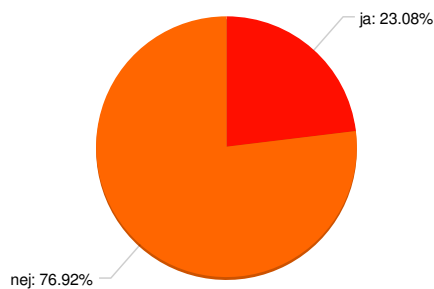
- Deponi
- Går till deponi
- Deponi
- Vet ej. Det beror på hur vår entreprenör som utför tilltänkt arbete hanterar betongrester. Vi skriver inte med någonting om hanteringen av betong vid beställning av jobb
- Föreskriver ev. mängd som entreprenör hanterar utifrån beställarens önskemål, återanvända inom entreprenad (fall a) eller bort till upplag (fall b)
- Om dom är rena dvs inte innehåller för mycket chrome så krossas dom på plats eller går till extern krossare
- Deponi
- Som avfall enligt gällande lagstiftning.
- Vi ställer krav på att avfall från byggentreprenader sorteras och 1 återanvänds 2 återvinns i så stor utsträckning som möjligt. Vi ställer också krav på maxandel till deponi. Vi följer upp mängder men har i praktiken dålig koll på vad som händer med betongrester.
- Vi kraschar betongen, sorterar ur armeringsjärnen och återanvänder den i tillfälliga byggvägar som sedan blir gång och cykelvägar.
- Tas om hand av rivningsentreprenör. I något fall som jag känner till så ska man försöka använda det som fyllnadsmaterial på plats.
- Oftast skickas det till någon anläggning som kan hantera detta (ex. krossa upp).
- Det är lite olika i projekten men generellt körs massorna bort till olika anläggningar där delar av dem förädlas/och återanvänds i fyllnings massor och liknande armeringen behandlas då som metall skrot.
- Betong krossas och används som fyllnadsmassor i andra projekt om det går. I andra fall tar en avfallsentreprenör hand om avfallet.
- Krossar och använder som konstruktion.
- Idag inget
- Försöker använda som massor på plats om möjligt, genom krossning
- krossning, separering av armering, säljer stålskrotet, ingjutningsgods+armering, betong till deponi eller möjligen fyll
- Som fyllnadsmaterial
- nej
- Återvinner och lägger i marken eller kör på deponi
- Det mesta går på deponi
- krossar ner, använder som restbetong eller utfyllnadsmassa
- I de fall vi får med betong vid schaktning för byggnation/reparation av ledningsnäten, så krossas betongen tillsammans med övriga massor för att bli återfyllnadsmaterial
- nej
- Ej aktuellt
- betongrester deponeras på återvinningscentral el liknande
- Körs mestadels till tipp. Vissa betongplattor återanvänds.
- Inte mitt område.

4. Använder ni er av återvunnen betong i nybyggnationer? \*

Antal deltagare: 26

6 (23.1%): ja

20 (76.9%): nej



5. Om ja, inom vilka typer av anläggningar? t.ex. överbyggnad, ballast i ny betong etc..

Antal deltagare: 10

- Använt kross någon gång för överbyggnad
- Om beställare vill återanvända t.ex betongplattor
- I provisoriska byggvägar.
- Inte vad jag känner till, förutom i ett fall där det förhoppningsvis ska gå att göra.
- I några projekt (som utfyllnad), men inte så vanligt.
- Det har hänt men är inte standard
- Endast fyllnadsmaterial
- Nej vi återanvänder de inte som ballast i ny betong, vi har de som överbyggnadsmaterial eller utfyllnadsmaterial. Vi tittar på återanvändning av betong
- ej aktuellt
- Ett betongtillverkare har gått över till krossmaterial i produkten, Om betongen kommer därifrån är den återvunnen till viss grad

## 6. Vad ser ni för fördelar med återvinning av betong? \*

Antal deltagare: 26

- Återvinning påverkar verksamhetens arbete fördelaktigt ur ett hållbart perspektiv.
- Slösar ej mer på naturens resurser
- Kostnads- och miljöbesparing
- Undvika brytning av nytt material.

Mindre tunga transporter med betong

- Miljö, t.ex produktion och transport
- Kostnad
- I vissa fall estetiskt uttryck
- Till fyllnadsmaterial eller underbyggnad till vägar mm , bra
- Vet inte
- Cirkulär materialanvändning. Ekonomiskt fördelaktigt förutsatt att det finns tid och plats för lagring och krossning. Lämpligt som fyllnadsmaterial.
- Fördelen är att minska resursåtgång, minska klimatavtryck och öka cirkulariteten.
- Bra material att bygga GC vägar
- Stora miljöfördelar! Minskade utsläpp och minskat resursuttag.
- Klimat, spara naturresurser, spara pengar, värdeskapande (varumärke)
- Går det att planera masshantering så att ett projekt tar hand om betongkrossen så slipper de som river en avfallskostnad och mottagande projekt en kostnad för massorna.
- Omvandlar ett avfall till en resurs.
- Klimat, minskade transporter, kostnader
- minskar CO2-belastning av cement men svårt att använda i de flesta fall.
- Vet alldeles för lite om detta. Men det är väl naturligtvis alltid bra när material kan återanvändas. Frågan skulle behöva vara mer specifik.
- cirkulära flöden, material återvinning
- Minskad resursanvändning, kolsänka i karbonatiseringen,
- En minskning av klimatpåverkan genom minskat utsläpp av CO2
- De finns massor, inom mitt företag som arbetar globalt har vi delar som arbetar med cirkulära material. Idag i Sverige finns de för få incitament för att öka användningen av återanvänd betong. Koldioxidminskningen är markant lägre, och priset blir snarare högre med återanvänt material då vi har otroligt billigt bergmaterial i Sverige av hög kvalitet.
- Bra material att blanda med övrig sten, grus etc som återfyllning i våra schakter
- Återvinning av betong är en fördel om inte material till en lägre miljöpåverkan kan användas närmare platsen för destruktion
- Miljövinst
- Innebär minskad användning av naturresurser och minska transporter.
- Bra att ta vara på material som finns för att skapa en effektiv och hållbar produktion samt ifall det skulle vara ett sätt att få ned kostnaden på.

## 7. Ser ni någon problematik med återvunnen betong? \*

Antal deltagare: 26

- Vet ej. Är inte tillräckligt insatt i ämnet för att veta hur det påverkar verksamheten kostnadsmässigt.
- Inte i överbyggnad. Men kanske i byggnader. Inte samma hållfasthetsklass längre
- Begränsningar i användningsområde på grund av regelverk
- vet ej
- Om det demonteras och återanvänds inom samma entreprenad kan det ta mycket plats inom entreprenadområde

Estetik

Kortare livslängd

Svårt att projektera då man ofta behöver korrelera ytstorlek med tillgänglig betong som kan återanvändas (vill ofta ej blanda nytt med gammalt)

- Nej
- Ingen aning
- Lagstiftning, lagring, separering från andra material.
- Jag har väldigt dålig koll på vilken kvalitet och vilka användningsområden som är lämpliga, så jag vet inte.
- Nej
- Ökade kostnader? Man måste antagligen göra noggranna provtagningar för att kontrollera innehåll av giftiga ämnen.
- Svårt att veta hur det funkar kvalitetsmässigt. Svårt att övertyga kund och UE.
- Om det ska användas i nybyggnation kommer frågan om garanti och kvalité behöva adresseras
- Svårt att bedöma föroreningar mer än ytans föroreningar. Kostnad att ta bort ev armering.
- Normerna måste anpassas så att krossad betong kan användas som fyllnadsmaterial
- kvalitetskrav i ny btg, tillämpning förutom fyll
- Som sagt vet jag alldeles för lite om detta.
- saknar kunskap i frågan
- vet ej
- Möjligen att det skulle förekomma föroreningar som påverkar den som ballast i ny betong
- De finns flera som man sett och därmed orsakat de begränsningar som finns i SS 137003, tex "pop-ups" som är den största risken.
- Nej
- Möjligen hur den återvinns på bästa sätt! Alternativt hur den bäst återanvänds
- Problem för fabriken att säkerställa rätt konsistens, s4 blir ofta s3 eller ökar till s5. Problem med separation. Sämre bearbetningsförmåga vid gjutning av glättade konstruktioner. Har en ökad förmåga att fastna i betongpumpen för att betongen ofta separeras och sten samlas. Svårare att med erfarenhet bedömma när det är aktuellt att gå på med glättmaskiner då brinntiden mellan lass kan variera pga fuktig eller inte fuktig återvunnet material i blandningen.
- Behöver återvinnas på sådant sätt att de klarar kraven i AMA vid t ex inblandning i överbyggnader.
- Vet ej.

8. Är branschen i behov av ett verktyg för återvinning/återanvändning av betong? Om en databas med översikt för begagnade material fanns, hade ni varit intresserade av att använda det? \*

Antal deltagare: 26

- Vi jobbar inte i tillräckligt stor skala för att ha användning av ett verktyg för just återvinning eller återanvändning av betong. Men en databas med begagnat material låter intressant då vi strävar efter att arbeta hållbart!
- Absolut!
- Ja en databas som möjliggör återbruk skulle vara intressant.
- Absolut
- Ja. Finns potential då hållbarhet och miljö är stort fokus i hela byggbranschen
- Prisbilden styr , om inte transporten är för lång så kan det konkurrera med bergkross
- Ja
- Är inte entreprenör. Antar att intresse finns förutsatt att tidigare frågas utmaningar löses.
- Det låter intressant, liksom att öka kunskapen om användningsområden. Kan man t.ex. återvinna det och gjuta om vid byggnation av hus?

Vi har försökt få till återbruk av byggvaror i större skala i samband med större upprustningar av hus men inte lyckats hitta aktör som kan lagerhålla och få lönsamhet.

- Ja
- Det låter som om det skulle vara intressant för våra entreprenörer.
- Lite osäker på frågan: handlar den om ett verktyg för betong eller för begagnade material i stort? Det sistnämnda är önskvärt för oss - vore toppen om man kan skapa ett Blocket för just överblivna/oanvända byggmaterial.

Just rivningsmaterial och överbliven betong omfattas ju dock av avfallslagstiftningen så där måste man säkerställa att lagstiftningen uppfylls.

- Branschen är i behov av ett system för cirkulära flöden men tror inte att ett separat verktyg för återvinning/återanvändning av betong skulle vara lösningen.  
Databaser för begagnade material finns men frågan om garantier och kvalitet kvarstår
- Nej
- Inte själv men branschen i övrigt skulle kunna ha stor nytta
- ja
- Absolut!
- kanske
- Nej branschen är inte mogen, det har funnits för jordmassor och den flög inte. Kan beror på att det var NCC som låg bakom den. Kanske går det bättre om det är något branschgemensamt.  
jag tror att en förändring av avfallslagstiftningen kan hjälpa återanvändandet av betong o material
- Absolut
- Nej
- Kanske
- Ej aktuellt
- En databas kan vara aktuell, för att påvisa att man tar ett miljöansvar som beställare och i produkten i sig. Mer kontroll och prover behövs tillämpas på återvunnen betong.
- Ja och ja
- Eftersom att byggindustrin står för en otroligt stor del av negativ miljöpåverkan finns behovet av detta. Vi skulle använda databasen om det inte skulle innebära för mycket extra arbete.



9. Finns det några andra möjliga användningsområden för återvunnen betong som ni har tänkt på, men som inte nyttjas i dagsläget? \*

Antal deltagare: 26

- Nej inget jag kan komma på.
- Det vet jag faktiskt inte
- Vet ej
- Vet ej
- Inte vad jag kommer på
- Inte vad jag kommer på
- Vet inte
- Nej
- Kommer inte på något.
- Nej
- vet ej.
- Vet ej.
- Inte vad jag vet
- Nej
- Fyllnadsmassor i lämpliga projekt. Görs i liten skala idag men skulle kunna öka.
- ballast
- Vet ej
- nej
- vet ej
- Återvinning av stålet
- Ja flertalet, men vi ser den största potentialen i ny betong.
- Nej
- INte aktuellt
- Uppbyggnadsmassor på vägar mer generellt i landet.
- Inte just nu men det gör det säkert.
- Återkommer om jag kommer på.