



Betongkross i växtsubstrat

- möjligheter att använda betongkross i växtsubstrat

Crushed concrete in planting substrate – possibilities of using concrete in planting substrate

Ellinor Lindahl

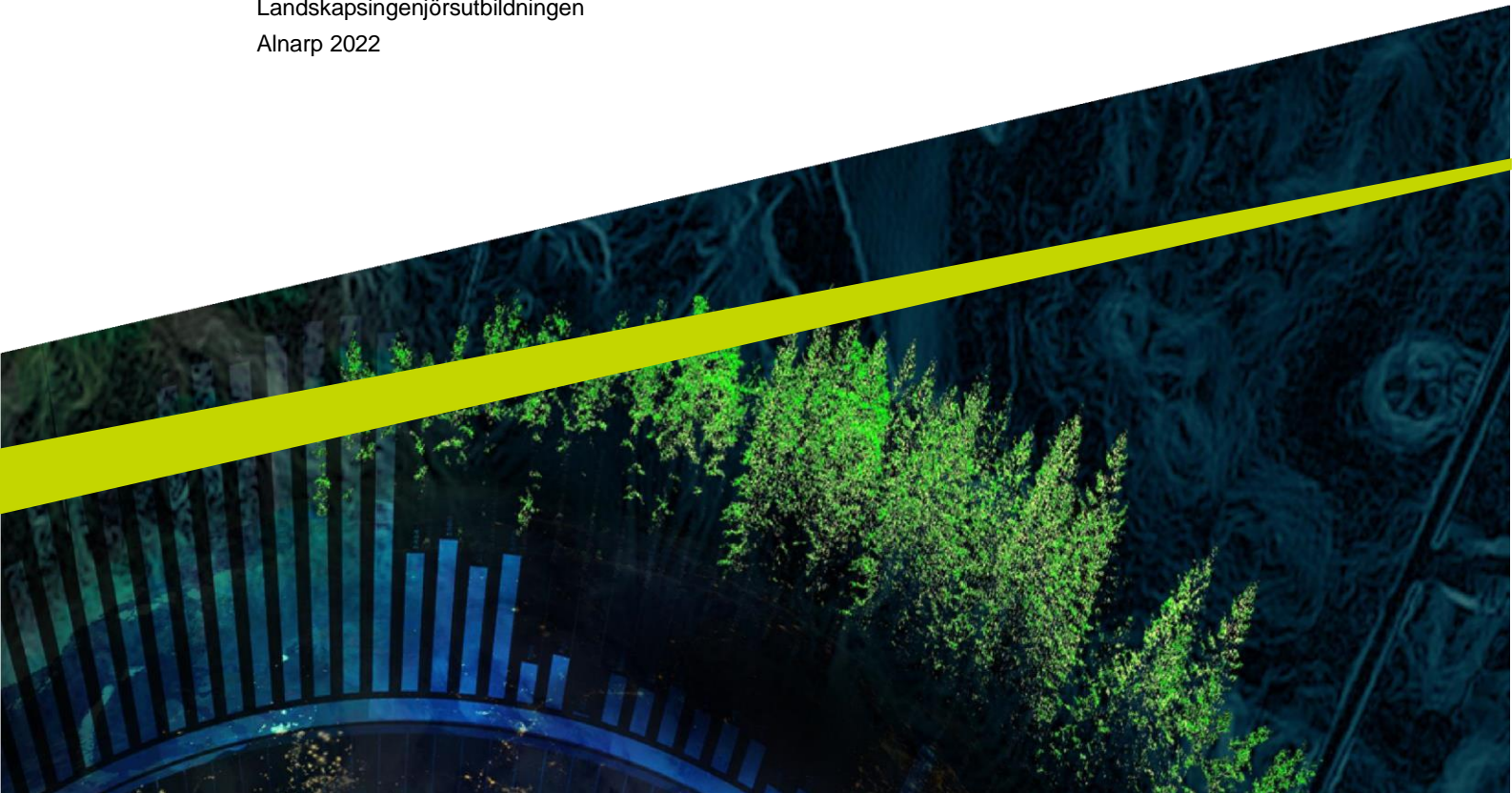
Examensarbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Landskapsingenjörsutbildningen

Alnarp 2022



Betongkross i substrat – möjligheter att använda betongkross i substrat

Crushed concrete in substrate – possibilities of using crushed concrete in substrate

Ellinor Lindahl

Handledare: Arne Nordius, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator: Åsa Bensch, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp.
Nivå och fördjupning: Grundnivå
Kurstitel: **Självständigt arbete, landskapsarkitektur, GE2, landskapsingenjörprogrammet**
Kurskod: EX0841 HT2021
Program/utbildning: Landskapsingenjörprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2022

Foto: Alvhem, Britt-Marie
Malmberg, Jonatan

Nyckelord: Betong, återvinning, betongkross, substrat, kalkhalt, pH, skelettjord

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-ochpublicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

I den här studien undersöks möjligheten att återvinna betong genom att använda betongkross i växsubstrat. Fokus ligger på fyra fall där betongkross använts eller planeras användas i planteringar eller testodlingar. Betongkross kan komma från rivning av betong i närheten av en nyanläggning eller transporteras dit, vilkas olika klimatnyttor redovisas. Studien visar att det är möjligt att använda betongkross i planteringar. I fallet med perennplanteringar togs hänsyn till att betong har ett högt pH, medan detta inte gjordes i användning av betongkross i skelettjord. Vidare redovisas förslag och beprövade växsubstratblandningar och växtval.

Nyckelord: Betong, återvinning, betongkross, substrat, kalkhalt, skelettjord

Abstract

This study examines the possibility of recycling concrete by using crushed concrete in plant substrates. The focus is on four cases where crushed concrete is used in plantings or test plantings. Crushed concrete can come from the demolition of concrete near a new plant or be transported there, whose different climate benefits are reported. The study shows that crushed concrete can work as a plant substrate in plantings. In the case of perennial planting, it was considered that concrete has a high pH, while this was not done in the use of crushed concrete in skeletal soil. Furthermore, proposals for plant substrate mixtures and plant selection are presented.

Keywords: Concrete, recycling, crushed concrete, substrate, lime content, skeletal soil

Figurförteckning

Figur 1. Avfallstrappan Naturskyddsföreningen	11
Figur 2. Cementparken, foto; Berg och Dahl.....	16
Figur 3. Cementparken, rumslig uppdelning.....	17
Figur 4. Cementparken, buskplan	17
Figur 5. Växtsubstrat Peter Korn's testplanteringar	18
Figur 6. Swedenborgsgatan skärmdump med markering; Embrén B.	22
Figur 7. Runåbergspan lindar, skärmdump Embrén B.....	21
Figur 7. Skärholmsplan lindar, skärmdump Embrén B.....	21
Figur 9. Skelettjord, foto Alhem, B-M	26

Tabellförteckning

Tabell 1. Växtsubstratblandning Perennplantering av Peter Korn	23
Tabell 2. Växtsubstratblandning skelettjordar Jonatan Malmberg (2021).....	27
Tabell 3. Växtjord typ D.....	28
Tabell 4. Växtsubstratblandning skelettjordar Stockholm. Björn Embrén (2021)	29
Tabell 5. Växtlista <i>Stäppen</i> , Cementparken, Malmö.....	29
Tabell 6. Växtlista, <i>Medelhavet</i> Cementparken, Malmö	32
Tabell 7. Växtlista trädplan, Cementparken, Malmö	33
Tabell 8. Växtlista trädplan, Cementparken, Malmö.....	34
Tabell 9. Träd i skelettjord Stockholm. Björn Embrén (2021)	35
Tabell 10 Förslag på perenner, buskar, lökväxter och träd i skelettjord Peter Korn (2021)...	36
Tabell 11. Växtval som återfinns i Cementparken och Peter Korn's rekommendationer.....	37

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	6
1.1. Frågeställning.....	7
1.2. Syfte.....	7
1.3. Mål.....	7
1.4. Avgränsning.....	7
1.5. Metod.....	7
1.6. Material.....	8
2. Bakgrund.....	9
Återvinning av betong.....	9
2.1. Betongens koldioxidutsläpp och koldioxidupptag.....	10
2.2. Miljögifter i betong.....	11
2.3. Kalkhalt i betong.....	12
3. Studie av växtbäddar med betongkross i praktiken.....	13
3.1. Cementparken Malmö.....	13
Figur 4. Cementparken, Trädplan (Malmö stad 2016).....	16
3.2. Testodling i Höör.....	16
3.3. Betongkross i skelettjord i Stockholm.....	17
3.3.1. Kocksgatan.....	18
3.4. Växtbäddar som renoverats med betongkross i Stockholm.....	19
3.4.1. Runebergsplan och Skärholmen centrum.....	19
4. Informanternas erfarenheter av betongkross i växtsubstrat.....	21
4.1. Forskning och tidigare erfarenheter.....	21
4.2. Svar på frågan om vilka förtjänster intervjupersonerna ser med att använda betongkross i växtsubstrat.....	21
4.3. Betongkrossens höga pH och dess påverkan på växtligheten.....	22
4.4. Utmaningar med att hitta rätt betong.....	23
4.5. Framtidsutsikter.....	23
4.6. Lärdomar.....	24
4.7 Substratblandningar och användning av biokol och kompost.....	24
Substratblandningar.....	25
4.7.1. Substratblandning till perenner av Peter Korn.....	25

4.7.2. Planerade substratblandningar till skelettjordar av Jonatan Malmberg.....	25
4.7.3. Substratblandning skelettjord av Björn Embrén.....	26
5. Växter för betongkrossplanteringar.....	28
5.1. Att välja växter växtbäddar innehållande betongkross.....	28
5.2. Växtlistor.....	29
Stäppen	29
Medelhavet.....	30
Trädplan Cementparken.....	32
Buskplan Cementparken	33
6. Slutsats.....	36
6.1. Metod och materialdiskussion.....	39
Referenser.....	40
Muntliga referenser	45
Tack.....	45
Bilaga 1.....	46
Intervjufrågor	46
Bilaga 2.....	46
Telefonintervju med Peter Korn 2021-12-01	46
Telefonintervju med Jonatan Malmberg 2021-12-03.....	48
Telefonintervju med Björn Embrén 2021-11-26	50
Bilaga 3.....	53
Mailkorrespondens	53

1. Inledning

Betongindustrin står för en stor andel av världens koldioxidutsläpp. Enligt Svensk betong är det tre till fyra procent. Sanjuán et al (2020) menar att det kan vara fem procent medan Damilare (2018) beskriver i en studie att det kan vara upp till åtta procent av de totala utsläppen. Procentsatserna är relevanta då de jämförs med de debatterade utsläppen från flygtrafiken, som ligger på fyra till fem procent av världens koldioxidutsläpp (Transportstyrelsen 2020). Med tanke på de stora utsläppen är det viktigt ur klimatsynpunkt att hitta lösningar för hur betong ska kunna återvinnas.

2020 byggdes 79 procent av alla hus av betong (SCB 2020). Även om det inte finns statistik över hur mycket av det nyanlagda mark- och konstruktionsmaterialet inom landskapsarkitekturen som består av betong, är det ett vanligt material att använda i projektering/gestaltning av utemiljöer.

Idag återvinns betong framför allt genom att krossas till bärlager eller malas ner för att bli ny betong (Svensk betong 2021). All betong kan inte återvinnas på det sättet, eftersom den exempelvis kan vara saltskadad. Det är svårt att avgöra hur mycket rivningsbetong som är saltskadad. Malmberg (2021) har i kontakt med Skanska fått veta att det är stora mängder betong som är just saltskadad och det finns därmed anledning att hitta fler sätt att återvinna betong för att förhindra att den hamnar på deponi. Fokus i den här studien kommer vara att undersöka möjligheten att återvinna betong i växtsubstrat. Mängden forskning på området är relativt begränsad, men mot bakgrund av forskning som finns undersöks planteringar och testodlingar där betongkross används i substrat. Studien kommer även beröra användandet av saltskadad betong i växtsubstrat.

1.1. Frågeställning

Frågeställningen har formulerats till:

Vilka är de potentiella möjligheterna att använda betongkross i växtsubstrat?

Hur förhåller sig miljö/klimatnytta med att använda betongkross i växtsubstrat jämfört med att återvinna betongkross som ballast i ny betong?

1.2. Syfte

Syftet är att undersöka potentiella möjligheter att använda betongkross i växtsubstrat med utgångspunkten att kunna öka återvinningen av betongkross. Till det ska återvinningen i form av växtsubstrat ställas emot om betongkross i stället bör bli ny betong genom att sönderdelas till ballast. Syftet är också att sammanställa och eventuellt öka kunskapen om planteringar där betongkross använts i substrat.

1.3. Mål

Det grundläggande målet är att öka andelen återvunnen betong i växtsubstrat genom att bidra med kunskap om hur det kan och förslagsvis bör göras. Ett annat mål är att peka på möjligheter och eventuella fördelar med att använda betongkross i växtsubstrat.

1.4. Avgränsning

Studien fokuserar enbart på de tekniska och biologiska möjligheterna att använda betongkross som växtsubstrat. Inga ekonomiska överväganden tas i beaktande. Utöver det görs ingen systematisk genomgång av klimatnyttan med att använda betongkross som växtsubstrat jämfört med att använda den på annat sätt. De växter som omnämns i studien har inte undersökts vetenskapligt utifrån dess etablering, informationen om växternas etablering kommer endast från intervjupersonerna.

1.5. Metod

Metoden utgörs delvis av en bakgrundstudie om betongens miljöpåverkan och genomgång av forskning om betongkross i växtsubstrat. Den andra delen av studien

består till största delen av telefonintervjuer med informanter som varit involverade i användandet av betongkross i växtsubstrat.

Intervjupersonerna valdes ut genom att den först tillfrågade tipsade vidare om andra som kunde känna till fler exempel av användning av betongkross som växtsubstrat. Frågan ställdes först via mejl till Henrik Sjöman, vetenskaplig intendent på Göteborgs botaniska trädgård. Av hans svar framkom att betongkross används i skelettjordar av andra, vilket ledde vidare till ett namn på en intervjuperson, och så vidare enligt samma metod. Vid tillfällena då det inte varit möjligt med en telefonintervju har svar via mejl används som material, se bilaga 3, s. 51.

Intervjufrågorna formulerades med fokus på erfarenheter av att ha använt betong i växtsubstrat, hur substratblandningen var uppbyggd, hur det fungerat och om intervjupersonerna känt till någon forskning eller tidigare exempel på användning av betongkross i växtsubstrat. Intervjufrågorna finns i bilaga 1 s. 48. Intervjuerna finns i sin helhet i bilaga 2, s 45.

I brist på omfattande vetenskaplig forskning på området, har metoden varit att använda intervjupersoner som experimenterat med betongkross i växtsubstrat i praktiken. Detta kan ses som typisk för landskapsbranschen som ofta utvecklar nya lösningar genom försök i fält. De nya lösningarna kan sedan bli vägledande för nya tillvägagångssätt utan att de har förankring i forskning.

1.6. Material

Materialet består av vetenskapliga artiklar och rapporter hämtade från Primo samt hemsidor vilka framför allt använts i bakgrunden. Telefonintervjuerna är det centrala materialet för att inhämta information om användning av betongkross i växtsubstrat i praktiken i Sverige. En telefonintervju med någon upphovsperson till Cementparken i Malmö skulle varit önskvärt för att kunna jämföra resonemangen kring praktiska lösningar med de andra intervjupersonernas svar. Men då det inte gått att genomföra används skrivet material från Cementparken i Malmö.

2. Bakgrund

Återvinning av betong

Det finns två metoder för att återvinna rivningsbetong. Den ena är att krossa betongen och ha den i bärlager och/eller förstärkningslager (Trafikverket 2004). Den andra metoden är att mala ner den till ballast för att använda den i ny betong. Ballast är den blandning av grus och sten som binds ihop av obrunnet cement när den gjuts, vilket bildar betong (Svensk betong 2021).

Återvinning kan kategoriseras utifrån EU-direktivet om avfallshantering i det som heter avfallshierarkin (EUR lex 2020). Stegen i hierarkin kan även illustreras i Naturskyddsföreningens *Avfallstrappa* se figur 1. Det första och minst resurskrävande steget är att minimera användandet av resurser. Det andra steget är att återanvända. Ett exempel på det skulle kunna vara att återanvända marksten i betong utan att krossa den. Att återvinna betongen genom att krossa eller mala ner den är det tredje steget i avfallstrappan. Det sista steget är att lägga betongen på deponi (Naturskyddsföreningen 2021).

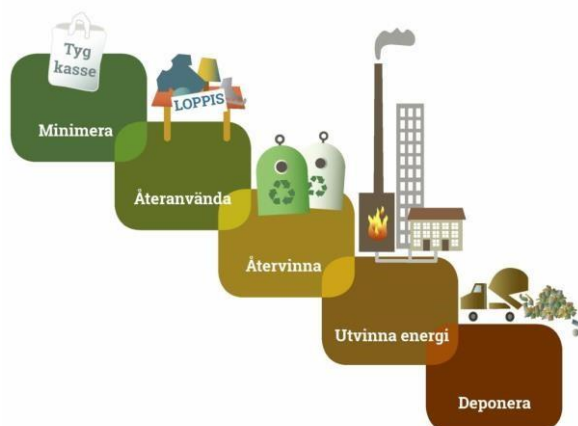
Att återvinna betong till ny ballast i betong görs av många betongproducenter, däribland NCC (2021), KITS Construction AB (2021) och SIKA (2021). Utifrån avfallstrappans hierarki blir det relevant att ifrågasätta om inte all betong som kan bli ballast ska bli det (Malmberg 2021). Att göra om det till ballast möter den stora efterfrågan på betong vid nybyggnationer. Men all betong kan i nuläget inte återvinnas till ballast, vilket gör att krossad betong kommer finnas kvar som resurs (Malmberg 2021). Två sorters betong som inte kan återanvändas är saltskadad och giftig betong (Avfall Sverige 2021; Malmberg 2021).

Det finns olika analyser av vinsterna med återvinning av betong till ballast i betong. Braunschweig (2012) beskriver i sin forskning att återvunnen ballast inte utgör någon miljövinst om den kräver att det adderas endast några fler procent cement för att kunna skapa ny betong av god kvalitet. Om betongen dock kan tillåtas ha en lägre kvalitet utan att tillsätta ytterligare cement kan det anses ha en miljövinst (Braunschweig 2012).

Braunschweig (2012) citeras i *Resurseffektiv användning av byggmaterial* (SOU 2018:51) samt av Svensk betong (2021) som en källa som underbygger tillvägagångssättet av att återvinna betong till ballast som en entydigt positiv lösning. Vad som utlämnas är den del av Braunschweigs studie som beskriver att det kommer an på hur mycket cement som tillsätts. Det senare betyder att det inte

går att enhälligt beskriva ballaståtervinning som positivt utifrån ett klimatperspektiv. Här skulle det behövas en nyansering av effekterna av att återvinna betong i *Resurseffektiv användning av byggmaterial* och av Svensk betong.

Företaget SIKA, som arbetar med att återvinna betong beskriver i motsättning till studien av Braunschweig (2012) att de kan separera beståndsdelarna i betong. Efter det kan ny betong tillverkas genom att blanda beståndsdelarna igen (SIKA 2021). Erik Mild, Product and Laboratory Manager, på SIKA menar att det generellt inte behövs tillsättas någon cement, den cement som finns i ballasten räcker. Det kan dock behövas i viss betong beroende på vilken egenskap den behöver ha (Mild 2021).



Figur 1. Avfallstrappan (2021) <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/avfallstrappan/>

2.1. Betongens koldioxidutsläpp och koldioxidupptag

Det som framför allt gör att betongtillverkningen bidrar till klimatutsläpp är att den innehåller cement. Detta beror på att kalksten, som cement i huvudsak består av, behöver genomgå kalcinering för att kunna omvandlas till cement. Kalcineringen skapar merparten av koldioxidutsläppen och till det behövs också energi att värma upp cementen till 1450 grader °C (Cementa 2021). För att producera 1000 kilo cement bildas enligt siffror från daterade till 2013 709 kilo koldioxidutsläpp (Svensk betong 2021).

En annan del i betongproduktionen och användandet av betong som bidrar till utsläpp är transporter. Transporterna för att frakta material är en stor del av

utsläppen kopplat till nyanläggning. Nästan sju procent av Sveriges koldioxidutsläpp kommer från bygg- och anläggningssektorn (Boverket 2021).

Ett alternativ för att minska transporter av betongkross med lastbil är att krossa betongen på plats för att återanvända den i den anläggning som byggs där. Detta görs genom att ta dit ett mobilt krossverk. Här behöver dock transportutsläppen för att använda ett mobilt krossverk vägas in.

Ett mobilt krossverk väger ca trettiofem ton (IOR Systems 2021). En tung lastbil väger ca nitton ton med den tyngsta last som tillåts (Transport XXL 2021) och släpper ut 0,843 kilo CO₂ ekvivalenter per kilometer baserat på Trafikverkets siffror i *Handbok för vägtrafikens luftföroreningar* (Trafikverket 2019). Det betyder att en tung lastbil som fraktar betongkross rimligen kommer släppa ut mindre CO₂ ekvivalenter vid transport än om ett mobilt krossverk ska köras till platsen. Om en generalisering kan göras skulle varje ton som fordonen väger ge samma ökning av utsläpp skulle krossverket släppa ut 1,55 kilo CO₂ ekvivalenter per kilometer (Trafikverket 2019). En tung lastbil skulle därmed kunna frakta bort två laster betongkross till ett externt krossverk innan ett mobilt krossverk blir en utsläppsmässig vinst. Detta bör ställas mot hur mycket kross som behövs på plats.

Betong har förutom att det är utsläppsintensivt den egenskapen att det kan binda koldioxid. I en studie från Sverige 2011 bedöms existerande betong kunna binda 17 procent av de utsläpp som betongproduktionen släppte ut samma år (Andersson et al. 2013). Med tanke på att 83 procent av utsläppen kvarstår är det relevant att öka återvinningen av betong.

I regel används växtjord i projektering av växtbäddar, vilken i vanligen innehåller torv (SGU 2021). Att använda torv i växtjord är en utbredd praxis bland jordproducenter, men med en betydande miljöpåverkan. Brytning av torv skapar stora utsläpp av växthusgaser. Enligt en rapport från Jordbruksverket står utsläppen från torv för drygt nitton procent av utsläppen av växthusgaser i Sverige (Jordbruksverket 2014).

2.2. Miljögifter i betong

För att veta om eller på vilket sätt betong ska återvinnas behöver den testas för att få svar på om den innehåller skadliga ämnen som gifter och/eller tungmetaller. Då betong ska återvinnas och användas som bärlager gäller enligt Vägverkets bedömning från 2004 att provtagning bör ske. Betongen ska då testas för om den innehåller PAH, PCB, CTC, asbest och kvicksilver. Utöver det är det upp till beställaren vilken typ av testning som önskas (Vägverket 2004).

Enligt en rapport från RISE (2019) beskriver Elisabeth Helsing att sexvärdigt krom är en vanlig förorening i betong, som den kan behöva provtas för inför återvinning. Det sexvärda kromet kan i höga koncentrationer ge nervskador. I rapporten beskrivs att de flesta betongtyper antingen redan klarar eller kommer att klara gränsvärdet med rätt behandling, till exempel tvättning. Vad tvättningen innebär beskrivs inte bortsett från att lakvattnet tas omhand. Äldre betong, uppförd före 1980-talet, behöver provtas mer noggrant eftersom den kan ligga utanför gränsvärdena (Helsing 2019).

Vägverket gör dock gällande att restbetong som består av ballast som innehåller berg kan betraktas som fri från skadliga ämnen. Det betyder att sådan betong i normalfallet inte behöver testas (Vägverket 2004). Men betong kan innehålla en rad gifter bortsett från tidigare nämnda som exempelvis PFAS (Avfall Sverige 2021).

2.3. Kalkhalt i betong

Cementen i betong innehåller kalk. Den kalk som urlakas ur betong kan utgöra både problem och en tillgång för växter. För många växter i staden är vittrande betong ett problem då kalken höjer pH-värdet i jorden (Sjöman & Slagsedt 2015). pH-värdet blir då högre än det för många växter optimala pH-värdet på mellan 6 och 7. Betongkross kan ge ett växtsubstrat ett pH-värde på 12 (Malmberg 2021). Med anledning av att värdet blir högt rekommenderades inte betongkross ingå i växtsubstrat i en studie av ifall betongkross kan användas i odling av kulturväxter (Thurmayr 2011).

Det finns växter som gynnas av ett högt pH. I stäppmarker kan pH-värdet ligga på omkring 9 (Lavenko 1993). Peter Korn (2021) menar i en telefonintervju att stäppväxter gynnas av kalkhaltiga substrat och att betongkross kan visa sig vara en fördel i sådana planteringar. I Jordkokboken (Folkesson 2015) rekommenderas en jordblandning för kalk- och torktåliga växter med AMAs B-jord samt kalkkross eller betongkross som ett alternativ att använda i staden.

Betong kan fungera bra i planteringar av ängsväxter (Hitchmough et al. 2003). Betongkross kan även användas vid plantering av torräng och skapa fungerande förutsättningar för långsamväxande låga kalkgynnade arter (Dunnett & Hitchmough 2004). Dunnett och Hitchmough (2004) sådde in en torräng i ett industriområde där merparten av marken bestod av betongkross, tegel och gummirester. Forskarna menar att det är ett välfungerande alternativ till att anlägga planteringar med färdigupptrivna växter (Dunnett & Hitchmough 2004).

Betongkross kan även användas i växtsubstrat på gröna tak. I en finsk studie av Jauni et al. (2020) undersöktes huruvida spill från produktion av krossad lättbetong

kunde ingå i växtsubstrat. Även om det är rivningsbetong som är i fokus i den här studien, innehåller lättbetong mer kalk än vanlig betong. I studien användes ett substrat med en mix av kompost och lättbetong. Flera av växterna klarade sig bra trots att inte alla var kalkgynnade. Kalken kan också ha balanserat upp näringsinnehållet i komposten då näringsläckaget från taken var mindre med detta substrat än i andra substratblandningar. *Dianthus dioides*, backnejlika, var en växt som fungerade bra i studien, vilket skulle kunna göra att den går bra att använda i planteringar med betongkross (Jauni et al. 2020).

Jauni et al. (2020) menar vidare att det inte går att göra några generaliseringar om substratblandningar eller om hur betong kan fungera för olika typer av växter. Det beror bland annat på dess dåliga vattenhållande förmåga, vilken dock kan ökas om blandningen innehåller kompost (Jauni et al. 2020).

3. Studie av växtbäddar med betongkross i praktiken

3.1. Cementparken Malmö

Ett exempel på en plantering med betongkross i växtsubstratet är Cementparken i Malmö. Cementparken färdigställdes 2016 (Malmö stad 2016). I *Besöksguide Cementparken* (Malmö stad 2016) redovisas en illustrationsplan, planteringsplaner, växtlistor och bakgrundsinformation. Här har kalkgynnade växter planterats i en blandning av betongkross, grus och kalksten (Arktitekten 2018). Några av dessa växter, bland annat från släktena *Allium*, *Cottinus* och *Pinus* syns på figur 2. Det finns tio växtbäddar i parken som innehåller betongkross som en del av växtsubstratet. På illustrationsplanen i *Besöksguide Cementparken* syns dock endast 8 växtbäddar, se figur 3. Den betongkross som använts kommer ifrån den tidigare på samma plats verksamma Cementfabriken och dess gamla silo (Malmö stad 2016).

Växtlistor från Cementparken redovisas under rubriken 5.3 *Växtlistor, Cementparken*. Men även på trädplanen, se figur 4. Listorna är indelade i planteringarna som kallas *Stäppen* och *Medelhavet*. Växterna är valda baserat på att ståndorten är blåsig med milda vintrar och torra somrar. Alla bäddar har toppats med ett lager kalkkross och pH-värdet ligger omkring 7,5 - 8,2 (Malmö stad 2016).

Johan Nilsson (2021), drift och underhållsansvarig för skötseln i södra Malmö, beskriver i ett telefonsamtal Cementparken som välfungerade. Det har behövts bytas ut några träd under åren och Nilsson (2021) menar att de kanske står för torrt, men det är svårt att säga.



Figur 2. Cementparken. Plantering innehållande bland annat buskar av *Cottinus*-, *Eleagnus*- samt *Allium* släktet. Foto: Berg och Dahl. Hämtad 2022-03-01

CEMENTPARKEN | PARKENS RUMSLIGA UPPBYGGNAD & STRUKTUR



Figur 3. Cementparken med åtta rumsliga uppdelningar innehållande *Stäppen* och *Medelhavet* (Malmö stad 2016)

CEMENTPARKEN | TRÄDPLAN



Figur 4. Cementparken, Trädplan (Malmö stad 2016)

3.2. Testodling i Höör

Peter Korn, växtodlare och författare, genomför en testodling med betongkross utanför Höör sedan sommaren 2021. Växsubstraten med betongkross används för odling på mark, tak, väggar och i skelettjordar. Detta görs i samarbete med Jonatan Malmberg, specialist på urbana vegetationssystem och biokol på Ecotopic. I en intervju redovisar Korn (2021) sina erfarenheter av att använda betongkross i perennplanteringar. Betongen tas från en återvinningscentral i Helsingborg, Nordvästra Skånes renhållning AB, och är därmed ditfraktad och färdigkrossad.

Korn (2021) menar att grundproblemet med att använda enbart betongkross i perennplanteringar är att betongen i växsubstratet blir hårt. Korn (2021) beskriver att det som sker är att betongkrossen smulas sönder på sommaren och blir till lera

som steltnar till en skorpa. Även om skorpan fryser sönder något på vintern blir det ett hårt material. För att kunna odla i betongkross blandas femton-tjugo procent grus med fraktion 0-8 i betongkrossen. Betongen löser inte upp sig på samma sätt om det är grus mellan krossbitarna. Betongkrossen som används är fraktion 0-16 och substratblandningen kan ses på bild på figur 2. Korn (2021) använder också tio till femton procent biokol i substraten.

Då det kommer till växtkvaliteter använder sig Korn av barrotade växter. Att plantera växter som står i en kruka med torv i ett betongkrosssubstrat fungerar inte eftersom de behöver kunna etablera sig i krossen direkt. För att kunna odla i betongkross i större skala behöver barrotade växter finnas i större utsträckning i handeln än idag, men utbudet ökar menar Korn (2021). I samarbete med Malmberg (2021) kommer de också testa olika typer av växtsubstratblandningar med betongkross i skelettjordar. Detta är också något som prövats och används i Stockholm.



Figur 5. Växtsubstrat med betongkross, Peter Korn's testodlingar. Foto: Jonatan Malmberg (2021).

3.3. Betongkross i skelettjord i Stockholm

Betongkross har använts i skelettjordar i Stockholm berättar Britt-Marie Alvem (2021), trädsspecialist på Trafikkontoret i mejlkontakt, se bilaga 3. År 2012 användes betongkross i nyplanteringar och växtbäddsrenoveringar (Alvem 2021). Efter det gjordes fler skelettjordar med betongkross i växtsubstraten berättar Björn

Embrén (2021), fd. trädsspecialist på Trafikkontoret och adjunkt vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala. I en telefonintervju redovisar Embrén (2021) tillfällena och platser där skelettjordar av betongkross använts. Den betong som användes är en blandning av olika typer med betong. Betongen hade testats för att säkerställa att den inte innehöll otillåtna halter av skadliga ämnen.

3.3.1. Kocksgatan

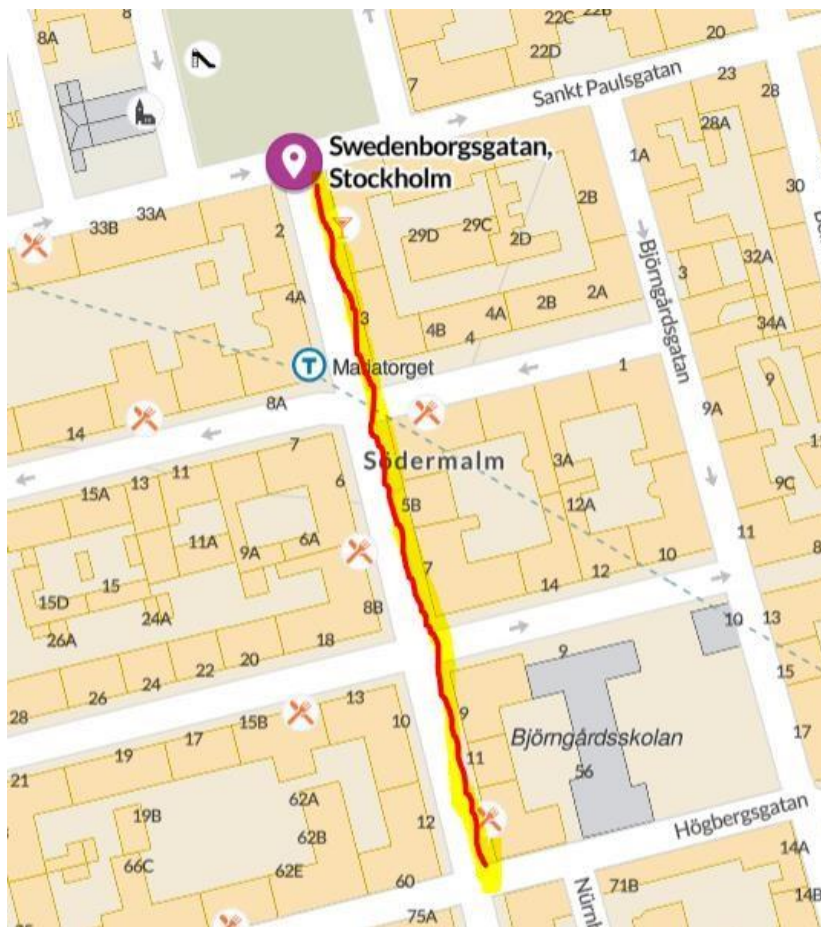
2012 användes betongkross i nyplanteringar av *Prunus* 'Umineko', prydnadskörsbär, på Kocksgatan mellan Nytorggatan och Södermannagatan. Där förbereddes även provgropar för att kunna se hur det fungerar, vilka inte ännu grävts upp och undersökts (Alvem 2021). Embrén (2021) beskriver att *Prunus* 'Umineko' fungerar väl i planteringarna. Han jämför dem med körsbärsträd som planterades samtidigt längre upp på samma gata i skelettjord med stenkross med större sammanhängande trädgropar och menar att trädens utveckling på de båda ytorna är lika god.

3.3.2. Swedenborgsgatan

På Swedenborgsgatan nära Mariatorget finns en allé med rödblommiga hästkastanjer, *Aesculus castanea* 'Biotii', vilka är inritade på den östra sidan av gatan sett på kartan se figur 6. När de planterades 2014 och/eller 2015 testades olika varianter av hur växtbäddarna byggdes upp (Embrén 2021). Växtbäddarnas uppbyggnad beskrivs nedan och alla bäddarna innehåller betongkross, jord och biokol. Skillnaden i de olika varianterna ligger i dess uppbyggnad. För en detaljerad lista av proportioner, se rubrik 4.7.3 *Substratblandningar skelettjord av Björn Embrén*.

Den första varianten var att lägga biokol ovanpå skelettet av betongkross som utgör ett luftigt infiltrationslager, samt att addera jord. Den andra varianten var att lägga biokol i botten, under betongkross och jord. Anledningen till att lägga det i botten var att det skulle kunna ta upp föroreningar. Biokolet skulle även kunna ta upp näringsläckage från näringsblandning i vattnet som används i etableringsskedet. Det skulle även kunna ta upp eventuellt näringsläckage från kompost, men det senare är troligen inte ett problem. Den tredje varianten var att spola ner biokol i skelettjorden av betongkross och addera jord.

Embrén (2021) menar att det idag inte syns någon skillnad på hur träden utvecklats oberoende av vilken variant av växtbädd de planterats i. Det betyder att oavsett vilka skelettjordsblandningar eller hur växtbäddarna är uppbyggda har inte Embrén (2021) kunnat se skillnad på trädens utveckling. Embrén (2021) pekar på att han idag inte minns exakt vilket träd som planterats i vilken skelettjord.



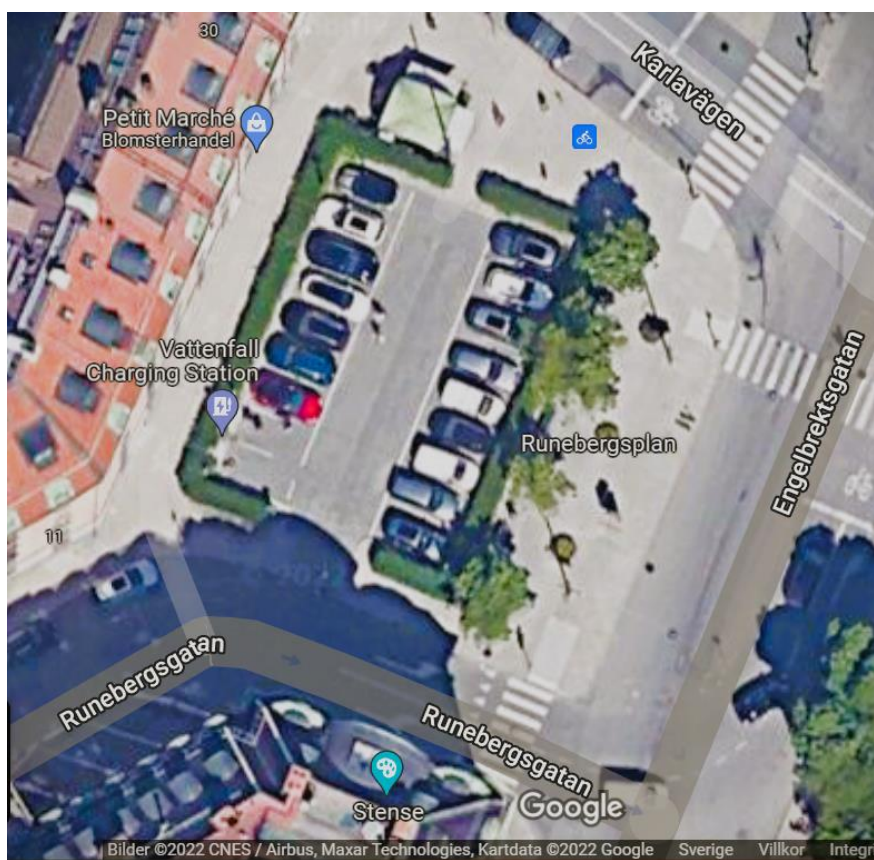
Figur 6. Swedenborgsgatan i Stockholm. Den rödgula linjen markerar var *Aesculus castanea* 'Biotii' planterats i de olika varianterna av skelettjordar, markeringarna är gjorda av Embrén (2021)

3.4. Växtbäddar som renoverats med betongkross i Stockholm

3.4.1. Runebergsplan och Skärholmen centrum

Både på Runebergsplan och i Skärholmen centrum har betongkross använts för växtbäddsrenoveringar av lindplanteringar (Alvem 2021). Renoveringarna av lindarna på av Runebergsplan skedde någonstans mellan år 2012-2014 (Embrén 2021). Alvhem (2021) underströk att de lindarna var i dåligt skick. På Runebergsplan användes betongkross till vissa av växtbäddarna och granitkross till andra växtbäddar. Ingen av de två växtsubstratvalen eller växtbäddsrenoveringarna har gett ett positivt resultat enligt Embrén (2021). I fallet med Runebergsplan var Embrén (2021) inte helt säker på att lindarna fick den bevattnings som behövts.

Ett annat exempel på växtbäddsrenovering i Stockholm var i Skärholmen vid Skärholmsplan, se figur 7. Inte heller här syns någon förbättring av lindarnas kondition. Här var dock Embrén (2021) mer säker på att lindarna fick tillräckligt med vatten. På figur 8 syns de fyra lindor markerade med en vit ram inringade av Embrén (2021). Dessa hade haft en sämre utveckling än de andra lindarna som omgärdar Skärholmsplan, och det var anledningen till att de skulle växtbäddsrenoveras. Det betyder att inte heller denna växtbäddsrenovering har någon synlig effekt på trädens potentiella goda utveckling.



Figur 7. Bildinsamling: Google © 2022 Runebergsgatan. Fyra lindor i centrum av bilden som växtbädds renoverats.



Figur 8. Bildinsamling: Google © 2020 Skärholmsplan. De lindar som växtbäddrensoverats syns i den vita inramningen markerade av Embén (2021).

4. Informanternas erfarenheter av betongkross i växtsubstrat

4.1. Forskning och tidigare erfarenheter

Med bakgrund av att forskningen om betongkross i växtsubstrat är relativt begränsad var det relevant att ställa frågan till intervjupersonerna om de tagit del av tidigare forskning på området. Varken Korn (2021), Embrén (2021) eller Malmberg (2021) kände till forskning på området. Alvhem tillfrågades dock inte om detta. Då skelettjordarna anlades i Stockholm kände Embén (2021) inte till några andra exempel. Malmberg (2021) beskrev att han i princip tog för givet att det inte fanns något som liknade just den mix av biokol och betongkross som blandas till skelettjord. Det gjorde att Malmberg (2021) inte letade efter några tidigare exempel eller tidigare forskning på området.

4.2. Svar på frågan om vilka förtjänster intervjupersonerna ser med att använda betongkross i växtsubstrat

Intervjupersonerna svar om vilka förtjänsterna var med att använda betongkross i växtsubstrat kretsade kring positiva sidor av återvinning. Alvhem (2021) pekade på

fördelarna med att använda lokalt material för att minska beroendet av makadam, som enligt Alvhem (2021) inte alltid finns att tillgå. Embrén (2021) svarade ”miljö.” Svaret utvecklades med att det är fördelaktigt om betong i rivningsmassor kan användas till skelettjord inom arbetsområdet. Att betongkross binder koldioxid är också en del av fördelarna (Embrén 2021). Malmberg (2021) pekade på att en förtjänst är den en målbild som han ser med sin verksamhet. Målbilden är att kunskaperna om möjligheterna att blanda betongkross i växtsubstrat ihop med biokol och kompost kan användas också utanför Sverige. Utomlands kan tillgången till stenkross vara liten, menar Malmberg (2021). Ihop med detta kommer jord inte behöva användas, vilket ger möjlighet att välja bort jord med torv. I ljuset av ovanstående är det relevant att peka på att Malmberg (2021) representerar ett företag som vill implementera idén om användbarheten med betongkross och därmed öka efterfrågan i och utanför Sverige. Korn (2021) menade att förtjänsterna framför allt är peka på möjligheten att använda betongkross för att göra fungerande planteringar med betongkross från en återvinningscentral.

4.3. Betongkrossens höga pH och dess påverkan på växtligheten

Det fanns en fråga som inte ställdes uttalat under intervjuerna men som alla informanterna tog upp. Det frågan skulle kunna ringas in som ”Vilket är ditt förhållningssätt till att betongkross har ett högt pH-värde?” De redovisade alla sina tankar på området utan att frågan ställdes explicit.

Alvhem (2021) pekar på att det är okänt hur utfallet med skelettjordsplanteringarna med betongkross kommer fungera på sikt med tanke på det höga pH-värdet i betongkross. Biokol har också högt pH, vilket ytterligare skulle kunna påverka träden, och eventuellt höja pH-värdet mer menar Alvhem (2021). I en studie av Abrishamkesh et al (2015) pekar författarna på fördelarna med att använda biokol i kalkhaltig jord. Studien, som är gjord på linser, *Lens culinaris* 'Medik', visar att växtkraften ökar med inblandning av biokol (ibid). Biokol innehåller näringsämnet kalium, vilket växterna kan ta upp över tid (Ghorbani & Amirahamadi 2018). En ytterligare fördel med att blanda i biokol i skelettjordar är att det kan rena vatten från miljögifter (Zhang et al. 2020). Embrén (2021) ställdes i och med användande av betongkross inför frågeställningen om rester av armeringsjärn i betongkrossen är ett problem. Embrén (2021) hävdar efter sina erfarenheter av detta att det tvärtom kan bidra till att sänka pH-värdet lite samt att det kan binda lite extra fosfor.

Ett sätt att sänka pH-värdet är att tillsätta mull (Billeaud & Zajicek 1989), vilket kunde vara ett möjligt alternativ för att sänka pH-värdet i en växtbädd med betongkross, och/eller i kombination med biokol. Det senare är också något som

Malmberg tänker använda sig av och Embrén använt sig av (Embrén 2021; Malmberg 2021).

4.4. Utmaningar med att hitta rätt betong

När intervjupersonerna fick frågan om vilken betong de använde svarade Malmberg (2021) och Embrén (2021) att det var och är en utmaning är att hitta rätt betong. Malmberg (2021) använder kloridskadad betong, eller med andra ord saltskadad betong. Eftersom Malmberg och Korn samarbetar använder de likadan betong i sina växtsubstratblandningar (Malmberg 2021; Korn 2021). Kloridskadad betong går inte att återvinna på annat sätt, vilket ger en miljövinst om den kommer i bruk. Det står inte klart huruvida denna typ av betong är mer eller mindre lämpad i planteringar. Malmberg (2021) ser också en utmaning i att försäkra sig om att betongen inte innehåller sexvärdigt krom, vilket är skadligt (Helsing 2020).

Embrén (2021) pekar också på problematiken med skadliga ämnen. Det är svårt att undersöka föroreningshalter, då inte all betong testas, utan testas med ett intervall, likt stickprov. Det har funnits ambitioner att ta fram nationella riktlinjer för gifthalter i betong (Embrén 2021). Med tanke på att det inte finns nationella riktlinjer kan Vägverkets (2004) rekommendationer om att beställaren ska avgöra omfattningen av testerna slå olika. Med andra ord kan det bli en subjektiv bedömning av vad som ska testas utan att det nödvändigtvis är vetenskapligt förankrat.

Ännu en utmaning är att få tag på sorterat material av betongkross. De som producerar betongkross behöver se att det finns en efterfrågan för att det ska kunna skalas upp (Embrén 2021).

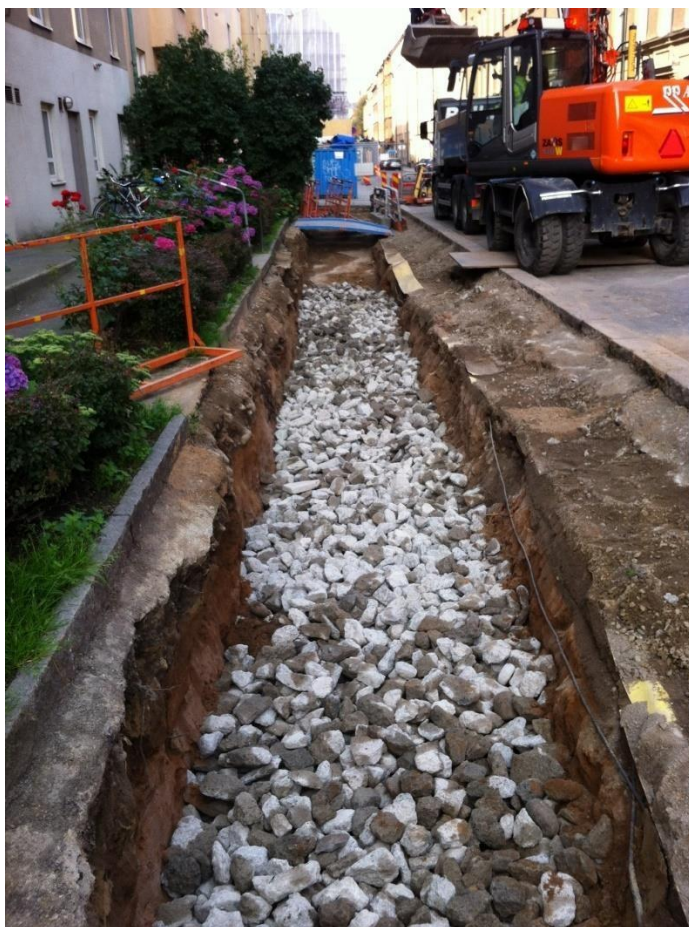
4.5. Framtidsutsikter

En av intervjufrågorna gällde framtidsutsikter för växtsubstrat med betongkross i. Korn (2021) uttrycker att en del av framtidsutsikten med att testodla i betongkross är att visa att det kan fungera och då även göra det tydligt att det kan användas och fungera i offentliga planteringar.

Malmberg (2021) ser en potential i att använda betongkross kan bli en möjlighet i länder utan samma tillgång till sten som Sverige. Exempel på sådana platser kan vara södra Italien eller Spanien. Om det går att använda betongkross med biokol gjord i närområdet och kompost från trädgårdsavfall kan kretsloppet slutas lokalt. Det senare betyder att transporterna kan minska ihop med att torv inte behövs användas, vilka båda är positiva ur klimatsynpunkt.

4.6. Lärdomar

Ett frågetecken Embrén (2021) hade kring anläggningen av skelettjordarna var packningen av materialet, se figur 9 för en bild på anläggning med betongkross. Frågan var huruvida vibratorplattan, som packar skelettjorden, skulle ha sönder betongen till för stor andel finmaterial. Finmaterialet skulle då täppa till håligheter som behövs för att avsedd volym luft och vatten ska kunna finnas i skelettjorden. Resultatet efter packningen var att betongen behöll sin struktur utan att krossas till så mycket finmaterial att det fanns anledning till oro för att för många porer skulle täppas igen. Malmberg (2021) tar också upp att det viktigt att känna till att en viss andel finmaterial bildas under hantering av betongkross.



Figur 9. Skelettjord med betongkross, Kocksgatan. Foto: Britt-Marie Alvem (2012)

4.7 Substratblandningar och användning av biokol och kompost

Alla intervjupersoner tillfrågades om substratblandningar vilka redovisas under 4.7.1–4.7.3. Alla intervjupersoner använder biokol som en del av substratet, vilket är ett sätt att lagra koldioxid och minska användningen av torv (Naturvårdsverket 2022). Malmberg (2021) använder även kompost för att tillföra näring, vilket

exempel kan tillverkas av bland annat överblivet slam och växtdelar. Detta gör att näring cirkulerar i processen där växtsubstrat är består av biokol och kompost, vilket ger miljö- och klimatfördelar (Naturvårdsverket 2022). Biokol har också den fördelen att de kan rena vatten som faller på växtbädden (Enell et al).

Substratblandningar

4.7.1. Substratblandning till perenner av Peter Korn

Korn (2021) beskriver sand till att ha fraktion 0-8, även om det skulle kategoriseras som grus. Substratblandningen syns i Tabell 1.

Tabell 1. Peter Korn's växtsubstratblandning

Andel	Material
15-20%	Sand i fraktion 0-8
65-75 %	Betongkross i fraktion 0-15 ca (hellre grövre än mindre fraktioner)
10-15%	Biokol

4.7.2. Planerade substratblandningar till skelettjordar av Jonatan Malmberg

Här redovisas de substratblandningar som ska användas i olika skelettjordar av Malmberg (2021). Se tabell 2.

Malmberg (2021) menar att vilka substrat som kommer kunna realiserats beror på vilka fraktioner som går att få tag på. Fraktion 30-60 kommer troligen fungera eftersom hålrummen är mindre i den blandningen. Malmberg (2021) beskriver att betongkross inte finns i fraktion 4-8, vilket vore önskvärt eftersom det är användbart i planteringar.

Malmberg (2021) resonerar om att det kanske blir för något högt pH i försök 2, då han jämför med att använda kolmakadam, en mix av biokol och makadam, där biokolet kan sänka pH-värdet. Det senare används i Stockholm.

Tabell 2. Växtsubstratblandningar skelettjord. Jonatan Malmberg (2021)

Uppdelning procent	Substrat	Fraktion	Proportion
<i>Försök 1</i>			
75 %	Betongkross	30-60 sorterat	
25 %	Biokol och mull		50/50

<i>Försök 2</i>		
75 %	Betongkross	30-90 sorterat
25%	Biokol och kompost	50/50
<i>Försök 3</i>		
75%	Betongkross	30-60 sorterat
25%	0-8 sand och biokol	50/50
<i>Försök 4</i>		
75%	Betongkross	30-90 sorterat
25%	0-8 sand och biokol	50/50

4.7.3. Substratblandning skelettjord av Björn Embrén

Växsubstratblandning som Embrén använt sig av, se tabell 3. Tabellen innehåller även information om att det kan vara svårt att spola ner mer än 15% d- eller b-jord, även om växsubstratblandningen procentuellt gärna får innehålla upp till 25%, men det kan vara svårt att spola ner mer än 15 %. Jorden som användes var b- eller d-jord. D-jorden omnämns sällan i litteraturen eller planteringsammanhang, men dess egenskaper beskrivs i tabell 3.

Tabell 3. Växtjord typ D

D-Jord	Egenskaper
Varutyp	mineralbaserad växtjord
Mullhaltviktprocent	3-5
Lerhalt	<8 %
pH	5,5- 7,5
Ledningstal	1,5-4
Volymvikt	ca 1350 kg/m ³

Tabell 4. Substratblandning skelettjord. Björn Embrén (2021)

Uppdelning procent	Substrat	Fraktion
15-25 %	d- eller b-jord med biokol	
75-85 %	Betongkross	90-150

5. Växter för betongkrossplanteringar

5.1. Att välja växter växtbäddar innehållande betongkross

En fråga som är central i intervjuerna och i studien av Cementparken är valet av växter. När Embrén (2021) började använda betongkross i skelettjordar diskuterades valet av träd utifrån om de var kalkgynnade. Efter att betongkross testats i växtsubstratet menar Embrén (2021) att det fungerade bra oavsett vilka träddarter som använts.

Korn (2021) framhåller att det är bäst att utgå från att använda kalktåliga träd. Rekommendationerna består av olika varieteter av hagtorn, *Crataegus*, perukbuskar, *Cottinus* samt ärtväxter rent generellt, så som exempelvis robinia, *Robinia pseudoacacia*. Ginko, *Ginko biloba* och alla sorter av silverbuskar *Eleagnus*, samt jasmintry *Heptacodium miconioides* tror Korn (2021) också som troligen kan fungera.

Utifrån en kartering av Tyler et al (2021) över förekomst av växter i olika vegetationstyper i Sverige etableras hagtorn, *Crataegus*, silverbuskar, *Eleagnus*, robinia, *Robinia pseudoacacia* naturligt på en eller flera vegetationstyper av kalkrik mark, stenig mark och på vissa typer av ruderatmark. I Tönnersjöes växtkatalog (2021) och Växtvalsguiden (2019) beskrivs ovanstående växter- och eller växtsläkten vara kalktåliga. Korn (2021) menar att många äppelsorter *Malus* och flera ur rosaseafamiljen också kan fungera, men de tre arter av *Malus* Tyler et al (2021) karterat, bukettapel, *M. Toringo*, bärapel *M. baccata*, äppelträd *M. domestica* beskrivs dock inte växa naturligt på kalkrika marker.

Korn (2021) menar att då valet av perenner ska ske behöver växterna kunna beskrivas som extremt kalkgynnade, att de beskrivs som endast kalkgynnade räcker troligen inte. Växter som naturligt växer på kalkklippor eller alvar är de mest sannolikt kommer att fungera växtsubstrat med betongkross (Korn 2021). Växter som växer i dessa miljöer är anpassade för torra växtförhållanden och hög kalkhalt (Walhsteen & Sjöman 2009). Det enklaste och kanske mest säkra tillvägagångssättet är att så ut växterna som en äng (Korn 2021), vilket är ett vanligt sätt att etablera ängar (Mårtensson 2017). Ett exempel som skulle kunna fungera är en fröblandning med kalkgynnade ängsväxter (Korn 2021).

Då det kommer till lökväxter kan arter av släktet *Allium* fungera, så som klotlök *Allium sphaerocephalon*, vilket också är en lök som planterats i Cementparken (Malmö stad 2016). Små tulpaner kan också fungera (Korn 2021), vilket bekräftas i *Geofyter – lökar och knölar för offentlig miljö* (Wahlsteen & Lorentzon 2013).

5.2. Växtlistor

De växtlistor som redovisas från Cementparken finns listade i *Besöksguide Cementparken* från Malmö stad (2016) vilken innehåller växtlistor och en träd- och buskplan. I Cementparken finns tio olika växtbäddar och två växtlistor som är uppdelade i det som kallas *Stäppen* se tabell 5, och *Medelhavet*, se tabell 6. Vidare beskrivs växtlistor på *Trädplan Cementparken*, se figur 3 och figur 4.

Det som är okänt utifrån planteringsplanens beskrivning samt som inte besvarats då frågan ställts per mail till de som planerat planteringarna är om de olika substratblandningarna skiljer sig åt mellan växtbäddarna. Alla planteringar beskrivs dock vara täckta av ett lager kalkkross och innehålla betongkross och ha ett pH mellan 7,5 – 8,2. Växter bör därmed vara anpassade för det pH-spannet (Malmö stad 2016).

Utifrån trädplanen i Cementparken beskrivs alla arter generellt som värmetåliga. Vissa beskrivs som specifikt kalktåliga, så som arter av *Cotinus*, *Eleagnus*, *Crataegus*, *Robinia* (Växtvalsguiden 2019), *Sophora japonica* med flera. *Prunus yedoensis* – tokyokörsbär beskrivs dock trivas i lerjord eller väl-dränerad jord, (Tönnersjö 2021) varav det sista stämmer in på substratet med kross. Då det kommer till buskarna i buskplanen i Cementparken är de generellt kalktåliga (Växtvalsguiden 2019).

Efter Cementparkens växtlistor, listas de träd som står i skelettjordar i Stockholm, se tabell 8 och Peter Korn's förslag på växter, tabell 9. Sist sammanställs de växter som nämns på flera listor, se tabell 11. Cementparkens växtlistor och rekommenderas av Korn (2021). I sammanställningen finns en motsägelse, växtlistan med perenner innehåller salvia, medan den inte fungerade i Korn's planteringar. Sorten är dock specificerad på växtlistan *Salvia* 'Caradonna' medan Korn's salvia inte definierades utifrån sort. En växt som inte redovisas i en tabell är den enda växt som är den nejlika som fungerade i substrat med kalkkross i studien av Jauni et al. (2020).

Stäppen

Tabell 5. Växtlista perenner och lök i "Stäppen" Cementparken, Malmö.

PERENNER	
<i>Dianthus carthusianorum</i>	brödranejliska
<i>Echinops</i> 'Veitch's Blue'	blå bolltistel
<i>Eryngium bourgatii</i>	spansk martorn
<i>Eryngium yuccifolium</i>	skallerormsmartorn
<i>Euphorbia cyparissias</i> 'Fen's Ruby'	vårtörel

<i>Euphorbia polychroma</i>	gulltörel
<i>Galium verum</i>	gulmåra
<i>Geranium sanguineum</i>	blodnäva
<i>Iris x germanica</i> cvs	tyskiris
<i>Liatris spicata</i>	rosenstav
<i>Perovskia</i> 'Blue Spire'	perovskia
<i>Phlomis russeliana</i>	gul lejonsvans
<i>Salvia nemorosa</i> 'Caradonna'	stäppsalvia
<i>Scabiosa columbaria</i>	fältvädd
<i>Stachys byzantina</i> 'Cotton Ball'	lammöron
<i>Verbena bonariensis</i>	jätteverbena
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	silvergräs
<i>Melica ciliata</i>	grusslok
<i>Festuca mairei</i>	atlassvingel
<i>Stipa capillata</i>	finbladigt fjädergräs
LÖKVÄXTER	
<i>Allium sphaerocephalon</i>	klotlök
<i>Allium christophii</i>	stäpplök
<i>Allium aflatunense</i> 'Purple Sensation'	kirgizlök
<i>Allium cernuum</i>	prärielök

Medelhavet

Tabell 6. Växtlista "Medelhavet" Cementparken, Malmö.

TRÄD	
<i>Cedrus atlantica</i> 'Glauca'	blå atlasceder
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	smalbladig silverbuske
BUSKAR	
<i>Cotinus</i> 'Royal Purple'	perukbuske
<i>Elaeagnus</i> 'Quicksilver'	smalbladig silverbuske
<i>Tamarix</i> 'Pink Cascade'	höst-tamarisk
PERENNER	
<i>Anaphalis triplinervis</i>	ulleternell

<i>Artemisia 'Canescens'</i>	kamfermalört
<i>Echinops bannaticus 'Veitch's Blue'</i>	blå bolltistel
<i>Eryngium bourgati</i>	spansk matorn
<i>Eryngium yuccifolium</i>	skallerormsmartorn
<i>Festuca mairei</i>	atlassvingel
<i>Gypsophila paniculata</i>	brudslöja
<i>Iris x germanica 'White Lady'</i>	trädgårdssiris
<i>Miscanthus sinensis 'Morning light'</i>	glansmiskantus
<i>Nepeta 'Walker's Low'</i>	kantnepeta
<i>Perovskia 'Blue Spire'</i>	perovskia
<i>Perovskia 'Little Spire'</i>	perovskia
<i>Salvia 'Caradonna'</i>	stäppsalia
<i>Sesleria nitida</i>	glansälväxing
<i>Stachys byzantina 'Silvercarpet'</i>	lammöron
<i>Yucca filamentosa</i>	fiberpalmilja
LÖK OCH KNÖLVÄXTER	
<i>Allium christophii</i>	prärielök
<i>Allium karataviense</i>	boll-lök
<i>Allium nigrum</i>	svartlök
<i>Allium stipitatum 'Mount Everest'</i>	skägglök
<i>Anthericum liliago</i>	stor sandlilja
<i>Asphodelus albus afodill Cyclamen coum</i>	dvärgcyclamen
<i>Cyclamen hederifolium 'Album'</i>	höstcyclamen
<i>Galanthus elwesii</i>	turkisk snödroppe
<i>Iris reticulata</i>	våiris
<i>Narcissus 'Thalia'</i>	narciss
<i>Nectaroscordum siculum ssp. Bulgaric.</i>	honungslök

Trädplan Cementparken

Tabell 7. Växtlista trädplan, Cementparken

TRÄD	
<i>Ailanthus altissima</i>	gudaträd
<i>Cedrus atlantica</i> 'Glauca'	atlasceder
<i>Cedrus deodara</i> 'Karl Fuchs'	himalayaceder
<i>Crataegus punctata</i> 'Aurea'	prakthagtorn
<i>Crataegus x lavalleyi</i> 'Carrierei'	glanshagtorn
<i>Eleagnus angustifolia</i>	silverbuske
<i>Juglans regia</i> 'Broadview'	äkta valnöt
<i>Koelreuteria paniculata</i>	kinesträd
<i>Pinus nigra</i> ssp. Nigra	svattall
<i>Prunus amygdalo-persica</i> 'Spring Glow'	persiokmandel
<i>Prunus cerasifera</i> 'Nigra'	blodplommon
<i>Prunus yedoensis</i>	Tokyokörsbär
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Nyirsegi'	robinia
<i>Sophora japonica</i>	pagodträd
<i>Tetradium daniellii</i>	koreanskt biträd

Buskplan Cementparken

Tabell 8. Växtlista buskplan, Cementparken

BUSKAR	
LATIN	SVENSKA
<i>Buxus sempervirens</i>	buxbom
<i>Calocedrus decurrens</i>	cedertuja
<i>Cercis canadensis</i> 'Forest Pansy'	amerikanskt judasträd
<i>Cercis siliquastrum</i>	europesikt judasträd
<i>Cotinus coggygria</i> 'Young Lady'	perukbuske
<i>Cotinus coggygria</i> 'Royal Purple'	rödblädig perukbuske
<i>Cotinus obovatus</i>	perukbuske
<i>Cotinus</i> 'Grace'	perukbuske (rödblädig)
<i>Cotinus</i> 'Old Fashioned'	perukbuske
<i>Eleagnus</i> 'Quiksilver'	smalblädig silverbuske
<i>Eleagnus umbellate</i>	koreansk silverbuske
<i>Heptacodium jasminoides</i>	jasmintry
<i>Ilex aquifolium</i> 'Alaska'	järnek
<i>Parrotia persica</i>	papegojbuske
<i>Prunus lusitanica</i> 'Angustifolia'	portugisisk lagerhägg
<i>Syringa x chinensis</i> 'Saugeana'	parksyrén
<i>Syringa reticulata</i> 'Ivory Silk'	ligustersyrén
<i>Tamarix</i> 'Pink Cascade'	hösttamarisk
<i>Taxus baccata</i>	idegran
<i>Taxus x media</i> 'Adams'	hybrididegran

Något som är värt att notera är att Malmö ligger i zon 1, och växtvalet bör anpassas om det ska anläggas i andra zoner.

Skelettjord

Tabell 9. Växtlista träd i skelettjord i Stockholm. Björn Embrén (2021)

TRÄD	
LATIN	SVENSKA
TRÄD	
<i>Aesculus x castanea</i> 'Briotii'	rödblommig hästkastanj
<i>Prunus</i> 'Umineko'	prydnadskörsbär

Tabell 10. Förslag på växter, träd till skelettjord och buskar Peter Korn (2021)

TRÄD, BUSKAR OCH LÖKVÄXTER	
LATIN	SVENSKA
TRÄD	
<i>Cottinus</i>	perukbuskesläktet
<i>Crataegus</i>	hagtornssläktet
<i>Eleagnus</i>	silverbuskesläktet
<i>Ginko biloba</i>	Ginko
<i>Heptacodium miconioides</i>	jasmintry
<i>Malus</i>	aplar
<i>Robinia pseudoacacia</i>	robinia
PERENNER	
<i>Artemisia</i>	malörtssläktet
<i>Lavandula</i>	lavendelsläktet
<i>Perovskia</i>	peroviskasläktet
LÖK	
<i>Allium sphaerocephalon</i>	klotlök
<i>Iris bucharica</i>	bokara-iris
<i>Ixiolirion</i>	bergljjesläktet

Tabell 11. Växtval som finns både i Cementparken och i Korns rekommendationer

LIGNOSER OCH PERENNER	
LATIN	SVENSKA
PERENNER	
<i>Perovskia</i> 'Blue Spire'	perovskia/ perovskiasläktet
LÖK	
<i>Allium sphaerocephalon</i>	klotlök
BUSKAR	
<i>Cotinus</i>	perukbuskesläktet
<i>Crataegus</i>	hagtornssläktet
<i>Eleagnus</i>	silverbuskesläktet
<i>Heptacodium miconioides</i>	jasmintry
<i>Robinia pseudoacacia</i>	robinia

6. Slutsats

För att återkoppla till frågeställningen:

Vilka är de potentiella möjligheterna med att använda betongkross i växtsubstrat?

Finns det en miljö/klimatnytta med att återvinna betongkross till ballast jämfört med att återvinna krossad betongkross i växtsubstrat?

Kan det korta svaret vara att betong som inte kan användas till ballast kan användas som växtsubstrat i planteringar. Detta är dock under förutsättningen att växtvalet är anpassat efter högre pH-värden än vanlig växtjord. När betongen görs om till ballast blir vinsten att den blir till ny betong, vilket kan minska koldioxidutsläppen med 709 kg koldioxid vid produktion av 1000 kg betong. SIKKA (2021) menar att det går att återvinna all råvara i betong till produktionen av ny betong, med vissa undantag, vilket kan äventyra miljönyttan. En annan fördel är att i jämförelse med stenkross är betong en färdig råvara som kan krossas direkt, det vill säga behöver inte brytas innan den krossas.

Ett annat sätt att minska utsläppen kopplat till att använda betongkross är om torv kan undvikas i växtsubstratblandningen. I Kornes (2021) och Malmbergs (2021) jordblandningar ingår inte torv, utan endast kross, biokol och kompost. Detta drar ner utsläppen från deras växtsubstratblandningar i jämförelse med Embréns (2021), där jord som innehåller torv ingår.

Som tidigare nämnt tar dagvattnet med sig betongrester som lösgjorts från betongytor i staden. Det betyder att det hamnar i planteringar och höjer pH-värdet, vilket i regel har en negativ inverkan på konventionella planteringar. Att projektera planteringar med betongkross blir då att förekomma det problemet med tanke på att växtmaterialet är anpassat till höga pH-värden. Till detta kan adderas att om växtmaterialet i fråga även är anpassat för torra förhållanden kan vattningen hållas nere. Om planteringar behöver mycket bevattning behövs också mycket transport av vatten, vilket ger koldioxidutsläpp från drivmedel. Här bör noteras att användning av eldrivna fordon skulle kunna göra att transportutsläppen räknas som marginella.

Angående frågan om utsläpp kopplat till transport skiljer sig intervjupersonernas strategi och eller val om huruvida betongkross ska fraktas till platsen, eller om närliggande rivningsbetong ska prioriteras. I Cementparken krossades betongen på plats, vilket gör att transporter av betongkross minimerats. Om målsättningen skulle vara att alltid använda betongkross som inte kan användas till ballast, kan det vara nödvändigt att transportera dit den betong som ska användas. Det kan dock vara så att rätt typ av betong finns inom området. Sammanfattningsvis behöver klimatbelastningen av transport troligen utvärderas från fall till fall genom att exempelvis beräkna den enligt Trafikverkets (2019) *Handbok för vägtrafikens luftföroreningar*. I denna studie kan därmed inga slutsatser dras om huruvida transporterna minskar med användande av rivningsbetongkross på plats eller om det transporterats dit.

Den del av frågeställningen som berör potentiell möjlighet att använda betongkross i växtsubstrat kan besvaras med att det idag används och att det finns möjligheter till och utökad användning av betongkross i växtsubstrat. Här bör dock noteras att den tidigaste planteringen med träd i växtsubstrat med betongkross, som undersökts i den här studien, är från 2012, vilken endast är tio år gammal vid dags dato. Perenn, träd- och buskplanteringen i Cementparken är ännu yngre, eftersom den planterades för sex år sedan. Det är därmed svårt att dra slutsatser om hur betongkross i växtsubstrat kommer fungera över tid. Vid användande av betongkross i växtsubstrat behöver växtvalet i perenn- och lignosplanteringar med öppna växtbäddar göras utifrån att växterna är kalktåliga. För trädplantering i skelettjord syns ingen skillnad på trädens kondition. Här har dock Embrén (2021) endast beskrivit utvärderingen av trädens kondition utifrån okulär besiktning.

Skelettjordsplanteringarna på Swedenborgsgatan, som består av Embréns (2021) mest dokumenterade växtjordsblandningar kan vara intressanta som experiment, men det finns inget belägg för vilka blandningar som skulle kunna vara bättre eller sämre. Detta gäller för de tre blandningar som beskrivs i denna studie och hur de fungerar i jämförelse med skelettjordar med stenkross. Sammanfattningsvis kan effekterna av de olika blandningarna ej bedömas idag. Det skulle vara intressant med utökade studier av de växtbäddar som genomförts. Till detta vore det följaktligen intressant med dokumentation av nya planteringar med växtsubstrat innehållande betongkross.

Forskning som redovisas i denna studie pekade på vissa problem med att använda betongkross i växtsubstrat. I ett fall beskrevs betongkross fungera bra som en del av växtsubstrat till äng. I andra fall rekommenderades försiktighet på grund av dess begränsade vattenhållande förmåga. Intervjupersonerna verkar dock ha tagit hänsyn till betongkrossens begränsade vattenhållande förmåga i öppna planteringar.

I Cementparken är pH-spannet mellan 7,5-8,2, vilket kan tyda på att det finns olika substratblandningar för olika växtbäddar, eller att det är ett faktiskt spann som många av växterna kan växa i. Mer information om blandningarna skulle kunna ge mer kunskap om vilka blandningar som är lämpade för vilka växter. Vidare skulle även utvärderingar av växternas progression över tid kunna bidra med mer evidensbaserade växtlistor.

Intervjupersonerna i denna studie hade inte tagit del av forskning på området. Det kan återkoppla till teorin om att de som arbetar i landskapsbranschen kan tendera att fokusera mer på att testa sina idéer i verkligheten än att vända sig till forskningen. Anledningen till detta kan vara att tillgången till forskning via sökdata-baser inom akademien som finns på högskolor och universitet kan vara begränsad för de som är inte inom akademien.

Något som skiljer sig åt bland intervjupersonerna är deras teorier och erfarenheter om huruvida hänsyn behöver tas till om träden behöver vara kalktåliga i skelettjordar. En annan sak som skiljer dem åt är om biokol används och förespråkas, vilket görs av alla utom de ansvariga för Cementparken. De tillfrågade informanterna enas kring en vilja och målsättning att visa att det går att använda betongkross i växtsubstrat i offentlig miljö, vilket kan vara en inspirationskälla för landskapsbranschen. Cementparken är fungerande planteringar, vilket gör att det kanske kan sägas att det går att använda betongkross i växtsubstrat i perennplanteringar i offentliga miljöer.

Då det kommer till ett potentiellt intresse för att projektera planteringar med betongkross finns även en möjlighet att använda det utifrån att det ger ett annat estetiskt uttryck. Betongkross ger en ljusgrå botten i planteringen jämförelse med den mörka färgen av vanlig växtjord. Planteringar på ljus botten får därmed en annan karaktär.

Därtill behöver det finnas ett intresse i landskapsbranschen för att vilja använda betongkross som växtsubstrat. Intresset kan komma av möjligheten att kunna ta till sig ny forskning och/eller redovisning av redan testade exempel om hur det kan fungera. Denna studie kan ge viss möjlighet till den typen av kunskapsinhämtning.

Ett sätt att avhjälpa eventuell skepsis kring att använda betongkross kopplat till gifthalter är möjlighet till effektiv och heltäckande provtagning. Vägledande information om hur eventuella gifthalter och provtagning ska utföras behöver bli lättillgängligt för att skapa förutsättningar för att göra planteringar med betongkross i växtsubstratet.

Något som hänger ihop med möjligheter att få fram betongkross är att det behöver finnas en efterfrågan som utgör ett ekonomiskt incitament för producenter att ta fram betongkross för växtsubstrat. Rent praktiskt kan det vara det exempel Malmberg (2021) tog upp, det vill säga att han skulle vilja att betongkross kunde komma i fraktion 4-8. Argumentet för detta var att bättre kunna likna de ofta i staden förekommande växtbäddarnas struktur. Det senare kan ha varit för att kunna jämföra växtbäddar med eller utan betongkross, det framgår inte av svaren på intervjufrågorna.

Då det kommer till att använda rivningsbetong på plats kan det troligen låta som en säljande del av ett projekteringsprojekt ur miljösynpunkt. Men om betongen inte används till rätt typ av återvinning reduceras det delvis till ett sätt att marknadsföra miljö-/klimatnytta. Det skulle kunna vara att marknadsföra något som mer miljömässigt hållbart än vad det faktiskt är, också kallat greenwashing.

Slutligen behövs kunskap om vilken betong som kan, och bör, användas till vad för att öka betongåtervinningen och därmed klimat-/miljönyttan.

6.1. Metod och materialdiskussion

I bakgrunden framkom att det fanns begränsad forskning om användning av betongkross i växtsubstrat. För att få mer insyn i nutida försök fick muntliga källor och mailkorrespondens användas. Om mer forskning framkommit om hur betongkross som substrat fungerar hade studiens olika fall av odling och försök med betongkross kunnat underbyggas och kanske hade mer förankrade antaganden och/eller slutsatser kunnat dras ifrån dessa försök. Antalet intervjupersoner hade kunnat utökats, men då inga vidare tips på informanter gavs, bortsett från att tala med någon upphovsperson till Cementparken på Malmö stad, gjordes inga vidare efterforskningar. Om fler intervjuer genomförts hade kanske fler kritiska infallsvinklar framkommit, vilket kunnat addera till en mer nyanserad bild av möjligheterna att använda betongkross i växtsubstrat.

Referenser

Abrishamkesh S., Gorji M., Asadi H., Bagheri-Marandi, G.H., Pourbabae A.A. (2015) Effects of rice husk biochar application on the properties of alkaline soil and lentil growth. *Plant Soil Environ.* 61(11), 475–482 doi: 10.17221/117/2015-PSE

Adeyemi Damilare, A. (2018). *Concrete Sustainability Issues. I: Cement and Concrete Science Conference.* Coventry University, London, United Kingdom, 24-26. ISBN 978-1-84600-088-1

Andersson, F, K., Stripple, H., Häglund, M. (2013). Calculating CO₂ Uptake for Existing Concrete Structures during and after Service Life. *Environmental Science & Technology*, 47(20), 11625–11633. <https://doi.org/10.1021/es401775w>

Arkitekten (2018). *Exotiska träd ska rädda stadens grönska.* <https://arkitekten.se/nyheter/exotiska-trad-ska-sakra-stadens-gronska/> [2021-11-15]

Billeaud, A. Zaiicek, J. *Journal of Environmental Horticulture* (1989) 7(4) 155–157. Influence of Mulches on Weed Control, Soil pH, Soil Nitrogen Content, and Growth of *Ligustrum japonicum*. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-7.4.155> [Hämtad 2021-01-03]

Boverket (2021) *Transporter.* https://www.boverket.se/sv/PBLkunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmann-a-intressen/hansyn/miljo_klimat/klimatpaverkan/positiv_negativ/transporter/ [2021-12-14]

Braunschweig, A. (2012). Recycled Concrete: Environmentally superior to virgin concrete? *XVI ERMCO Congress* 21-22 June, Verona, Italy.

Cementa (2021). *Så tillverkas cement.* <https://www.cementa.se/sv/tillverkningav-cement> [2021-11-10]

EUR-lex (2008) EU-lagstiftning om avfallshantering <https://eurlex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=legissum%3Aev0010>

Fischerová Z., Tlustoš, P Száková J., Šichorová K. (2006) A comparison of phytoremediation capability of selected plant species for given trace elements. *Environmental Pollution*. 144(1) 93-100. ISSN 0269-7491.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.01.005>.

Folkesson, A. (2015) Jordkokboken *En handledning att föreskriva specialväxtbäddar i Anläggnings-AMA*.
<https://www.movium.slu.se/system/files/course/11036/files/jordkokboken.pdf>
[22-01-14]

Ghorbani, M., Amirahmadi, E. (2018) Effect of rice husk Biochar (RHB) on some of chemical properties of an acidic soil and the absorption of some nutrients. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 22(3) 313 – 317.
<https://DOI:10.4314/jasem.v22i3.4>

Helsing, E. (2019) *Krom i krossad återvunnen betong*. RISE Rapport (2019:102)
Borås: RISE.
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1426957/FULLTEXT01.pdf>
[202112-15]

Hitchmough, J.D., Kendle A.D. & Paraskevopoulou, A.T. (2003). Emergence, survival and initial growth of North American prairie forbs and British meadow forbs and grasses in low-productivity urban “waste” soils. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(1), 89-99.
<https://doi.org/10.1080/14620316.2003.11511593>

Hjerpe, K., Eriksson, H., Kanth, M., Boström, B, Berglund, K., Berglund, Ö., Lundblad, M., Kasimir, Å., Klemendtsen, L., Eksvärd, J., Lindgren, A. & Svensson, E. (2014) *Utsläpp från växthusgaser från torvmark*. (2014:24). Jordbruksverket.

Jauni, M., Kuppomäki, K., Hagner, M., Prass, M., Suonio, T., Fransson, A-M., Lehvävirta, S. (2020) Alkaline habitat for vegetated roofs? Ecosystem dynamics in a vegetated roof with crushed concrete-based substrate *Ecological Engineering*. 157. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105970>

Kits contractor AB (2021) *Återvinna betong*
<https://kitscontractor.se/produkter/lamna-material/betong> [2021-12-03]

Lavrenko, E.M., Karamysheva, Z.V., Borisova, I.V., Popova, T.A., Guricheva, N.P., Nikulina, R.I. (1993). Steppes of the Former Soviet Union and Mongolia. I Coupland, Robert T. (red.) *Ecosystems of the World 8B: Natural Grasslands – Eastern Hemisphere and Résumé*. *Elsevier Science*, 3-59.

Mahasenan, N., Smith, S., Humphreys, K. (2003). The Cement Industry and Global Climate Change: Current and Potential Future Cement Industry CO₂ Emissions *Greenhouse Gas Control Technologies – 6th International Conference* 1-4 October, Kyoto, Japan. Vol II, 2003, 995-1000. <https://doi.org/10.1016/B978-008044276-1/50157-4> [Hämtad 2021-11-10]

Modin, H., van Praagh, M. (2014) *Tungmetaller i betong, Metodik för provtagning och analys av förorenad betong* (ID:12304) SBUF: Malmö. https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/c703797c-9ea2-4dbc-847a-61ca9b294b5f/FinalReport/SBUF_12304_Slutrapport_Utveckling%20av%20en%20metodik%20f%C3%B6r%20provtagning%20och%20analys%20av%20f%C3%B6rorenad%20betong%20och%20tegel.pdf

Montan, D., Radestedt, M. (2019) *Växtvalsguiden*. <http://www.malmotradvard.se/vaxtvalsguiden/> [2021-12-20]

Mårtensson, L.-M. (2017). Methods of establishing species-rich meadow biotopes in urban areas. *Ecological engineering*, 103, 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.03.016>

NCC (2021) *Införsel av material*. <https://www.ncc.se/ballast/inforsel-avmaterial/> [2021-12-03]

Rennova, Sweco. (2021) *Utvärdering av reningseffekten för PFAS i två fullskaleanläggningar*. <https://www.avfallsverige.se/kunskapsbanken/rapporter/rapportera/article/utvarde-ring-av-reningseffekten-for-pfas-i-tva-fullskaleanlaggningar/> [2021-12-05]

Sanjuán, M.Á., Andrade, C., Mora, P., Zaragoza, A. (2020). Carbon Dioxide Uptake by Cement-Based Materials: A Spanish Case Study. *Applied Sciences*. 10(1) 339. <http://dx.doi.org/10.3390/app10010339>.

Sjöman, J.D., Sjöman, H. & Johansson, E. (2015). Staden som växtplats. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.), *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB. 305.

Statistikdatabasen (2021). *Lägenheter i nybyggda ordinära flerbostadshus efter material i husens stomme år 1995- 2020*. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BO__BO0201__B00201M/MaterialiStommeFN/table/tableViewLayout1/ [2021-11-09] [2021-1109]

Stål, Ö., Östberg J. (2010). *Trädarter för alléplanteringar*. (2010:046)

Trafikverkets tryckeri: Trafikverket. ISBN: 978-91-7467-018-9

Svensk betong (2021) *Återvinning*. <https://www.svenskbetong.se/bygga-medbetong/bygga-med-platsgjutet/hallbart-byggande/bestandighet-och-livslangd-2> [2021-11-09]

Sveriges geologiska undersökning (2021) *Torvbruk*. <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-ochmarkanvandning/markanvandning/torvbruk/> [2021-12-13]

Sveriges miljömål (2021). *Mer byggnads- och rivningsavfall återvinns och förbereds för återanvändning*. <https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/merbygg--och-rivningsavfall-materialatervinns-och-forbereds-for-ateranvandning/> [2021-11-15]

Trafikverket (2019) *Handbok för vägtrafikens luftföroreningar*. <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/Luft/Dokument-och-lankar-om-luft/handbok-for-vagtrafikensluftfororeningar/> [2022-01-03]

Transport XXL (2022)
http://www.transportxxl.eu/se/documents/eu_directive/vehicle_weights [2022-01-02]

Transportstyrelsen (2020). *Flygets klimatpåverkan*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Miljo-och-halsa/Klimat/Flygetsklimatpaverkan/> [2021-11-09]

Tyler, T., Lina Herbertsson, L., Olofsson, J., Olsson. P.A. (2021) Ecological indicator and traits values for Swedish vascular plants, *Ecological Indicators*, 120. 106923.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106923>.

Vägverket (2004). *Allmän teknisk beskrivning Krossad betong i vägkonstruktioner* (2004:11). Borlänge: Vägverket.
https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10592/RelatedFiles/2004_11_atb_krossad_betong_i_vagkonstruktioner.pdf [2021-12-09]

Westbury, D.B. & Dunnet, N. P. (2007). The creation of species-rich grassland on an urban substrate *Aspects of Applied Biology* 82, 2007 *Vegetation Management*. 82(123-130).

https://www.researchgate.net/publication/313709876_The_creation_of_speciesrich_grassland_on_an_urban_substrate

Zgorelec, Z., Bilandzija, & N., Knez, K. (2020) Cadmium and Mercury phytostabilization from soil using *Miscanthus × giganteus*. *Sci Rep* 10, 6685. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63488-5>

Zhang A., Li, X., Xing, J., & Xu, G. (2020) Adsorption of potentially toxic elements in water by modified biochar: A review *Journal of Environmental Chemical Engineering*. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 8(4). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104196>

Wahlsteen, E. & Lorentzon, K. (2013). *Geofyter - lökar och knölar för offentlig miljö*. 2. uppl. Gnosjö: GST.

Wahlsteen, E & Sjöman, H. (2009) Tåliga perenner för hårdgjord stadsmiljö. *Gröna fakta* Movium & Utemiljö (2009/8) https://slunik.slu.se/kursfiler/LK0354/10102.2021/Wahlsteen_o_Sjoman_2009.pdf [2022-01-13]

Muntliga referenser

B, Embrén. (2021) Adjunkt SLU Uppsala adjunkt, samt tidigare trädsspecialist på Stockholms stad. (Telefonintervju 2021-11-26)

J, Malmberg (2021) Specialist urbana vegetationssystem och biokol på Ecotopic. (Telefonintervju 2021-12-03)

Korn, P. (2021). Författare och växtodlare. (Telefonintervju 2021-12-01)

Tack

Jag vill rikta ett speciellt tack till Björn Embrén, Peter Korn, Jonatan Malmberg och alla andra som svarat på alla mina frågor. Nästa tack går till Arne Nordius, min handledare. Därefter vill jag tacka tre personer nära hjärtat, Hanan Ingman, Fredrik Lawrence och Evelina Lindahl.

Bilaga 1

Intervjufrågor

Hur har du/ni använt betongkross som substrat?

Vilken typ av betong var det?

Vad innehöll substratblandningen?

Hade du sett någon forskning eller exempel på detta innan?

Känner du till andra exempel på detta i Sverige?

Vad var utmaningarna?

Vad tänkte du/ni skulle bli förtjänsterna?

Hur har det fungerat?

Är det något som du/ni skulle tänka er att göra igen?

Vad har du/ni lärt er?

Vill du berätta något mer, eller lägga till något?

Bilaga 2

Telefonintervju med Peter Korn 2021-12-01

Peter Korn är trädgårdsmästare och författare.

Hur har du/ni använt betongkross som substrat?

Ja, vi testodlar med betongkross på mark, tak, på väggar och skelettjordar och i min trädgård utanför Höör. Jag samarbetar med Jonathan Malmberg.

Vad innehöll blandningen?

För att få det att fungera blandar jag i femton-tjugo procent sand i fraktion 0-8, vilket bryter strukturen på betongen, den kan inte lösa upp sig på samma sätt om det är sand emellan. Betongkrossen används i ganska stora fraktioner, ungefär 0-15, men hellre grövre än finare fraktioner. Jag jobbar också med inblandning av **biokol** i samarbete med Jonathan. Jag tar ca tio-femton procent biokol i substratblandningen.

Hade du sett någon forskning eller exempel på detta innan i Sverige? Ja, i Sverige är det cementparken, men jag har också inspirerats en britt som heter John Little.

Vad var utmaningarna?

Problemet är om det endast består av betong och det blir det väldigt hårt. Det smulas sönder till lera på sommaren vilket blir stenhårt, och även om det fryser sönder något på vintern blir det ett hårt material att sköta.

En annan utmaning att hitta rätt betong, det ska vara sur betong, det vet Jonathan [Malmberg] mer om, men vi samarbetar med en soptipp i Helsingborg, som ger oss betongkross.

Hur har du/ni tänkt om att betong har ett högt pH?

Även om biokol har högt pH men biokol att det är på grund av bundet kalium, det är kalken i betongkross som utgör det största problemet. De substrat vi jobbar med håller ungefär pH 10.

Men stäppväxter fungerar bra, saltstäppväxter skulle också fungera bra, men grejen är att de är så fula och skräpiga. Växter som växer i Dolomiterna, Grekland och Turkiet skulle gå att använda.

Vad tänkte du/ni skulle bli förtjänsterna?

Målet är att visa att det går. Om man kan skapa fungerande torrplanteringar kan man gå ifrån att använda torv som ger torra förhållanden men inte sällan används till torktåliga växter. Istället kan man skapa planteringar som är anpassade för och gynnar torktåliga växter.

Hur har det fungerat?

Salvian dog direkt, men det jag tänker kommer fungera bra är artemisia, perovskia och lavendel kan fungera bra. Men om det ska lyckas bra med perenner i betongkross ska man nog så ut växterna med en fröblandning för kalkgynnade växter. Allvarväxter funkar ju bra.

När man ska välja växter räcker det inte att utgå ifrån att de är kalktåliga, de måste nog vara extremt kalkttåliga. Om jag skulle välja träd i substrat med betong skulle jag ta kalktåliga träd som crataegus, cottinus samt ärtväxter rent generellt, så som exempelvis robinia. Ginko och alla sorter av eleagnus, heptacodium miconioides kommer troligen också fungera. Korn menar att många Malus och flera ur rosaesafamiljen också kan fungera. När det kommer till lökar Allium sphaerocephalon – klotlök, Iris bucharica - bokara-iris, Ixiolirion – bergliljesläktet. Små tulpansorter kan också fungera bra.

Är det något som du/ni skulle tänka er att fortsätta med?

Ja.

Vad har du/ni lärt er?

Jag lär mig om olika substratblandningar, det är ett konstant test.

Vill du berätta något mer, eller lägga till något?

Ja, man måste använda barrtotade växter, eller att så ut frön direkt, det går inte att plantera ner växter i torvkrukor i substratet. Efterfrågan på barrotade växter behöver öka så att det finns i handeln, men det börjar komma mer av det. Tegel är ett intressant substrat, men det finns för lite för att man ska kunna använda det, det kommer bli för dyrt, många kommer vilja använda det som dekorsten. Men det växer bra i tegel.

Telefonintervju med Jonatan Malmberg 2021-12-03

Jonatan Malmberg är specialist urbana vegetationssystem och biokol på Ecotopic

Hur har du/ni använt betongkross som substrat?

Jag samarbetar med Peter Korn och vi gör försök med betongkross i substrat till olika typer av växter.

Vad innehöll blandningen?

Jag har jobbat fram några olika förslag på substratblandningar som ska bli skelettjordar.

*Proportioner**Försök 1 med biokol och mullblandning/kompost*

Betongkross 30-60 sorterat ;75 procent

Biokol och mullblandning 50/50 resterande; 25 procent - blandas innan

Försök 2

Betongkross sorterat 30-90 75 procent

Biokol och kompost blandas innan 50/50 resterade 25 procent

Malmberg resonerar om att det kanske blir något högt pH. I Stockholm är det vanligt att det är 15 procent kolmakadam, det vill säga en mix av biokol och makadam.

Försök 3

Betongkross sorterat 30-60; 75 procent

0-8 sand och biokol blandas innan 50/50; 25 procent

Försök 4

Betongkross 30-90; 75 procent

0-8 sand och biokol blandas innan 50/50; 25 procent

Vilka fraktioner det kommer bli beror på vad som går att få tag på, men jag tror att när det gäller att blanda in sand blir substratet mindre kompakterat. Om fraktionerna 30-60 används, blir hålrummen mindre i den blandningen. 4-8 [fraktionen] används i många planteringar och det skulle ju vara bra att använda, men det inte finns att få tag på i betongkross. Man måste tänka på att betongkrossen slås sönder i av stora maskiner, det bildas en del finmaterial som kan täppa till [håligheter i substratet].

Hade du sett någon forskning eller exempel på detta innan?

Nej. Jag tog nästan för givet att det inte fanns något som liknande just det här. Kolmakadam används inte utanför Sverige, i princip.

Vad var utmaningarna?

Det är det sexvärdigt kromet. Den ena leverantören, Nordvästra Skånes Renhållning AB, NSR, tar endast genomsnittsprøver av halter av sexvärdigt krom. Det gör att den kross som Peter Korn använder kan innehålla små eller stora halter av sexvärdigt krom.

Företaget Swerock har bättre sortering på sin betongkross och kan leverera betongkross utan sexvärdigt krom. Den betongkross som ska bli slutprodukten [de substraten som ska bli till försäljning] ska inte innehålla sexvärdigt krom.

En annan utmaning är att hitta kloridskadad betong som inte går att återvinna på annat sätt och som då är bra att använda i odling. Kloridskadad blir betongen som skadas av exempelvis vägsalt.

Vad tänkte du/ni skulle bli förtjänsterna?

Förtjänsten för företaget är att kunna profilera oss med att jobba med cirkulära material, vår målsättning är att endast jobba med cirkulära material. Vi strävar efter att verka i branchen.

Just nu är det konkret att ta fram ett betongsubstrat för försäljning som är tänkt att vara till skelettjordar.

En annan förtjänst som vi tänkt på är att lösningen skulle kunna bli en tillgång i andra länder som inte har tillgång på sten på samma sätt som vi har. Det skulle kunna tänkas vara södra Italien eller Spanien. Om det går att använda betongkross med lite biokol från grönska och lite kompost från trädgårdsavfall kan kretsloppet slutas väldigt lokalt. ”Att det skulle vara så enkelt är nästan för bra för att vara sant.”

Känner du till andra exempel på detta i Sverige?

Nej, inte när det kommer till den här typen av substrat.

Hur har det fungerat/hur fungerar det?

Vi gjorde ett försök i somras, då vi blandade betongkross med biokol med ph 12, vilket var med ett extremt fall.

Är det något som du/ni skulle tänka er att fortsätta med?

Ja.

Vad har du/ni lärt er?

Hittills har vi inte läst oss så mycket. Det handlar mest om bakgrundsinformation. Vi [Malmberg och Korn] har lärt oss lite om att odla perenner i betongkross. En annan sak är att vi kan använda saltskadad betong. På sikt kommer vi lära oss mer om hur det fungerar, det kanske är viss betong som fungerar bättre odlingsmässigt. Vi kanske lär oss om hur det går ihop med vilken betong som går att få tag på, och om det sammanfaller med att vara sådan betong som inte ska återvinnas till ballast. Det bästa alternativet är nog alltid att återvinna allt som går till ny betong.

En annan sak jag lärt mig är att det är svårt att veta vad betongen innehåller. Det skulle behövas en spårbarhet. Det är svårt att ta prover och betongen kommer in osorterad. Det skulle behövas ett annat system för det, men det är ganska avancerat. Men med tanke på att betongbranchen vill ha mer betong att återvinna driver de på att betongen behöver sorteras. Kanske kan ett samarbete med dem vara ett bra sätt att komma vidare.

Vill du berätta något mer, eller lägga till något? Nej.

Telefonintervju med Björn Embrén 2021-11-26

Björn Embrén. adjunkt SLU Uppsala adjunkt, samt arbetat som trädspecialist på Stockholms stad.

Hur har du/ni använt betongkross som substrat?

Ja det började med att jag satt på en konferens och satt bredvid någon som jobbade med jordtillverkning. Han gnällde över att han hade en massa kross liggande utan att den användes. Då frågade jag om han kunde sortera upp krossen till 90-150, vilket kunde göras. Det var såklart viktigt att den inte innehöll några skadliga ämnen. Men det var den betongen som vi använde.

Vad innehöll blandningen?

Det var olika i olika växtbäddar men alla skelettjordar innehöll jord. Betongen var blandat

Kocksgatan

Där var det körsbär som planterades i betongkross [*Prunus 'Uimeko'*] med jord isolat. De hade separata växtbäddar, medan de andra körsbärens [på Kocksgatan mellan Nytorgsgatan och Renstiernas gata] har en sammanhängande växtbädd med stenkross och jord. De med betongkross hade mindre växtbäddar, men ändå fungerar de lika bra.

Swedenborgsgatan

På den del av Swedenborgsgatan som ligger nära Mariatorget finns en allé av kastanjer. Där gjordes flera varianter av Skelettjordar. Men det syns ingen skillnad i hur träden mår oavsett vilken bädd de står i. Jag tror att det gjordes 2014 eller 2015.

En variant var att vi hade återvunnen betong plus biokol och jord där biokolen lades ovanpå skelettjorden men under det luftiga infiltrationslagret. Där var jag tvungen att se hur det såg ut anläggningsmässigt, och ta in alla aspekter för att se vad som händer med materialet. Det är då man kommer på ”så här gör vi”.

Den andra varianten var att lägga biokolen i botten, under kross och jord. Tanken var här att biokolen skulle kunna ta upp föroreningar. Den skulle även kunna ta upp näringsläckage när man vattnar med näring i etableringsskedet eller om man lagt i kompost i blandningen. Men jag tror kanske inte att det är ett problem. Den tredje varianten var att spola ner biokol i skelettjorden som då också innehöll jord.

Hade du sett någon forskning eller exempel på detta innan?

Nej.

Växtbäddsrenoveringar med betongkross

Vi gjorde tre växtbäddsrenoveringar av lindar. En av dem var på Runebergsplan. De lindarna är planterade på 60-talet, där använde vi betong till vissa av dem och granit till andra. Det gjorde ingen skillnad, de har inte blivit bättre. Jag tror att det beror på att de har jordsnurr. De hade bara rotvolym i den gamla planteringslådan. Man skulle behöva hugga av rötterna för att provocera fram fler rötter.

Ett annat exempel var i Skärholmen vid busshållvändplatsen. Där har det inte hänt någonting. Där vet jag att det gjordes på rätt sätt, att det var rätt jord. Vid Runebergsplan kan de ha fått för lite vatten men i Skärholmen fick de tillräckligt med vatten, men det har inte gjort skillnad. Träden har inte blivit bättre.

Vad var utmaningarna?

Ett orosmoment var att det skulle bli för mycket finmaterial när vi packade jorden, men överraskande var betongen väldigt stark och de största fraktionerna

höll emot. Bara en liten del av betongen smulades ner och det blev inga packningsskador.

En utmaning var att undersöka föroreningsrisker, och att bedöma vad som är förorenat, vad är farligt? Det gäller att veta vad den innehåller. Staten har haft som ambition att ta fram riktlinjer, men än så länge verkar den inte vara på plats. Den största utmaningen är att få tag på sorterat material och det är fortfarande svårt, men kanske kan det lite som med makadam och biokol. Snart kanske det blir vara så pass efterfrågat [som biokol och makadam] att det finns att få tag på. Det gäller att de som har betongkross inser att det går att tjäna pengar på det.

Vad tänkte du/ni skulle bli förtjänsterna?

Miljön. Att kunna minska transporter vore jättebra. Det skulle vara så bra att kunna använda den krossa rivningsbetong som rivs i ett område till att bygga växtbäddar direkt.

Andra fördelar är att betongen låser in fosfor och binder koldioxid.

Det finns också en massa fördelar med att även ta hand om tegel om även det finns i rivningsmassorna. Tegel ger extra växtkraft, jag har gjort en plantering med tegelkross på Klenettvägen [i Stockholm], det växte väldigt bra. I dagsläget finns det för små volymer, Hasselfors var intresserade att använda tegel, men det fanns för små volymer.

Känner du till andra exempel på detta i Sverige?

När vi testade kände jag inte till det men nu vet jag att det gjorts i Cementparken och Stapelbäddsparken i Malmö.

Hur har det fungerat?

Se delar av svar under *Vad innehöll blandningen?*

Är det något som du/ni skulle tänka er att göra igen? Absolut.

Vad har du/ni lärt er?

En fråga jag fick i början var om det var problem med rester av armeringsjärn i betongen, men lite rester av armeringsjärn binder bara lite extra fosfor och sänker pH något.

I början funderade vi på om vi var tvungna att använda kalktåliga träd, men om man tänker på Örjan Stål och alla hans bilder på träd som letar sig in i betonggrör så kan det inte vara något de tar skada av, det är mellanrummen rötterna jagar.

Vill du berätta något mer, eller lägga till något?

Nej. Jag hoppas bara att det är någon som vill ta tag i att använda betongkross så att det kommer ut i handeln, precis som att makadam och biokol var svårt att få tag på innan, men då efterfrågan kom så finns det gott om det idag.

Bilaga 3

Mailkorrespondens

Mailkontakt med Britt-Marie Alvem, Stockholms stad 2021-11-17

Från: Britt-Marie Alvem <brittmarie.alvem@stockholm.se>

Skickat: den 17 november 2021 14:53

Till: Ellinor Lindahl (Student)

Ämne: SV: Betongkross i skelettjordar

Hej Ellinor

Hm, syftet är väl att vi inte bara ska begränsa oss till makadam, för det är inte alla platser som har tillgång till det. En av grundidéerna med växtbäddar är att det är lokala och återvunna material i dem.

Vi vill gärna titta vidare på sorterad betong. pH-värdet är en av de aspekter som behöver undersökas vidare. Även biokol kan ju ha högt pH. Så en aspekt man skulle kunna titta på är om man kan sänka pH dessa substrat.

vänliga hälsningar

Britt-Marie Alvem, Trädspecialist, landskapsarkitekt LAR MSA

Trafikkontoret, Stadsmiljö, Park och stadsmiljö

Telefon: 08-508 26 263, E-post: brittmarie.alvem@stockholm.se



Mailkontakt med Erik Mild, Sika 2020-12-22

← SVARA ← SVARA ALLA → VIDAREBEFORDRA ...



Erik Mild <mild.erik@se.sika.com>

må 2021-12-20 20:49

Markera som oläst

Till: Ellinor Lindahl (Student);

• Du svarade den 2021-12-22 07:10.

Hej Ellinor,

Tester är pågår fortfarande, men jag skulle säga nej beroende på vilken tillämpning du ska ha på den nya betongen. Den återvunna cementen får tillbaka större delen av sin ursprungliga funktion enligt vad jag känner till om processen.

God jul önskar Erik



Erik Mild
Product and Laboratory Manager

Sika Sverige AB
Domnarvsgatan 15 · 163 53 Spånga · Sweden
Phone: +46 8 621 89 21 · Mobile: +46 72 744 57 35 · Fax: +46 8 621 89 89
mild.erik@se.sika.com · www.sika.se