



Hållbar användning av marksten i utemiljö

Ida Bordes och Mikaela Lindell

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsingenjörsutbildningen
Alnarp 2021



Hållbar användning av marksten i utemiljö

Ida Bordes och Mikaela Lindell

Handledare:	Arne Nordius, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator:	Stefan Lindberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i Landskapsarkitektur
Kurskod:	EX0841
Program/utbildning:	Landskapsingenjörsprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Utgivningsort:	Alnarp 2021
Utgivningsår:	2021
Omslagsbild:	Ida Bordes 2021
Nyckelord:	Marksten, marktegel, betongmarksten, natursten, miljöpåverkan, dagvattenhantering, materialfunktion.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
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. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/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

Avsikten med uppsatsen är att undersöka hur val av markstensbeläggningar påverkar vår miljö, vårt dagvatten och ytans grundläggande funktion samt att identifiera vilka kriterier som ställs på en hållbar markstensyta. Detta med syfte att bättre förstå möjligheterna till fortsatt användning av marksten i framtidens hårdgjorda utemiljöer. Markstensmaterial som har behandlats i denna uppsats är natursten, betong och tegel.

Ämnet för uppsatsen har undersökts genom en litteraturstudie, där markmaterial och beläggningstyp har undersökts utifrån miljöpåverkan, dagvattenhantering och ytans grundläggande funktion. Litteraturstudien visar att det finns en stor kunskap och medvetenhet kring de undersökta materialen och deras problematik i förhållande till de undersökta aspekterna. Litteraturen visar även att det finns kunskap om hur materialens egenskaper och funktioner kan tas tillvara samt vilka möjligheter det finns att inverka på materialens och beläggningarnas miljöpåverkan, såsom ytans förmåga att dränera dagvatten.

Vidare har en enkätstudie utförts för att undersöka vilka kriterier hos markstensbeläggningar branschaktörer anser är av vikt. Enkätstudien innefattade 20 deltagande uppdelade i fem urvalsgrupper, som representerar sakkunniga inom ämnet. Deltagarna har besvarat enkätfrågor huvudsakligen via mail. Vid analysen av enkätsvaren identifierades åtta olika teman: miljöpåverkan, materialegenskaper/funktion, ekonomi, social rättvisa, kunskap, bestämmelser/tradition/rekommendation, estetik och drift. De identifierade temana tyder på att det är kriterier inom dessa ämnen som är av vikt när det kommer till markstensbeläggningar idag och i framtiden.

Arbetets viktigaste slutsats är att en förändring mot en mer hållbar användning av marksten styrs av de ekonomiska medel som finns, och med det vad samhället är beredda att betala för förändringen.

Abstract

The aim of this thesis was to investigate pavers in relation to environmental aspects, stormwater management and the materials' basic function and to identify criteria regarding pavers and sustainability. The purpose was to get a better understanding of the possibilities for the continued use of pavers in urban environments. Paving materials that have been treated in this essay are natural stone, concrete and brick.

A review, to investigate the materials, regarding environmental impact, stormwater management and the elementary function of the surface was executed. The review shows that there is knowledge and awareness about the materials and their problems in relation to environmental impact, how to handle stormwater with pavers and the basic functions of the materials. The review also shows that there is knowledge about what possibilities there are to influence the materials in relation to

environmental impact. How to work with pavers to drain stormwater and how to take advantage of the materials' properties and functions.

Furthermore, a survey has been carried out to investigate which criteria for paving stones the industry considers to be important. The survey included 20 participants divided into five sample groups, which represent experts in the subject. The participants answered a questionnaire, mainly via email. In the analysis of the survey there were eight different themes identified: environmental impact, material properties/function, economics, social justice, knowledge, regulations/tradition/recommendation, aesthetics and operation. The identified themes indicate that it is criteria within these subjects that are important when it comes to pavers today and in the future.

The most important conclusion of the thesis is that a change towards a more sustainable use of pavers is governed by financial means available, and by what society is prepared to pay for the change.

Förord

Vi använder vårt förord för att framföra ett stort tack till alla medverkande i vår studie. Alla de som visat intresse och som tagit sig tid att besvara våra enkätfrågor, ni som lyssnat på våra funderingar och bidragit med värdefull information. Ett extra stort tack vill vi ge vår handledare, Arne Nordius, för tilltro, inspiration och ett stort stöd genom skrivprocessen.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	12
Förkortningar	13
1. Inledning	14
1.1. Bakgrund	14
1.2. Målsättning och frågeställningar	15
1.3. Avgränsningar och genomförande	15
2. Metod	17
2.1. Litteraturstudie	17
2.2. Enkätstudie	17
2.2.1. Urvalet	17
2.2.2. Frågor i enkäten	18
2.2.3. Nyckelord	19
2.2.4. Teman	20
3. Resultat	21
3.1. Identifierade teman i enkätsvar	21
3.2. Miljöpåverkan, dagvattenhantering, materialens grundläggande funktion ..	26
3.2.1. Miljöpåverkan	26
3.2.2. Dagvattenhantering	34
3.2.3. Materialens grundläggande funktion	39
3.3. Kriterier hos markstensbeläggningar i branschen idag	44
3.3.1. Ekonomi	44
3.3.2. Social rättvisa	46
3.3.3. Kunskap	47
3.3.4. Bestämmelser, tradition, rekommendation	48
3.3.5. Estetik	50
3.3.6. Drift	51
4. Diskussion	53
4.1. Hur påverkar valet av markstensmaterial: miljö, dagvattenhantering samt ytans grundläggande funktion?	53

4.1.1.	Miljö.....	53
4.1.2.	Dagvatten	54
4.1.3.	Materialens grundläggande funktion.....	56
4.2.	Vilka kriterier hos markstensbeläggningar ser branschen till idag och varför anses de viktiga?	56
4.2.1.	Ekonomi	56
4.2.2.	Social rättvisa	57
4.2.3.	Kunskap	57
4.2.4.	Bestämmelser, traditioner och rekommendationer	58
4.2.5.	Estetik	58
4.2.6.	Drift.....	59
4.3.	Metoddiskussion	60
5.	Slutsats	62
	Källförteckning.....	63
	Bilaga 1.....	70
	Bilaga 2.....	71

Tabellförteckning

Tabell 1. Urval	18
Diagram 1. Andel belysta teman - Tillverkare/återförsäljare	23
Diagram 2. Andel belysta teman – Branschorganisationer	24
Diagram 3. Andel belysta teman – Sveriges lantbruksuniversitet	24
Diagram 4. Andel belysta teman – Projektörer.....	25
Diagram 5. Andel belysta teman - Kommuner	25
Diagram 6. Andel belysta teman - Sammanställning samtliga tillfrågade	26

Förkortningar

AMA	Allmän material- och arbetsbeskrivning
LOU	Lagen om offentlig upphandling
SBUF	Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Den ökande urbaniseringen skapar påfrestningar på den globala miljön, med detta ökar behovet av att skapa hållbara städer. En hållbar stadsutveckling innebär bland annat skapandet av hållbara offentliga miljöer som innefattar bland annat torg och andra hårdgjorda ytor där stora mängder folk rör sig (Regeringskansliet 2017). Att bromsa pågående klimatförändringar är en stor utmaning. FN har kommit med en rad mål varav ett med syfte att bland annat hejda den globala uppvärmningen (Regeringskansliet 2015a). Här står markstensindustrin inför en ansenlig prövning. Att ställa om till en hållbar konsumtion och produktion av varor och tjänster är en förutsättning för att minska en negativ påverkan på klimatet, på miljön och på människors hälsa (Regeringskansliet 2015b).

Påfrestningarna på den globala miljön visar sig även genom klimatförändringar som genererar allt tätare skyfall i flera delar av världen. Dagvattensystem och markens infiltrationsförmåga i städer är i många fall inte tillräckliga för att ta hand om en ökad mängd nederbörd. Konstruktionen av hårdgjorda ytor och utformningen av markstensbeläggningar påverkar hur mycket dagvatten som kan omhändertas samt påverkar tillgängligheten på platsen. Risken för översvämningar medför problem för bebyggelse, infrastruktur och annan samhällsviktig verksamhet. Det innebär att nya lösningar för hårdgjorda ytor är nödvändiga för att möjliggöra ett ökat omhändertagande av dagvatten (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2017).

Vår urbana miljö utvecklas allt mer mot en mänsklig plats där allas rättigheter skall tas i beaktande (Boverket 2011). En hållbar stadsutveckling ska ta hänsyn till de människor som vistas i staden. Särskild hänsyn ska tas till personer med funktionsvariationer, äldre och barn (Regeringskansliet 2017). Allmänna platser ska utformas på ett sådant sätt att de är tillgänglighetsanpassade (Boverket 2011).

Hur vi människor lever och vilka val vi gör har effekter på den globala såväl som den lokala miljön. Allt större krav ställs på utformningen av stadens utemiljöer samt vilka material som används på dessa platser. Kan val av markmaterial för en hårdgjord yta minska den negativa påverkan på miljön? Kan detta göras på ett sätt där de grundläggande funktionerna hos materialet bibehålls eller förbättras?

1.2. Målsättning och frågeställningar

Målsättningen med uppsatsen är att beskriva hur val av markstensbeläggningar påverkar vår miljö, dagvattenhantering samt ytans grundläggande funktion. Vidare är målsättningen att undersöka vilka aspekter hos markstensbeläggningar som branschen anser vara av betydelse. Detta görs med syfte att bättre förstå möjligheterna till fortsatt användning av marksten i framtidens hårdgjorda utemiljöer.

- Hur påverkar valet av markstensmaterial: miljö, dagvattenhantering samt ytans grundläggande funktion?
- Vilka kriterier hos markstensbeläggningar ser branschen till idag och varför anses de viktiga?

1.3. Avgränsningar och genomförande

Avgränsningar som har gjorts i arbetet är:

- Arbetet har avgränsats till att undersöka kriterier för ytor belagda med marksten. Med marksten avses i denna uppsats: gatsten och hållar av natursten, markplattor samt marksten av betong samt marktegel.
- Enkätfrågorna har utformats som öppna frågor och har framför allt berört kriterier för markstensytor som avser miljöaspekter, dagvattenhantering samt belägningens grundläggande funktion. Avgränsningen gjordes för att begränsa omfattningen av inkommande information till de ämnen som uppsatsen planerat beröra.
- Med materialets grundläggande funktion avses i uppsatsen, materialets uppbyggnad, hållbarhet hos materialet samt tillgänglighet.

Det inledande arbetet bestod av insamling av litteratur samt utskick av enkäter. Vidare följde inläsning samt analysering och kategorisering av enkätmaterial. Sist

genomfördes en sammanställning av insamlat material som presenteras i denna uppsats som resultat.

Praktiskt har vi genomfört studien enligt följande: I en delad mapp i en molnlagringstjänst har vi samlat allt material rörande vårt arbete. Uppsatsen har skrivits löpande i ett delat dokument. Internetuppkoppling har varit en förutsättning för att arbetet med uppsatsen kunnat fortlöpa. Daglig kontakt mellan författarna har skett över videolänk. Fysiska möten har skett då vi ansett det nödvändigt för arbetsgången.

Arbetet med litteraturstudien, har till viss del delats upp mellan oss, för att underlätta distansarbetet. I dessa fall har inläsningen och arbetet med litteraturstudien berört skilda ämnen där resultatet sedan granskats och godkänts av den andra parten. Enkätstudien har gjorts gemensamt för att få fram ett så tillförlitligt resultat som möjligt. Litteraturstudien och enkätstudien har genomförts parallellt för att möjliggöra informationsutbyte då innehållet i ena delen i vissa fall har varit relevant för den andra delen.Handledarmöten har i de flesta fall skett över videolänk, men en del fysiska möten har skett.

2. Metod

Under arbetet användes två metoder för att samla information. Detta för att ge en bred bild av ämnet och för att tillåta olika infallsvinklar.

2.1. Litteraturstudie

En litteraturstudie har genomförts inom de tre ämnena miljöpåverkan, dagvattenhantering samt materials grundläggande funktion. Litteraturstudien har syftat till att samla in kunskap om de olika materialen och de kriterier som ställs på dagens såväl som framtidens markstensytor. Material till litteraturstudien har hämtats via Sveriges Lantbruksuniversitets databas PRIMO, sökmotorerna Google Scholar samt Google Search, olika bibliotek, tidigare relevant kurslitteratur på Landskapsingenjörsprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp samt i svar från enkätstudien.

2.2. Enkätstudie

Inledningsvis utformades en enkät. Enkäten skickades och besvarades i de flesta fallen via mail. En person valde att besvara frågorna via telefon och en person intervjuades över videolänk. Enkäterna gjordes för att undersöka vilka krav som marknaden och aktörer i branschen upplever är relevanta när det kommer till markstensytor. Materialet insamlades och sammanställdes i form av en innehållsanalys där materialet bearbetades och kategoriserats under olika teman.

2.2.1. Urvalet

För att få en så bred syn på ämnet som möjligt valde vi att skapa urvalsgrupper. Vi kontaktade sakkunniga vid Sveriges Lantbruksuniversitet, kommuner, branschorganisationer, tillverkare/återförsäljare av betongmarksten, marktegel och natursten samt projektörer. Vi tillfrågade 28st aktörer varav 20st svarade. För lista på deltagare i enkätstudien se Bilaga 1.

Urvalsgrupperna hölls isär genom hela undersökningen på grund av att frågorna anpassades efter respektive grupp.

Tabell 1. Urval

Urvalsgrupper	Antal tillfrågade	Antal svar
SLU	4	2
Kommuner	5	5
Branschorganisationer	2	2
Tillverkare/Återförsäljare	10	6
Projektörer	7	5

2.2.2. Frågor i enkäten

I inledningen av samtliga utskick framgick uppsatsens tilltänkta frågeställning samt våra avgränsningar. Vi valde att arbeta med öppna frågor för att tillåta diskussion och för att göra det möjligt för aktörerna att uttrycka andra viktiga infallsvinklar. För att se följebrev till enkätfrågor se Bilaga 2.

Enkätfrågor skickade till tillverkare/återförsäljare:

- Hur har efterfrågan förändrats? Vilka aspekter hos materialet verkar vara det viktigaste för kunderna?
- Vilka kriterier tar ni hänsyn till när ni tar fram nya markstensprodukter för hårdgjorda ytor i utemiljö?
- Finns det något material, någon komponent eller produkt ni har valt att ta bort från er tillverkning eller ert produktsortiment där beslutet grundat sig i miljöfrågor, dagvattenfrågor alternativt grundläggande funktion?
 - Hur kom ni fram till det beslutet?
- Vilka problem anser ni att det finns i den nutida användningen av marksten vilken/vilka lösningar ser ni att det finns på detta/dessa problem?

Enkätfrågor skickade till branschorganisationer:

- Hur har efterfrågan förändrats? Vilka aspekter hos materialet verkar vara det viktigaste för kunderna?
- Vilka rekommendationer ger ni när det kommer till framtagandet av nya markstensprodukter för hårdgjorda ytor i utemiljö?
- Finns det något material, någon komponent eller produkt ni helt avråder från att använda där beslutet grundat sig i miljöfrågor, dagvattenfrågor alternativt grundläggande funktion?
 - Hur kom ni fram till den rekommendationen?

- Vilka problem anser ni att det finns i den nutida användningen av marksten vilken/vilka lösningar ser ni att det finns på detta/dessa problem?

Enkätfrågor skickade till medarbetare på Sveriges lantbruksuniversitet:

- Vilka problem anser du att det finns i den nutida användningen av marksten vilken/vilka lösningar ser du att det finns på detta/dessa problem?
- Har du någon uppfattning om hur efterfrågan på markstensprodukter har förändrats? Vilka aspekter hos materialet verkar vara det viktigaste idag?
- Vilka kriterier anser du bör tas extra hänsyn till när nya markstensprodukter tas fram?
- Anser du att det finns något material, någon komponent eller produkt som helt borde tas bort där beslutet grundat sig i miljöfrågor, dagvattenfrågor alternativt grundläggande funktion (såsom tillgänglighet)?
 - Varför anser du detta?

Enkätfrågor skickade till yrkesverksamma projektörer:

- Vilka kriterier tar ni hänsyn till när ni väljer marksten för en hårdgjord yta i utemiljö?
- Finns det något material ni undviker att använda?
 - Varför gör ni den avvägningen?
- Vilka problem anser ni att det finns i den nutida användningen av marksten vilken/vilka lösningar ser ni att det finns på detta/dessa problem?

Enkätfrågor skickade till kommuner

- Vilka kriterier tar ni hänsyn när ni tar fram riktlinjer kring användandet av marksten för en hårdgjord yta i utemiljö?
- Finns det något material ni har valt att inte använda i er kommun?
 - Varför har ni gjort den avvägningen?
- Vilka problem anser ni att det finns i den nutida användningen av marksten vilken/vilka lösningar ser ni att det finns på detta/dessa problem?

2.2.3. Nyckelord

I början av analyseringsprocessen av enkätsvaren valde vi att identifiera nyckelord i samtliga svar. Detta genomfördes genom noga analysering av svaren där nyckelorden representerade innehållet i respektive svar. Vi satt enskilt och identifierade nyckelorden för att få ett bredare perspektiv inför vidare indelning. Varje intervjusvar innehöll flera olika nyckelord och i många fall hela nyckelmeningar. Vi diskuterade sedan innehållet gemensamt och sammanställde våra nyckelord/nyckelmeningar.

2.2.4. Teman

Tillsammans sammanställde vi våra nyckelord/nyckelmeningar till åtta teman. Detta gjordes genom att identifiera nyckelordens underliggande mening. Nyckelordens innebörd har i vissa fall tillåtit en placering i flera olika teman.

3. Resultat

3.1. Identifierade teman i enkätsvar

Följande åtta teman framträdde vid analysen av enkätsvaren:

Miljöpåverkan

Ekonomi

Social rättvisa

Kunskap

Bestämmelser/tradition/rekommendation

Estetik

Materialegenskaper/funktion

Drift

Miljöpåverkan

Svar som på ett eller annat sätt berör påverkan av människans livsmiljö.

Exempel på nyckelord/nyckelmeningar från enkäterna:

Val av material som estetiskt inte går ur tiden, överanvändning pga. nya produkter, miljömässig hållbarhet, rätt material på rätt plats, klimatpåverkan, återanvändning, buller, koldioxidutsläpp, miljöaspekter, fossilfri verksamhet, miljömässigt hållbart, livslängd, naturliga produkter, ursprung, transporter, cirkulärt system, dagvattenhantering, ge miljöaspekterna större betydelse, materialets åldrande, mikroplaster, svårt att väga material mot varandra ur hållparbetsperspektiv, livscykelanalys, miljöplan.

Ekonomi

Svar som på ett eller annat sätt berör ekonomiska aspekter.

Exempel på nyckelord/nyckelmeningar från enkäterna:

Dumsnålhet, för lite pengar = bristfälligt material och hantverk, se mer till livscykelkostnad än investeringskostnad, ekonomi, platsens dignitet, drift och

underhållskostnader, ekonomiska val, priset väger tungt, prisvärdhet, hållbarhet, trygga leveranser, osund konkurrens.

Social rättvisa

Svar som på ett eller annat sätt berör social rättvisa.

Exempel på nyckelord/nyckelmeningar från enkäterna:

Arbetsmiljöfrågor, tillgänglighet, arbetsförhållanden, etiska krav, mänskligt, värderingar gällande etik, arbetsmiljö för anläggare.

Bestämmelser/tradition/rekommendationer

Svar som på ett eller annat sätt berör bestämmelser, tradition, rekommendationer, planer och andra dokument att följa sig efter.

Exempel på nyckelord/nyckelmeningar från enkäterna:

Riktlinjer, LOU, standarder, regelverk, "gammal vana", certifieringar, materialtester, miljövarudeklarationer, kundkrav, gestaltungsprogram, tekniska handboken, miljöplan.

Estetik

Svar som på ett eller annat sätt berör estetik.

Exempel på nyckelord/meningar från enkäterna:

Anpassa produkten efter platsen, tidigare använt material, kulturhistoria, gestaltning, estetik, historisk användning, gestaltungsprogram, materialets åldrande, materialets estetik, estetiska överväganden, gestaltningen spelar stor roll.

Materialens egenskaper/funktion

Svar som på ett eller annat sätt berör materials egenskaper eller materialets funktion.

Exempel på nyckelord/nyckelmeningar från enkäterna:

Anpassa produkten efter platsen, trafikklass, drift och underhåll, kvalitet bibehållas, varierande kvalitet hos produkten på grund av naturliga komponenter, hållbarhet, halka, lång livslängd hos materialet, kvalitet, hållbart i utemiljö, tillgänglighet, materialets estetik, materialets åldrande.

Kunskap

Svar som på ett eller annat sätt berör kunskapsläget i branschen.

Exempel på nyckelord/nyckelmeningar från enkäterna:

Anläggningsteknik, materialkompetens, besiktningskompetens, kunskapsspridning, kompetens hos den som gör förfrågningsunderlag.

Drift

Svar som på ett eller annat sätt berör drift och underhåll.

Exempel på nyckelord/nyckelmeningar från enkäterna:

Slarviga efterarbeten, dålig drift, drift och underhåll, ogräshämmande fogmaterial.

Teman redovisas i diagram 1 - 6. I diagram 1–5 är resultatet redovisat utifrån urvalsgrupp och visar på vilka teman som enligt vår analys belysts mest i enkätsvaren. Diagrammen inkluderar samtliga frågor inom urvalsgruppen. Diagram 6 är en sammanställning där samtliga urvalsgruppers enkätsvar är inkluderade.

Diagram 1. Andel belysta teman - Tillverkare/återförsäljare

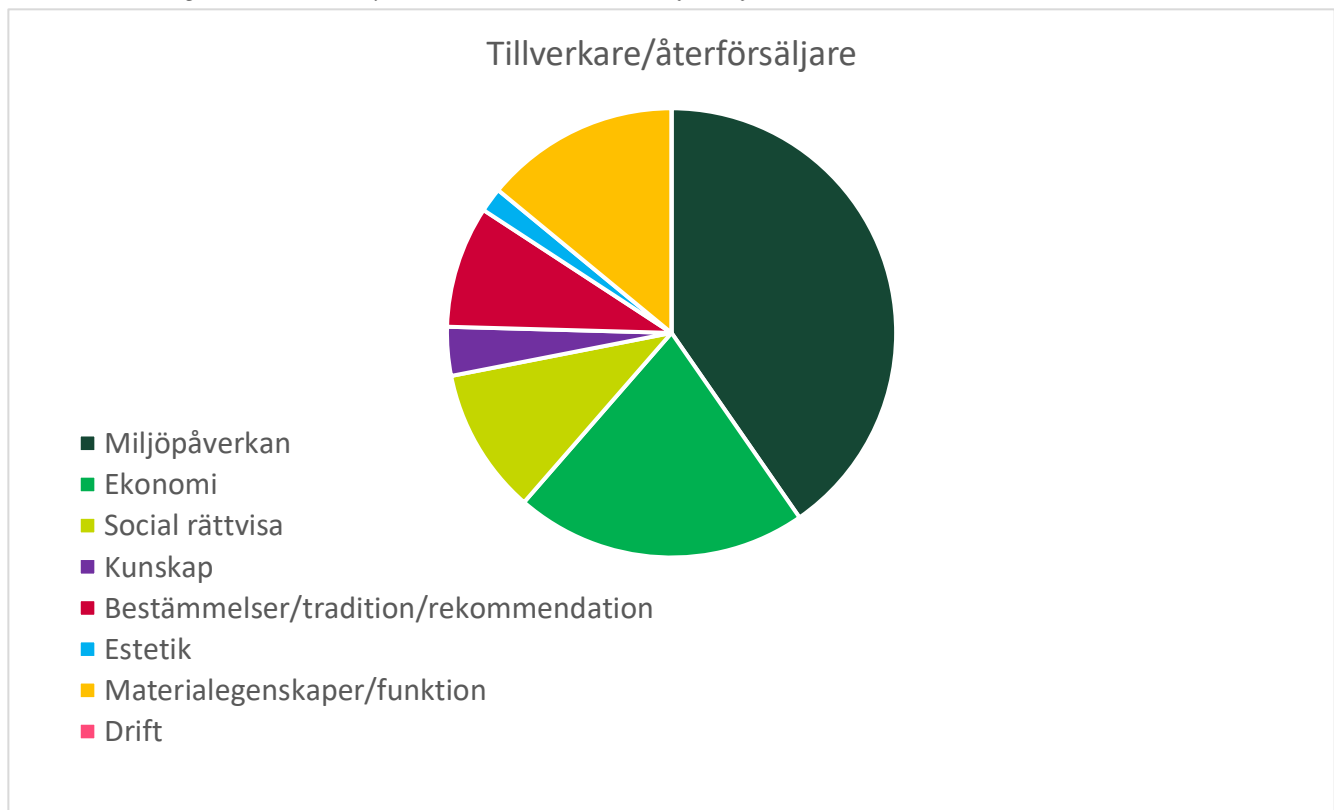


Diagram 2. Andel belysta teman – Branschorganisationer

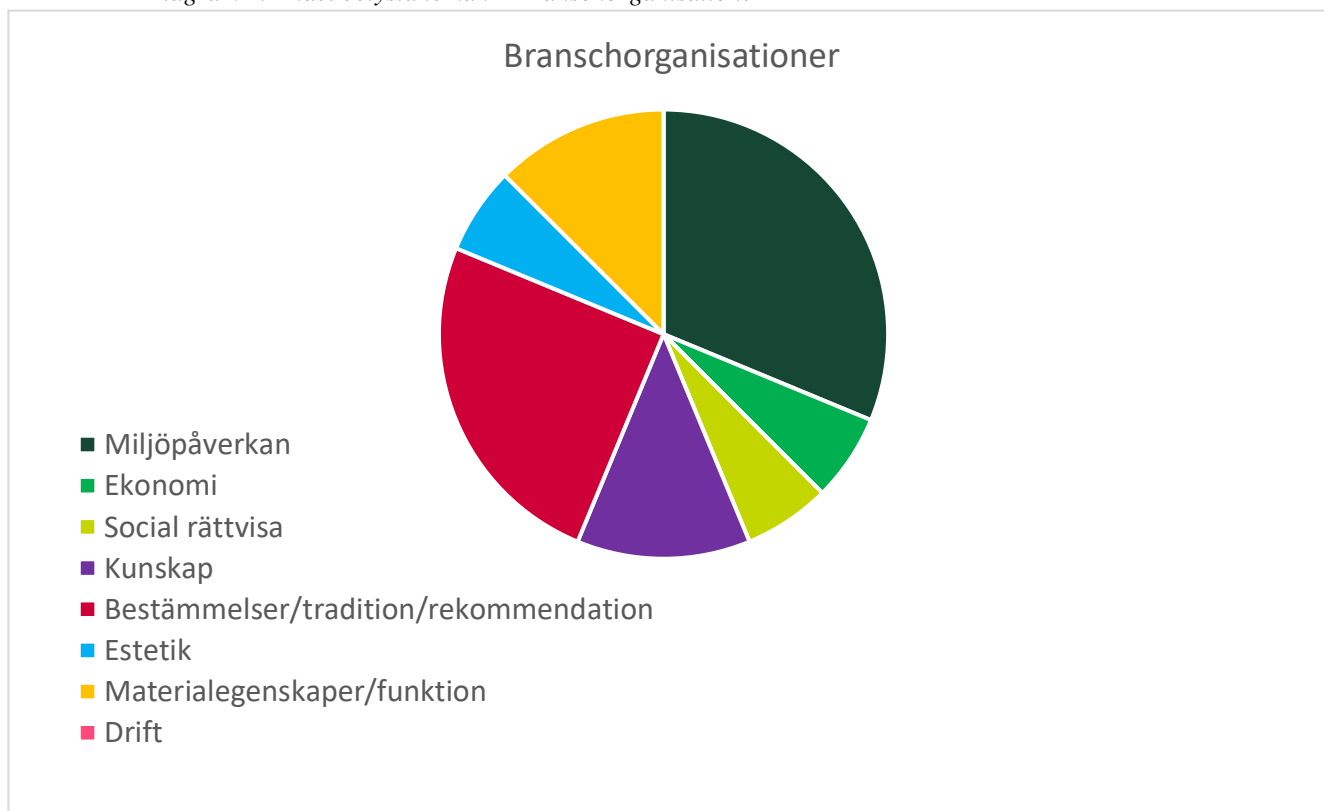


Diagram 3. Andel belysta teman – Sveriges lantbruksuniversitet

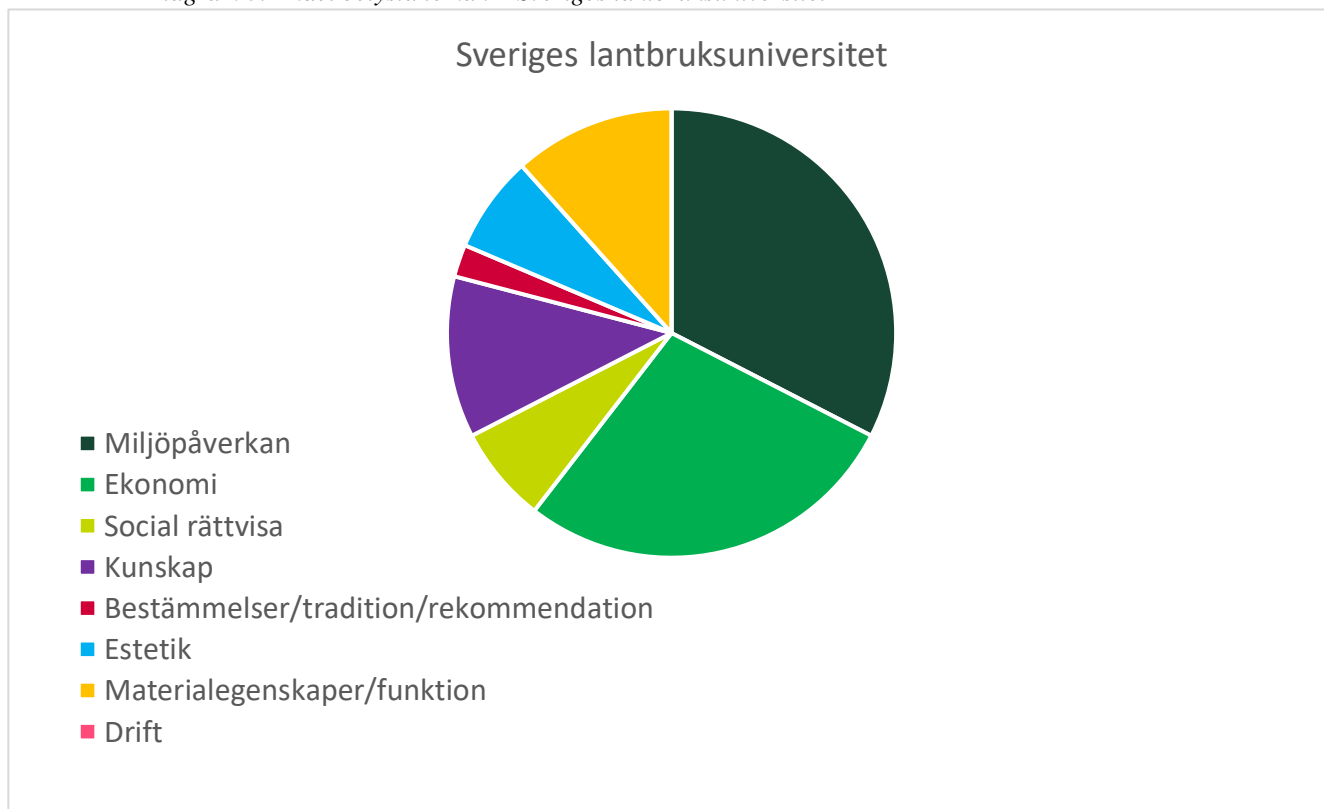


Diagram 4. Andel belysta teman – Projektörer

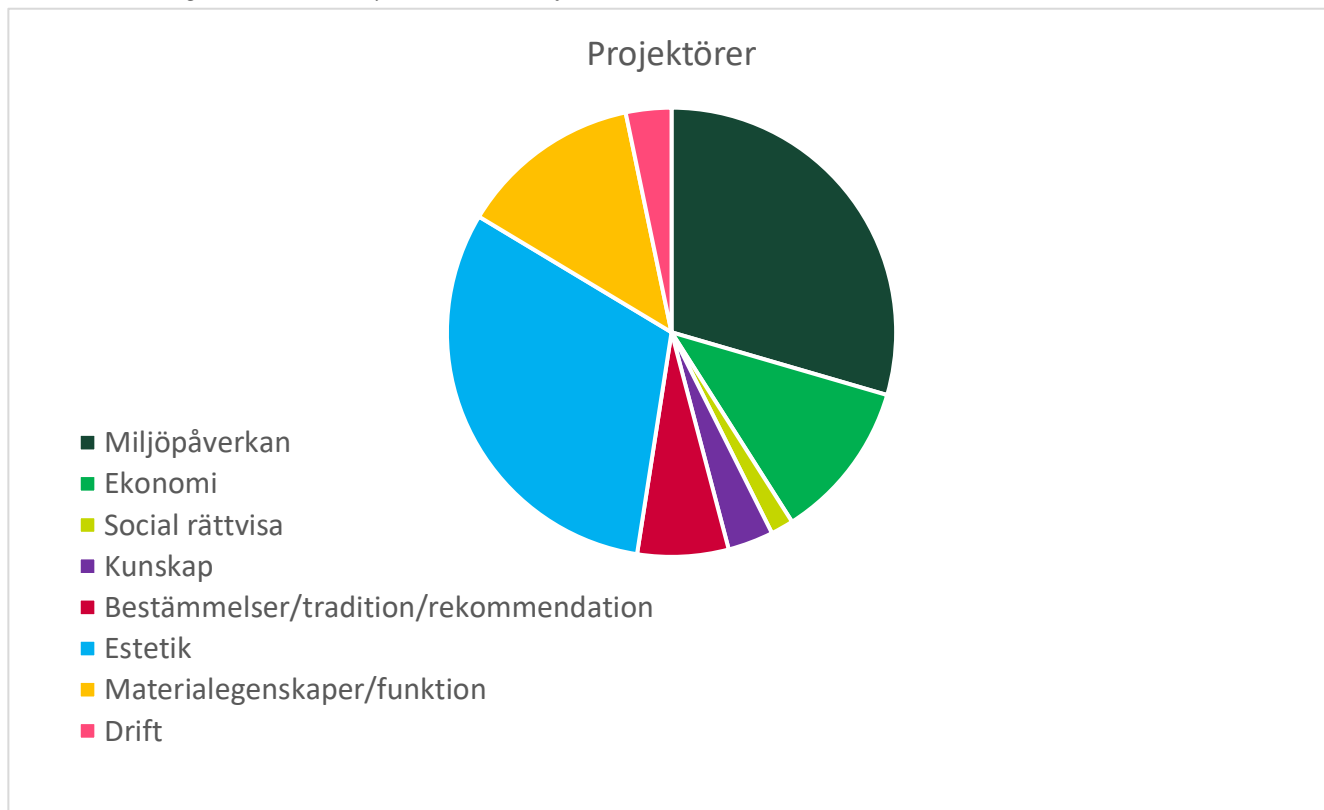


Diagram 5. Andel belysta teman - Kommuner

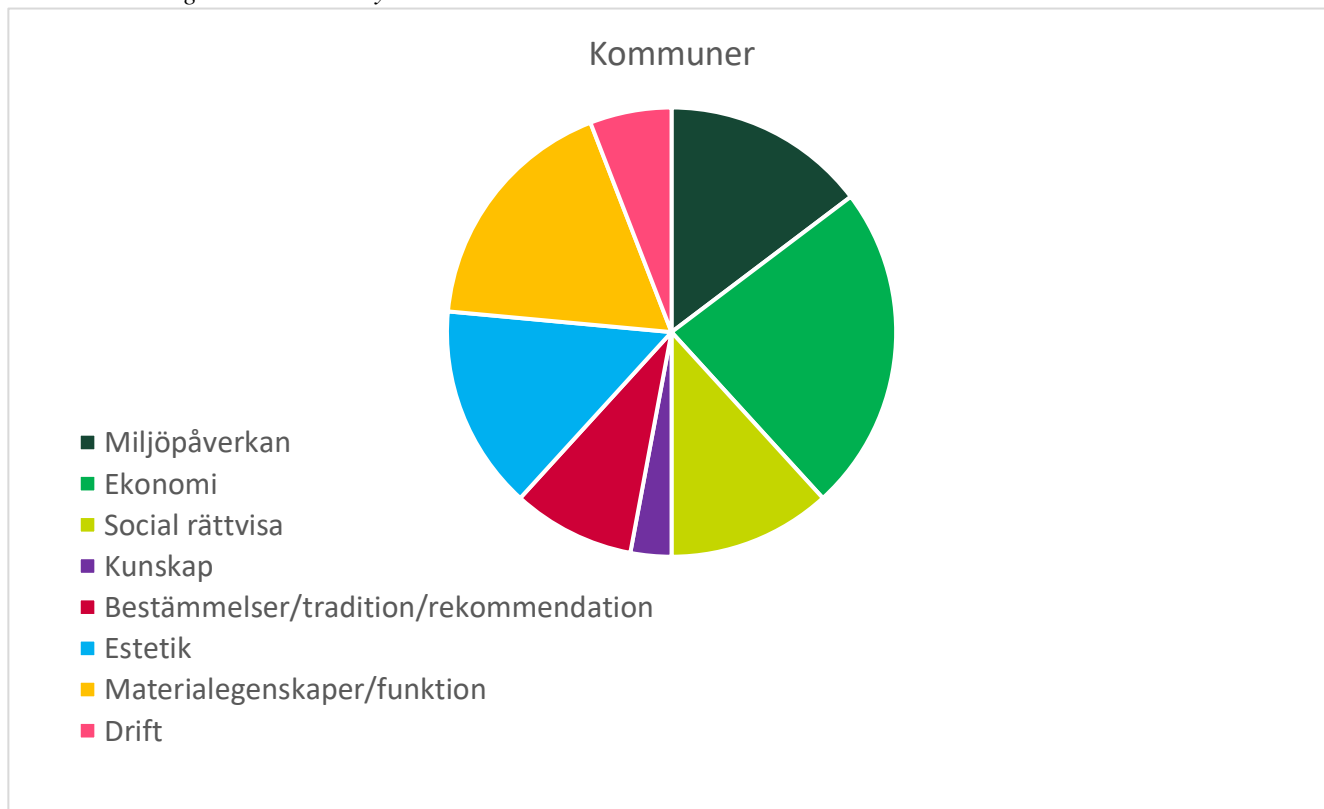
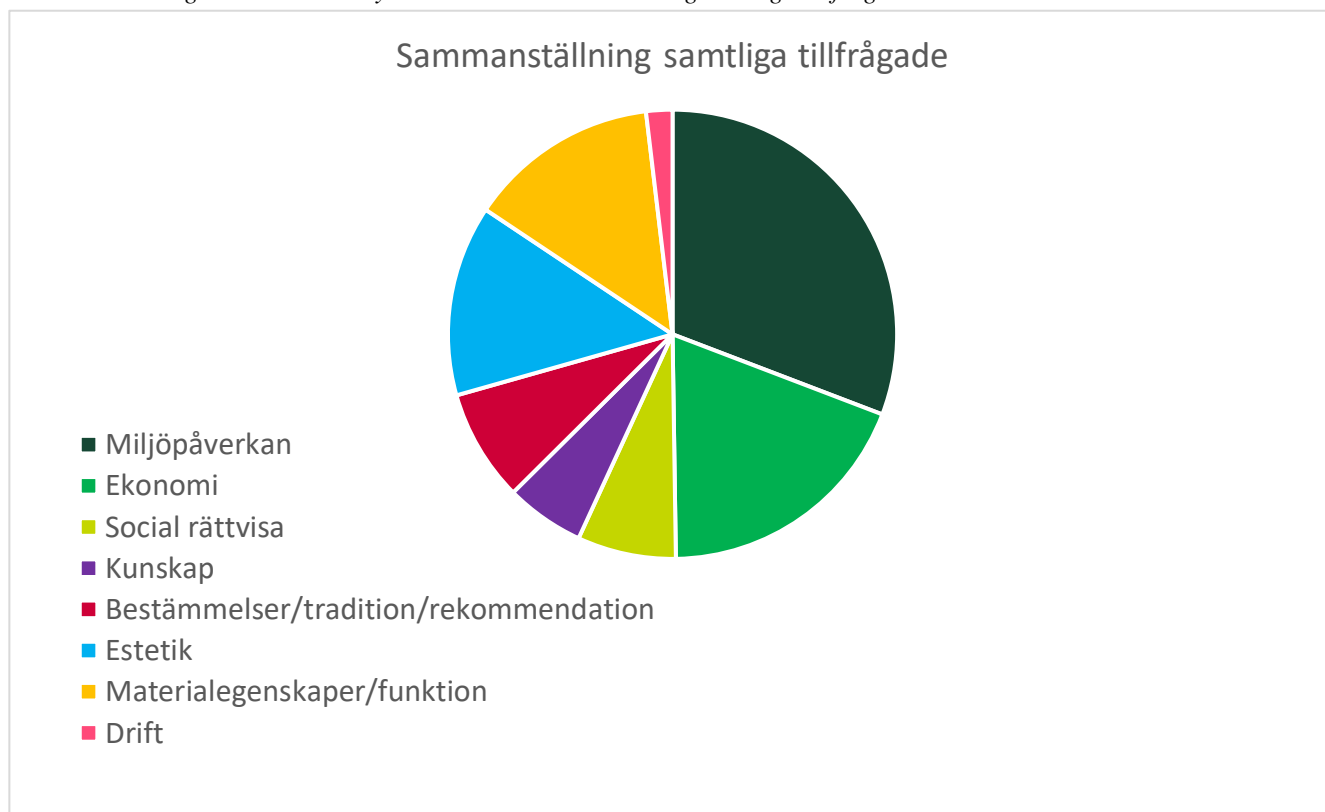


Diagram 6. Andel belysta teman - Sammanställning samtliga tillfrågade



3.2. Miljöpåverkan, dagvattenhantering samt materialens grundläggande funktion

3.2.1. Miljöpåverkan

En ekologisk påverkan i miljön som uppkommer till följd av en enskild individs, eller en verksamhets handlande.

Inom ämnet miljöpåverkan och dagvattenhantering finns det idag kunskap och pågående forskning. Flera av FN:s globala mål berör miljöpåverkan och hur vi förväntas agera för att uppnå dessa (Regeringskansliet 2016). I Sverige finns miljöbalken där bestämmelser redovisas som syftar till att driva utvecklingen framåt på ett hållbart sätt. Detta för att kunna erbjuda framtida generationer en sund miljö (SFS 1998:808).

När ett materials miljöpåverkan analyseras är det viktigt att ta hela dess livscykel i beaktande. Calkins (2012) nämner hela tillverkningskedjan där brytning av råmaterial är det första steget. Därefter ska materialet förbearbetas och förädlas innan materialet kan formas för slutlig produkt. Vidare ska transport, användning och underhåll samt hur produkten kan användas när den inte längre brukas på platsen tas med i beräkningen. Samtliga delar i processen bidrar till produktens samlade miljöavtryck.

Ur miljösynpunkt kan färgen på markmaterialet vara en aspekt att ta hänsyn till. I en studie på ljus asfalt visade det sig att den belysningsgrad som krävdes för att lysa upp ytan reduceras med över 40 procent jämfört med om platsen istället var belagd med mörk asfalt (Naus & Voskuilen 2016). Energiåtgången för belysning kan således i hög grad påverkas beroende på markmaterialets färg.

När ett material inte längre ska användas på en plats kan det antingen återbrukas eller återvinnas. Materialåterbruk är då materialet återanvänds på samma sätt som om det vore nyproducerat. Med materialåtervinning menas att produkten eller delar av produkten brukas i ett annat syfte än det ursprungliga. Det kan handla om att materialet fungerar som fyllnadsmassor eller att det krossas och används i vägöverbyggnader.

Livscykel natursten

Första skedet i naturstenstillverkningen startar med att rå sten bryts vid ett stenbrott. Stenbrotten breder ofta ut sig över ett stort område vilket lokalt medför en förändrad landskapsbild och en habitatförlust. Ofta används stora mängder vatten då vissa moment inkluderar sågar som vattenkyls vilket medför att dammpartiklar och föroreningar tillåts att transporteras iväg med vattnet (Calkins 2008).

Brytningen ser olika ut beroende på vilken typ av sten brytningen avser. Vid brytning av granit frigörs först så kallade primärblock som sedan delas upp i mer hanterbara storlekar och slutligen i så kallade handelsblock (Sveriges Stenindustriförbund 2005). Tunga maskiner används för att bryta, sönderdela och frakta stenblocken över arbetsplatsen, vilket bidrar till lokala föroreningar. Metoder som används för att dela sten är bland annat sågning och klyvning. Vilken metod som är mest lämplig beror på stenens strukturella egenskaper, vilken skiljer sig beroende på typ av bergart, men skillnader finns också inom stenmaterial av samma bergart. Johansson¹, professor vid SLU, berättar att kinesisk granit ofta behöver sågas medan svensk granit generellt kan klyvas, detta beror på att den kinesiska stenen som bryts, i stort inte har lika bra klyvegenskaper som den sten som bryts i Sverige. Vidare bearbetas stenen beroende på vilka tekniska egenskaper som

önskas samt för att uppnå rätt estetiskt uttryck. Hur stor den totala energiåtgången för tillverkning blir beror till stor del på vilket tillvägagångssätt som används för delning av stenen samt vilken metod som används vid bearbetning. Bolin (2015) har jämfört ett stenbrott i Sverige med ett stenbrott i Kina vilket resulterat i en rapport vilken visar på en stor skillnad i energiåtgång mellan dessa stenbrott. Johansson¹ menar att den största anledningen till att energiåtgången är högre i Kina, beror på att de använder sågning i större skala. Johansson¹ berättar vidare att den stora energiåtgången i kinesiska stenbrott är extra bekymmersam då de använder kolkraft i stor utsträckning, vilket ger ett stort klimatavtryck.

Natursten som används och anläggs på rätt sätt är ett tåligt material med lång livslängd. Bolin (2015) beskriver hållbarhet och möjligheten till återbruk hos fyra olika naturstensprodukter av granit: klippt gatsten, sågad gatsten, kantsten och hållar för användning på mark. Markbeläggningen beräknas ha ett behov av omläggning vart trettionde år. Den produkt som visat sig vara tåligast är klippt gatsten. Rapporten visar att en yta som varit belagd med klippt gatsten i 30 år, kräver att 2 procent av ytan måste ersättas och att detta framförallt beror på svinn. Efter 180 år, med sex omläggningar, beräknas det att 11,4 procent av den ursprungliga av ytan har ersatts. Samma rapport beräknar att en klippt gatsten har en möjlighet till återbruk på 98 procent. Rapporten visar vidare att hållar är den produkt som är känsligast. Möjligheten till återbruk är 80 procent och en yta som varit belagd med hållar i 30 år har ett behov av 20 procent ersättning. Efter 180 år, med sex omläggningar, visar beräkningarna att 73,8 procent av den ursprungliga av ytan har ersatts.

Johansson¹ berättar att gatsten i princip aldrig kasseras utan återanvänds i sin ursprungliga form. Däremot har vissa produkter, exempelvis hållar, tendens att skadas och kan därför ibland behöva ersättas. Det finns stora möjligheter att kapa en skadad håll till nytt mått och sedan återbruka den i sitt nya format. Johansson¹ berättar vidare att natursten som är satt i bruk är svårare att återbruka, men att det går att avlägsna bruket så att naturstenen kan användas i sitt ursprungliga format. Förbrukad sten som inte anses möjlig att återbruka kan krossas och användas som exempelvis makadam.

Möjligheterna att öppna nya stenbrott i Sverige är begränsade. Marklin², ordförande Sveriges Stenindustriförbund, berättar att det är en lång och kostsam process som fordrar noggranna utredningar. Vidare förklarar Marklin² att det senaste tillståndet för ett stenbrott i Sverige tog cirka sex år att få godkänt. Allteftersom efterfrågan på svensk natursten ökar, kommer behovet av nya brott att växa.

Livscykel betong

Det finns idag många typer av betong. Huvudbeståndsdelarna i betong är krossballast, naturballast, cement och vatten. Vanlig betong innehåller ca 80 procent ballast, 14 procent cement och 6 procent vatten (Betongföreningen 2020). Ballasten består av varierande mängd naturgrus och bergkross. Användandet av naturgrus kan anses problematiskt då det är en ändlig resurs som i Sverige regleras i miljöbalken (Göransson 2015). Göransson (2015) berättar vidare att över 50% av den naturgrus som bryts används vid betongtillverkning. Ryberg³, teknisk chef Benders AB, förklarar att betongtillverkningens geografiska placering påverkas av lokal tillgång av naturgrus. Ligger fabriken nära ett grustag där det är tillåtet att bryta naturgrus, kan 100 procent av ballastinnehållet bestå av detta, medan fabriker på andra platser kan använda 100 procent bergkross. Vidare berättar Ryberg³ att olika bergmaterial beter sig olika när det krossas. Ligger fabriken nära ett berg vars struktur i krossad form passar som ballast kan detta användas utan någon nämnvärd bearbetning. Ryberg³ menar att betongindustrin generellt arbetar mot att finna lämpliga sätt att helt ersätta användningen av naturgrus. Det finns forskning som undersöker möjligheten att helt byta ut naturgrus mot bergkrossmaterial. Anledningen till att det kan vara svårt att ersätta naturgrus beror på att naturgrusets korn generellt är runda och dess yta har en karaktär som har skapats under naturliga processer (Chalmers tekniska högskola u.å.). Bergmaterial som krossas får generellt tvära och skrovliga ytor men är samtidigt det enda material som finns i tillräcklig mängd för att på lång sikt kunna ersätta naturgrus (Chalmers tekniska högskola u.å.). Chalmers tekniska högskola (u.å.) beskriver i sin studie att de kommit fram till att naturgrus skulle kunna ersättas med nästan alla sorters bergmaterial genom att bearbeta dessa på rätt sätt. I studien där de undersökt hur olika bergmaterial kan lämpa sig som ersättningsmaterial till naturgrus, har de använt sig av en kross som kallas VSI (Vertical Shaft Impact) i kombination med vindsiktning, vilket gett goda resultat.

Vid brytning av råmaterial till betongrecepten sker ett ingrepp i miljön, vilket innebär en habitatförlust samt att området utsätts för föroreningar (Calkins 2008).

De största koldioxidutsläppen sker vid tillverkningen av cement där finmald kalksten och lermaterial hettas upp till runt 1400 grader. Energiåtgången för uppvärmningen är stor, men den största mängden koldioxid frigörs i själva kalcineringsprocessen (Betonginitiativet 2018). Calkins (2008) skriver att omkring ett ton koldioxid frigörs per tillverkad ton portlandcement. Portlandcement togs fram av Joseph Aspdin år 1824 (Nationalencyklopedin u.å. c). Portlandcement är idag den vanligaste cementtypen och benämns standardcement (std). Den framställs genom att kalksten och lera hettas upp till omkring 1400 grader Celsius, materialet mals sedan ner till cementpulver (Zimmerman 2009). Betongindustrin arbetar med

att reducera den mängd koldioxid som frigörs i samband med tillverkningen. Framförallt handlar det om att begränsa utsläppen vid cementtillverkningen. Flera tekniker undersöks och nya studier genomförs. Gemensamt är dock att betalningsvilja måste finnas för att tekniken ska kunna utvecklas. För att en förändring ska kunna ske måste alla hjälpas åt, staten, kommuner och privatpersoner måste vara beredda att hjälpa till, säger Simonsen⁴, ordförande Svensk Markbetong. "Vi måste inse att om vi vill göra något för miljön så kommer det att innebära en förändring och förändringen kommer säkerligen att påverka oss ekonomiskt." (Simonsen⁴)

CCS (Carbon capture and storage) är en teknik där koldioxiden separeras från rökgaserna för att sedan lagras långt ner i marken i en porös berggrund. En förutsättning för att detta ska vara möjligt är att det ovanför det porösa berget finns ett tätt bergmaterial som fungerar som ett lock vilket förhindrar att koldioxiden frigörs (Naturvårdsverket 2019). Med tiden mineraliseras en stor del av koldioxiden vilket minskar risken för läckage (Sveriges geologiska undersökning 2020). För att minska andelen cement i betong kan alternativa bindemedel användas. Undersökningar har gjorts där stenkolsflygaska, en restprodukt som uppstår vid förbränning av stenkol, delvis ersatt cement som bindemedel med goda resultat. Det har framkommit att användningen av stenkolsflygaska inte bara minskar andelen cement i betongen utan även förbättrar dess beständighet (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond 2011). Denna typ av cement benämns blandcement (B) (Nationalencyklopedin u.å. a).

Återbruk av betongplattor sker sparsamt (Bolin 2015). Rydberg⁵, teknisk chef Benders AB, förklarar att det i många fall skulle vara möjligt att återanvända betongplattor men att hanteringen ofta anses för kostsam. Det är billigare att riva upp markmaterialet istället för att varsamt stapla det. Nilsson⁶, kontaktperson på Edge AB, menar dock att betong inte åldras med värdighet utan byts ut efter en tid på grund av att de inte längre är estetiskt tilltalande, vilket resulterar i hög klimatpåverkan i flera steg.

Ydrevik (2000) beskriver att kvaliteten på betongen är avgörande för hur den kan användas i krossad form och listar användningsområden såsom ballast i ny betong, fyllnadsmaterial och som markmaterial på gång- och cykelvägar, beroende på betongkvaliteten. Rydberg⁵ menar dock att det inte är särskilt vanligt att krossad betong återanvänds i ny betong. Istället säger han att det är vanligare att det används som fyllnadsmassor eller som komponent exempelvis överbyggnader för vägkonstruktioner.

Under betongens livstid sker ett visst upptag av koldioxid då komponenter i betongen återgår till kalciumkarbonat i en process som kallas karbonatisering (Andersson 2016). Upptaget motsvarar omkring 15–20 procent av den koldioxid som producerats vid tillverkningen (Betonginitiativet 2018). Graden av karbonatisering beror på vilken typ av cement som används samt vilka förhållanden betongen sedan utsätts för förklarar Andersson (2016). För att karbonatiseringen ska kunna fortgå krävs det att betongen har kontakt med luft då processen sker när kalciumhydroxid reagerar med koldioxiden i luften (Svensk Betong 2018). Förbrukad betong som används under mark kan således inte fortsätta karbonatiseras då koldioxidtillgången stryps.

Livscykel tegel

Tegeltillverkningen börjar med att lera bryts vilket medför att marknivån sänks på schaktplatsen med ett antal meter. I likhet med brytning av kalksten för cementtillverkning och brytning av natursten förändras landskapsbilden vid denna typ av ingrepp vilket medför en habitatsförlust på platsen. Lerans innehåll är framförallt bergmineralerna kvarts, järnoxider samt kalk och lermineralerna kaolin, montmorillit och illit (Dam & Holgersen 2002). Vid upptagningen av leran sker den första blandningen av lermaterialet allt eftersom maskinerna skalar av olika lerlager i marken (Dam & Holgersen 2002). Leran transporteras oftast inte direkt till tegeltillverkningen utan förvaras på en uppsamlingsplats. Leran bereds vidare, den rensas från sten, stora lerpartiklar krossas och blandas ytterligare. Vatten tillsätts för att få önskad konsistens.

Tegelstenar kan formas med olika metoder beroende på vilka egenskaper och uttryck som önskas hos den färdiga produkten. Vanligast och mest effektiv är den så kallade strängpressen där lera trycks ut ur ett munstycke och sedan skärs upp med strängar (Wieslander 2006). Resultatet med den här metoden blir tegelstenar med exakta mått och jämna ytor (Zimmermann 2009). Gustavsson⁷, byggnadskonstruktör TG konstruktioner AB, berättar att när teglet är format, körs det för torkning i 70 grader i 3–4 dygn, i ca 100 grader i 3–4 timmar och därefter till bränning. Gustavsson⁷ berättar vidare att vid bränningen i den sista ugnen uppgår temperaturen till 1000–1100 grader, i den här ugnen stannar teglet i ca 3 dygn. Denna process fordrar stor energiåtgång. Idag är det vanligast att ugnarna värms upp med naturgas, men i vissa fall används olja och ibland kol då specifika färgskiftningar önskas hos materialet (Wieslander 2006).

Många små tegelbruk har tvingats lägga ner då efterfrågan på produkten minskat i takt med att andra material, så som betong, efterfrågats i allt större utsträckning (Wieslander 2006). Då tegelbruken blir färre runt om i världen ökar också transportsträckorna till och från tegelbruken.

Marktegel är ett hållbart material och har stor möjlighet att återbrukas. Förbrukade tegelstenar som inte anses kunna användas i sin ursprungliga form kan exempelvis krossas och användas som obundet slitlager eller dekoration. Förbrukade tegelstenar kan också användas som fyllnadsmassor.

Vid tillverkning av tegel uppstår i princip inget spill. Både obränd lera och lera som bränts och krossats kan återföras i lerblandningen och formas till nya tegelstenar. Harris⁸, ägare Klinker Outdoor ApS, menar att den energiåtgång som krävs vid tillverkning av tegel kompenseras av teglets långa livslängd. Detta påstående styrks även av (Calkins 2008).

Sammanfattning av enkätsvar

“Vi måste göra så mycket som möjligt med så lite som möjligt.” (Svensson⁹)

Då miljöfrågan är det mest berörda ämnet i våra enkätsvar är det tydligt att de flesta av våra tillfrågade arbetar med, eller har reflekterat över ämnet. Framförallt berör de som har svarat på enkäten utsläpp kopplade till cementtillverkning, transport samt återbruk av material.

Jakobsson¹⁰, enhetschef parkenheten Göteborgs Stad, berättade att de inte har några riktlinjer när det kommer till val av markstensprodukter.

Det framkom att miljöfrågan stundvis kan upplevas som frustrerande då olika lösningar för att minska klimatavtryck kan vara svåra att implementera på grund av bland annat den ekonomiska aspekten samt bestämmelser som försvåra möjligheten till återbruk av markmaterial. Det kan också vara svårt att ta ställning till vad som faktiskt är ett bra miljömässigt val. Eklund¹¹, landskapsarkitekt White AB, menar att det behövs tydligare märkningar och bättre information om hur föreskrivare ska tänka. Vidare berättar Eklund¹¹ att de generellt försöker arbeta med hållbarhet och att det är självklart att de väljer hållbara val om det är möjligt, men att det inte är lika självklart att en beställare är beredd att betala mer för en miljövänlig lösning. Wedin¹², avdelningschef väg och gata Sigma Civil AB, belyser problematiken kring kostnaden det innebär att arbeta med återbrukat material. Wedin¹² menar att det kan vara dyrare att tillämpa återbruk och att vi här måste stå upp för miljön. Vidare beskriver Wedin¹² att återbruk av befintligt markmaterial bland annat skulle innebära ytterligare en arbetsuppgift i form av att inventera befintliga beläggningar och en osäkerhet kring slutresultatet såväl när det gäller utseende som ytans tekniska livslängd.

Carleson¹³, VD Granum Stenprodukter AB, som arbetar med naturstensprodukter beskriver i sitt svar att efterfrågan, från framförallt den offentliga sektorn, går mer mot ett hållbart materialval. Carleson¹³ berättar vidare att det framförallt märks i förfrågningar med krav på till exempel livscykelanalyser och miljövarudeklarationer. Samtidigt menar Simonsen⁴ att det inom betongbranschen är den privata sektorn som visar den största drivkraften när det kommer till att arbeta mer miljövänligt. Simonsens⁴ förklaring på detta är att privata aktörer generellt är mer benägna att ta ekonomiska risker än vad exempelvis kommuner är.

Att det finns en problematik med användandet av utomeuropeisk natursten som markbeläggning är något som visade sig vara en gemensam uppfattning. Flera aktörer skriver att de helt valt bort kinesisk sten. Den största anledningen visade sig grundas på etiska skäl men likväl framgår det att de långa transportsträckorna har avgjort valet. Samtidigt gör vinstintresset hos vissa aktörer att de inte är beredda att avstå utländsk arbetskraft. Carleson¹³ berättar om ett relativt nytt fenomen där svenska aktörer väljer att frakta sitt material för bearbetning i låglöneländer inom EU, de färdiga produkterna transporteras sedan tillbaka till Sverige. Vidare skriver Carleson¹³ att detta resulterar i en osund konkurrens gentemot svenskproducerande bolag samtidigt som det skapar fler och längre transporter, vilket borde ge större klimatpåverkan än importerad sten.

Carleson¹³ menar att en lösning för att undvika brist på svenskt material vid naturstenstillverkning är att göra det lättare att öppna nya stenbrott i Sverige. Svenska aktörer tar ansvar för såväl miljö och arbetsmiljö, samtidigt som klimatpåverkan från långa transporter minimeras menar Carleson¹³.

De stora utsläppen som genereras vid betongtillverkning är något som flera av våra tillfrågade nämner. Sonesson¹⁴, projektledare tekniska förvaltningen Lunds kommun, berättar att de är medvetna om problemet men att det i dagsläget inte är något de tar hänsyn till, det är dock sannolikt att det blir en fråga för framtiden. Kvarnström¹⁵, kvalitets- och miljöchef S:t Eriks AB, förklarar att de jobbar aktivt för att hitta nya cementsorter, eller andra tillsatsmedel, som har lägre koldioxidutsläpp för att minimera deras totala utsläpp ur ett livscykelperspektiv. Vidare tillägger Kvarnström¹⁵ att de arbetar med förbättringar kring återvinning för att på sikt få till ett bättre cirkulärt system. Simonsen⁴ berättar om arbetet med energieffektivisering där elektrifiering av cementtillverkningen är en trolig lösning för att utesluta förbränningen av kol. Idag står kolet för ca 30% av det material som används som energikälla vid cementtillverkning, resten är alternativa bränslen såsom sopor och flis. Simonsen⁴ förklarar vidare, för att hantera de utsläpp som genereras i själva kalcineringsprocessen, finns idag tekniker som möjliggör infångning av denna, bland annat CCS-teknik.

Simonsen⁴ berättar att Cementa tittar på möjligheten att gå över till en elektrifierad tillverkningsprocess för att undvika utsläpp vid förbränning. Vidare nämner han olika tekniker som plasmateknik, ljusbågar eller mikrovågor som potentiella lösningar.

Marklin², informerar att medlemmarna i Sveriges Stenindustriförbund är engagerade i arbetet med att nå fossilfri verksamhet år 2029.

Vallkil¹⁶, sälj, rådgivning och marknad Bara Mineraler AB, förklarar att de väljer att arbeta med leverantörer som är branschledande inom energieffektivisering, hållbarhet samt återställande av miljö och naturmark där brytning av lera för tegeltillverkning skett.

På frågan “Vilka kriterier tar ni hänsyn till när ni väljer marksten för en hårdgjord yta i utemiljö?” svarade Nilsson⁶ “Vilket klimatavtryck stenen har i tillverkning och transporter, samt hur länge stenen håller. Tyvärr inte så viktigt för en del kunder i nuläget, men vinden håller på att vända.” (Nilsson⁶)

3.2.2. Dagvattenhantering

Omhändertagande av dagvatten är viktigt då skyfall blir en allt mer vanlig företeelse på många platser i världen. Detta samtidigt som hårdgjorda ytor tar upp allt större områden i våra städer. Reyes¹⁷, teamledare VA SYD, berättar att belastningen på dagvattenledningar genom avrinning på hårdgjorda ytor ibland blir så stor att mängden vatten överstiger kapaciteten för omhändertagandet, vilket kan leda till översvämningar. Framtidens markbeläggningar behöver ha egenskapen att ta hand om dagvattnet istället för att släppa ut det i redan överbelastade dagvattensystem (Calkins 2008). Enligt Andersson et al. (2017) finns lösningar för att hantera dagvatten genom dränerande markstensytor idag, men att dessa system inte anläggs i den utsträckning som är möjligt.

Det finns olika sätt att infiltrera dagvatten via hårdgjorda ytor belagda med marksten. Det första sättet är att dagvattnet infiltreras via fogen. Det andra sättet är att dagvattnet infiltreras via en perkolationsöppning i stenen (Svensk Markbetong 2019) och det tredje sättet är att dagvattnet infiltreras genom markbeläggningen som består av ett poröst material (Calkins 2008). Efter att vattnet har trängt igenom beläggningen via fog eller öppningar och porer i markstenen, transporteras dagvattnet vidare ner till resterande överbyggnad, där det temporärt magasineras innan det passerar vidare ner i terrassen eller överförs till ett dräneringssystem (Svensk Markbetong 2019).

Hos de tre material för marksten som undersökts i uppsatsen, betong, natursten och tegel, finns möjlighet att lägga markstenen på ett sätt så att dagvatten infiltreras via fogen och resterande överbyggnad. Om en beläggning av marksten är dränerande kräver detta också att hela överbyggnaden är dränerande (Hellman 2017).

En hårdgjord yta av marksten har en rad grundläggande funktioner som den måste tillgodose. Val av konstruktion görs framförallt med hänsyn till beläggnings funktion samt aktuell trafikbelastning för det enskilda projekt (Sveriges Stenindustriförbund 2020). Utöver de grundläggande funktioner som hårdgjorda ytor förväntas uppfylla har ytor med en dränerande överbyggnad även en huvuduppgift att dränera och fördröja dagvatten. Förutom att fördröja dagvatten kan den här typen av konstruktioner även bidra till att rena dagvatten och gynna grundvattenbildningen (Svensk Markbetong 2019).

Enligt Svensk Markbetong (2019) finns det två olika typer av dränerande överbyggnader som infiltrerar dagvatten via beläggnings. Skillnaden mellan de två beror på om det är en dränerande obunden konstruktion eller en dränerande bitumenbunden konstruktion. Utöver detta finns det beläggnings som infiltrerar dagvatten genom att leda in det via brunnar i en överbyggnad med en tät beläggning. De permeabla överbyggnaderna delas vidare upp genom att beskriva hur mycket vatten de infiltrerar till befintlig undergrund eller dagvattensystem. Överbyggnader delas då in i kategorier enligt hur de infiltrerar till terrassen enligt följande; full infiltration, partiell infiltration eller ingen infiltration (Svensk Markbetong 2019).

Hellman (2017) skriver att bärlagret och förstärkningslagret i dränerande överbyggnader skapar, genom storleken på aggregaten, ett utrymme i överbyggnaden som kan fungera som en reservoar för dagvattnet. Utefter vilken funktion den aktuella anläggningen med dränerande marksten är avsedd för, bör materialet och fraktionerna hos bär- och förstärkningslagret anpassas. Hellman (2017) beskriver vidare att desto mer hålrum en konstruktion har, desto sämre bärighet. En konstruktion med dränerande markstensbeläggning, som är avsedd för att bära tung trafik, bör ha ett bärlager bestående av fraktionen 2/32 och förstärkningslager bestående av fraktionen 2/90. En dränerande konstruktion med huvudsyfte att fungera som fördröjningsmagasin för dagvatten, kan ha en överbyggnad med större hålrum. En sådan överbyggnad kan konstrueras med bärlager bestående av fraktionen 16/32 och förstärkningslager bestående av fraktionen 16/90 (Hellman 2017). Hur mycket vatten ett förstärkningslager kan magasinera beror på dess totala tjocklek (Svensk Markbetong 2019). Det är möjligt att skapa en överbyggnad där upp till 25 procent kan användas som reservoar och samtidigt vara bärig upp till trafikclass 2 (Sveriges Stenindustriförbund 2020).

Fogens uppgift i en markstensbeläggning är att hålla marksten på plats, att skydda markstenarna från att skadas genom att hindra stenarna att ligga an mot varandra, att ta upp variationer i stenarna samt att ta upp horisontella skjuvkrafter som skapas när trafik belastar beläggningen (Zimmermann 2009). Om fogen ska klara av att ta upp krafter kan den inte vara för bred (Sveriges Stenindustriförbund 2020). För att en markstensyta ska ha möjlighet att infiltrera dagvatten måste fogarna vara bredare än traditionella fogar. Om markstensbeläggning ska räknas som dränerande ska ytan av den dränerande fogens area uppgå till 8–10 procent av den totala ytan av markbeläggningen (Svensk Markbetong 2019). En större fogarea ger en större infiltrationsförmåga men minskar bärigheten genom en lägre lastspridande förmåga. Vid beläggningar som har mindre krav på att vara lastbärande, kan fogarean göras större för att öka infiltrationen med en area på upp till 20 procent (Svensk Markbetong 2019). Hur stor procentandel av beläggningen som är fog är således en viktig faktor för hur mycket vatten en specifik anläggning kan dränera, men enligt Borgwardt (2015) är den viktigaste faktorn för att en dränerande ytas genomsläpplighet fog- och sättmaterialets infiltrationsförmåga. Infiltrationen hos en nybyggd yta med dränerande fog och överbyggnad varierar således beroende på hur stor area som är genomsläpplig och vilken fraktion som använts i fog och resterande överbyggnad.

Vid dränerande markstensbeläggningar ska samma fraktion på fog- och sättmaterialet användas. Förutom att fog- och sättmaterialet ska bibehålla de grundläggande egenskaperna, ska det även vara dränerande och dessa egenskaper ska bibehållas över tid. För att uppnå permeabilitet ska fog- och sättmaterialet bestå av obundet krossmaterial i dimensionerna 2/5 (Svensk Markbetong 2019). Dränerande fogar ska endast anläggas om resterande överbyggnad är genomsläpplig. Detta då vatten inte ska blir stående under beläggningen och skada materialet i slitlagret på grund av exempelvis frost (Dam & Holgersen 2002).

Infiltrationen vid dränerande överbyggnader påverkas till stor grad av anläggningens ålder. Genomsläppligheten minskar med tiden då igensättning orsakad av att organiskt- och mineraliskt material täpper igen fogarna (Borgwardt 2015). För att undvika igensättning av fogar kan det enligt Svensk Markbetong (2019) redan i planeringskedet förberedas förebyggande åtgärder såsom vindskydd eller fysiska hinder i form av exempelvis kantstöd i beläggningen. Det är även viktigt att tänka på hur drift och skötsel av ytorna ska genomföras. Ett exempel på detta är att det inte är möjligt att använda sand vid halkbekämpning vid dränerande markstensbeläggningar då de små kornen i sanden täpper igen porerna i fogen (Svensk Markbetong 2019).

Vid anläggningar med markstensbeläggning med perkolationsöppningar är det möjligt att lägga en gräsfog mellan eller i markstenen. Då fylls fogen med fogmaterial men de sista 20 mm fylls med jord och gräsfrön (Sveriges Stenindustriförbund 2020). Calkins (2008) beskriver dock att infiltration hos fogar med gräs är begränsad. Gräs i denna typ av anläggningar kan göra att vatten ansamlas och att dagvatten förhindras att transporteras vidare ner i fogarna. Vilket kan leda till en ökad avrinning istället för infiltration (Calkins 2008).

I ett dränerande beläggningssystem är det slitlagret och beläggningens uppgift att föra vattnet vidare ner i överbyggnaden. Natursten är ett helt tätt material vars materialegenskaper inte går att påverka. För att uppnå en dränerande funktion hos en beläggning av natursten kan stenens/hällens form, sättlagrets och fogens material och bredd samt läggningmönster anpassas (Sveriges Stenindustriförbund 2020).

Betongmarksten för dränerande beläggningar finns i flera olika format, både i form av marksten med ingjutna distanser för att skapa utrymme för dränerande fogar, samt i form av marksten med perkolationsöppningar med möjlighet att lägga krossmaterial eller gräs i markstensens hålrum (Svensk Markbetong 2019).

En tegelbeläggning kan på samma sätt som en beläggning av betongmarksten eller natursten utformas för att göra ytan genomsläpplig. Genomsläppliga tegelytor är inte en vanligt förekommande markstensbeläggning, men med distanser som möjliggör bredare fogar och en låg lutning av ytan på under 2 procent kan en tegelbeläggning göras genomsläpplig för dagvatten (Calkins 2008).

Infiltration av dagvatten kan ske via ett nät av hålrum i ett material, det vill säga att en stor del porer i materialet är sammanlänkade för att släppa igenom dagvatten. När materialet är vattenfyllt kommer vattnet infiltreras genom stenen och vidare ner i en dränerande överbyggnad som fungerar på samma sätt som beskrivits vid markbeläggningar med dränerande fogar. Tang et al. (2019) beskriver att material som är poröst på detta sätt kan ha en genomsläpplighet på upp till 45 procent av den totala dagvattenmängden per år.

System som infiltrerar vatten via materialet finns i helgjutna ytor av asfalt och betong (Calkins 2008). Av de tre material för markstenar som har undersökts i denna uppsats är en porös infiltrerande sten endast möjlig att ta fram med materialet betong. Natursten som material går inte att påverka för att skapa porositet för infiltration (Sveriges Stenindustriförbund 2020). Tegel för mark är hårt bränt, vilket minskar andelen öppna porer, det vill säga de porer som kan ta upp vatten. Marktegel har som regel en vattenabsorption på 2 - 4 procent, rekommendationen är att den inte överstiger 6 procent (Johansson 2007).

Genomsläpplig betong finns som helgjutna lösningar där betong kan gjutas till ett poröst genomsläppligt slitlager. Möjligheten att skapa markstenar som består av porös betong är fullt möjlig men någon sådan produkt finns inte på marknaden i Sverige idag säger Simonsen⁴.

Den genomsläppliga betong som idag finns på marknaden för helgjutna ytor, består av aggregat i samma storlek och saknar finmaterial (Calkins 2008). När aggregaten är i samma storlek kan det skapas mellanrum på upp till 30 procent som gör det möjligt för vattnet att transporteras genom den porösa strukturen (Tang et al. 2019). Det har visat sig att ytor med poröst material förutom att infiltrera vatten hjälper till att rena dagvattnet från föroreningar (Xie et al. 2019). Calkins (2008) skriver att användning av en porös genomsläpplig betong idag är dyrare än att använda sig av en traditionell betong. Kostnader för material, tillverkning och anläggning ökar. När väl den porösa betongen är på plats kan dock den ökade kostnaden för anläggningen jämnas ut (Calkins 2008). Detta med tanke på att den dränerande betongen minskar kostnader för den problematik som en ökad mängd dagvatten i våra städer medför. En nackdel med den porösa betongen är att det krävs mer portlandcement i tillverkningen än i traditionell betong, vilket ökar ytans negativa klimatavtryck i förhållande till koldioxidutsläpp (Calkins 2008). Utöver infiltreringen kan en porös betongyta bidra med positiva effekter såsom en reducerad bullernivå från trafik, en minskning av urbana värmeöar samt ökat halkmotstånd (Xie et al. 2019). Det finns dock en risk för igensättning av de genomsläppliga porerna vilket kan leda till en ökad kostnad för underhåll eller att den porösa betongen helt tappar sin funktion (Calkins 2008).

Xie et al. (2019) skriver att de positiva effekter som uppkommer genom att ha en yta med porös betong tar inte bort problematiken med den ökade andelen urbana hårdgjorda ytor i stort, men jämfört med traditionella betongytor och betongmarksten så finns det flera fördelar. På så sätt kan porös betong användas som ett komplement till, eller ersätta, traditionella betongytor i ett försök att minska den påverkan på miljön som sker vid urbaniseringen (Xie et al. 2019).

Anledningen till att porösa eller genomsläppliga betongmarkstenar inte finns på marknaden i Sverige idag, är enligt Simonsen⁴ att nackdelarna med en markstensprodukt av porös betong i dagsläget ses som större än fördelarna. Detta då det anses finnas fler fördelar att behålla en höghållfast, icke porös, betong och dränera dagvattnet genom fogarna istället. En marksten som är tillverkad av porös betong kommer att påverka bärigheten hos beläggningen och betongens frostbeständighet. En annan orsak som gör att det idag inte finns en porös betongmarkstensprodukt i Sverige är att det finns frågetecken gällande hur bästa

lösningen skulle se ut för att rengöra en sådan produkt för att bibehålla infiltrationsförmågan.

Vinnova rapporten “Klimatpåverkan av grågröna systemlösningar för urbana ytor” skriven av Al-Ayish (2017) beskriver att klimatpåverkan hos en markstensyta som är skapad för att dränera och magasinera dagvatten styrs av val av slitlager. Vidare beskriver rapporten att ett mer beständigt material i slitlagret hos markbeläggningen gör att klimatpåverkan på beläggningen bli mindre. Al-Ayish (2017) berättar även att krossmaterialet i överbyggnaden har en låg klimatpåverkan jämfört med slitlagret och att livslängden och beständigheten på den dränerande markstensytan har stor betydelse för anläggningens totala klimatpåverkan.

Sammanfattning enkätsvar

Dagvattenhantering har i viss mån belysts i enkätsvaren. Vallkil¹⁶ tror att fokus på dagvattenhantering är något som kommer att öka gällande hårda material i framtiden. Johansson¹⁸, professor vid SLU, menar att klimatpåverkan, miljökrav och möjlighet att ta hand om en ökad frekvens av översvämningar är något som bör ta extra hänsyn till när nya markstensprodukter tas fram. Simonsen⁴ beskriver att det är en långsam förändring när det kommer till att anlägga dränerande markstensbeläggningar. Han menar att det finns en önskan men att genomförandegrad för denna typ av projekt är låg. Simonsen⁴ berättar att de få projekt som har gjorts med dränerande markstensbeläggningar är genomförda av privata aktörer. Simonsen⁴ menar att detta framför allt beror på att de regelverk som finns idag är baserade på gamla traditionella värden där miljöfrågor såsom dagvattenhantering inte är prioriterade. Simonsen⁴ beskriver vidare att vi idag vet att det finns ett behov, att det finns förutsättningar och bestämmelser som gör att en anläggning av dränerande markstensbeläggning är fullt möjlig, men att det fortsatt är de traditionella värdena som bromsar utvecklingen.

3.2.3. Materialens grundläggande funktion

Med materials grundläggande funktion avses materialets tekniska egenskaper, dess inre och yttre struktur samt hur det beter sig vid olika situationer.

Hur ett markmaterial beter sig kan till stor del grunda sig på hur överbyggnaden under slitlagret är konstruerad. Rekommendationer om överbyggnader finns listade i AMA under kapitel D. En korrekt utförd överbyggnad är av stor vikt för samtliga markmaterial. Detta för att undvika den annars överhängande risken för sättningar som medför att ytan blir ojämn vilket resulterar i snubbelrisk samt risk för att enskilda markstenar skadas i form av avslagna hörn och brott. Ytans estetik försämras och intrycket av platsen kan påverkas negativt.

Sätt-, fog- och övrigt överbyggnadsmaterial påverkar hur markstensytan beter sig. En icke dränerande överbyggnad med nollfraktion i sättmaterialet kan leda till att de finaste partiklarna i sättmaterialet pumpas upp genom fogen när beläggningen utsätts för stående vatten i kombination med belastning och vibrationer orsakade av trafik (Sveriges Stenindustriförbund 2020). Sker detta bildas ett hålrum under markstenen som tillåter att beläggningen kan röra sig, vilket ytterligare ökar risken för att mer material pumpas ut.

En korrekt utförd fog mellan markstenarna är viktig för att ge såväl varje enskild sten som hela ytan tillräckligt stöd, fogen tillsammans med en korrekt inspänning, binder samman markstenarna till en hel yta (Sveriges Stenindustriförbund 2020). Är fogen bristfällig kan markstenen röra sig vilket kan resultera i ovan nämnda fenomen där sättmaterialet pumpas ut och markmaterialet skadas.

En ytas förmåga att klara belastning kan också påverkas av vilken typ av läggningssmönster som valts på platsen. En yta som anläggs för gång och cykeltrafik behöver inte ta lika stor hänsyn till läggningssmönstret som ytor som ska bära biltrafik. Principer där markstenarna låser varandra används för att åstadkomma en yta som har möjlighet att stå emot vridmoment, skjuvkrafter och annan rörelse. Gatsten läggs ofta i bågmönster för att klara påfrestningar av trafik medan marktegel kan läggas i fiskbensmönster (Zimmermann 2009). Betongmarksten finns i många utföranden och en rad olika låsstenar har utformats för att klara belastningen på trafikerade ytor (Zimmermann 2009).

För offentliga ytor krävs det att anläggningen är tillgänglighetsanpassad. Den ska vara lättframkomlig och försees med kontrastmarkering i form av avvikande färger eller taktila markeringar. Föreskrifter och råd kring detta finns att läsa i Boverkets författningssamling BFS 2013:9, HIN 3 (Boverket 2013) och BFS 2011:5, ALM 2 (Boverket 2011). Trafikverket har tagit fram tekniska krav på vägkonstruktioner (Trafikverket 2011).

Natursten

Hur natursten lämpar sig som markmaterial utomhus beror på vilken bergart som används för produkten. Stenmaterial i gruppen silikatsten är generellt hård och tål syra, till skillnad från stenmaterial i gruppen karbonatsten som generellt är mjuk och känslig för sura medel (Johansson 2014). Det uteslutande vanligaste stenmaterialet som används på mark i utemiljö är sten i granitgruppen vilka faller under gruppen silikatstenar. Informationen nedan är därmed menad för stenprodukter i som faller under granitgruppen.

Stenens tekniska egenskaper beror på den petrografiska sammansättningen. Beständigheten hos svensk sten är väl beskriven medan information om importerad utländsk sten kan vara svår att hitta. Detta medför att den importerade stenens egenskaper kan vara mycket varierande och ibland innehålla ämnen som begränsar dess livslängd (Johansson 2007).

Johansson (2014) listar bland annat mineralets hårdhet, böjhållfastheten och vattenabsorptionen som de viktigaste aspekterna att ta hänsyn till vid val av sten i utemiljö.

Geografiska variationer som påverkar stenmaterialets tekniska egenskaper inom gruppen granit förekommer, men sten inom denna grupp har generellt hög mineralhårdhet, 100–10 på Kostovs hårdhetsskala, att jämföra med kalksten vars värde är 9 i samma skala (Johansson 2014).

Böjhållfastheten är viktig att ta hänsyn till då naturstensprodukter för markbeläggning dimensioneras, för att inte riskera att stenen går i brott vid belastning. Granit har en böjhållfasthet på omkring 13–20 MPh vilket kan jämföras med kalkstenens värde på omkring 10–20 MPh medan kvartsitskiffer har en böjhållfasthet på omkring 42 MPh (Johansson 2014). Granitens egenskaper att motstå böjning är således inte utmärkande och medför att en beläggning av granit behöver vara tjockare än en beläggning av kvartsitskiffer för att klara samma belastning.

Schouenborg (2011) beskriver vattenabsorption som ett indirekt mått på beständighet. Detta mått är extra viktigt att ta i beaktande i klimat där frysgreder är förekommande. Porös sten som tillåter vatten att infiltrera riskerar att frostsprängas då vattnet i stenen utsätts för sjunkande temperatur. Granit har en vattenabsorption på 0,1–0,2 viktprocent medan kalkstenen har en vattenabsorption på 0,2–1,4 viktprocent. I äldre tyska standarder finns att läsa att ett material med en vattenabsorption på mindre än 0,5 viktprocent betraktas som frostbeständig (Schouenborg 2011).

Sveriges Stenindustriförbund (2020) beskriver olika metoder för att tillgängliggöra ytor som är belagda med natursten. Ytor belagda med råkilad gatsten kan exempelvis förses med partier av sågad krysshämrad eller sågad flammad översida för att åstadkomma ett jämnare och mer framkomligt stråk. Vidare förklarar Sveriges Stenindustriförbund (2020) att trappor kan förses med kontrasterande material i översteg och bottensteg samt att ytor kan förses med taktilla plattor för att förenkla för personer med nedsatt syn att orientera sig på platsen. För att förhindra halka ska stenmaterial som är sågat även krysshämras eller flammats (Sveriges

Stenindustriförbundet 2020). Råkilad sten eller klippt sten är inte hal, men vid användning av begagnad sten måste eventuellt slitage tas i beaktande.

Betong

En markstensbeläggning av betong är generellt fast, jämn och halkfri. En korrekt anlagd yta av betongmarksten har en lång livslängd. Johansson (2007) beskriver dess hållbarhet som nästan obegränsad. Slitage ändrar belägningens uttryck, men funktionen påverkas inte nämnvärt.

Olika betongblandningar används för olika ändamål. Betongblandningen måste anpassas efter de förhållanden som den färdiga produkten planeras utsättas för (Zimmermann 2009). Betong avsedd för markanvändning där tösaltning till följd av frost förekommer, ska ha ett lägsta cementinnehåll per m³ på 320 kg, vattencementtalet ska vara högst 0,55 (Zimmermann 2009). Detta kan jämföras med en betong för oarmerade fundament som inte avses att användas vid frostgrader där lägsta cementinnehåll per m³ ska vara minst 240 kg och vattencementtalet högst 0,75 (Zimmermann 2009). Hårdheten och tätheten i betong påverkas således av mängden cement och vilket vattencementtal betongblandningen har.

SS-EN 1338 (SIS 2003a) och SS-EN 1339 (SIS 2003b) redovisar krav på betongmarksten och betongplattor samt provningsmetoder för att säkerställa att en produkt uppfyller svensk standard. AMA anläggning hänvisar till klassningar i dessa standarder för anläggningar av betongplattor DCG.21, och betongmarksten, DCG.22.

Betong är ett formbart material vilket möjliggör en stor variation av markstensprodukter. Rörelsehindrade har generellt inga problem att ta sig fram på betongytor då ytan i regel är slät. För att underlätta för personer med synnedsättning finns ett stort utbud av taktila plattor av betong. Färgen på betongen kan varieras och möjliggöra kontrasterande ytor.

Tegel

Keramiska material såsom marktegel kännetecknas av de är hårda och spröda. Tegel är beständigt mot deformationer, värme, volym, biologiska och kemiska angrepp (Burström & Nillvér 2018). En markstensbeläggning av tegel har på grund av ovannämnda egenskaper en lång livslängd. Det som kan påverka och skada en beläggning är eventuell mekanisk påverkan, frostsprängning eller saltkristallation (Riksantikvarieämbetet 2013). Johansson (2007) skriver att tegel för användning på mark är hårdbränt och är tåligt mot tryck. Hur stor risken för nedslitning av marktegel i en beläggning beror till stor del på bränningsgraden.

Burström och Nillvér (2018) beskriver att tegel generellt är ett hållfast material men hållfastheten påverkas av materialets porositet samt dess sprödhet. Vidare beskriver Burström och Nillvér (2018) att draghållfastheten hos tegel är hög jämfört med andra spröda material såsom betong och att draghållfastheten hos tegel är ca 1/5–1/10 av dess tryckhållfasthet. Burström och Nillvér (2018) beskriver att böjdraghållfastheten är i stort sett lika med draghållfastheten.

Teglets hållfasthet testas enligt standardiserade hållfasthetsprov (Riksantikvarieämbetet 2013). SS-EN 1344:2013 redovisar krav på markbeläggningsprodukter av tegel samt provningsmetoder för att säkerställa att en produkt uppfyller svensk standard (SIS 2013). AMA anläggning AMA DCG. 32 hänvisar till klassningar i dessa standarder för beläggning av marktegel.

Johansson (2007) beskriver att tegel lätt suger åt sig fukt och är känsligt för stående vatten. Tegel tar upp vatten då det utsätts för regn eller annat fritt vatten, detta beror på att det är kapillärsugande (Burström & Nillvér 2018). Johansson (2007) skriver att tegel är som mest utsatt, i förhållande till vattenabsorption, då temperaturen rör sig kring 0 grader. Detta beror på att teglet utsätts för smältvatten såväl som frost. En följd av detta är att beläggningar av marktegel i södra Sverige är mer utsatt för frostsprängningar. Risken för frostsprängningar ökar vidare när saltning av ytan genomförs. Johansson (2007) skriver att hur mycket vatten som teglet tar upp beror på bränningsgraden.

Idag är tegel för markanvändning i stort sett alltid industriellt tillverkat, detta innebär att produkterna är likformiga och släta (Johansson 2007). Detta är en fördel då det idag oftast önskar beläggningar som är tillgängliga. Tegel finns att tillgå i olika färger och det är det möjligt att skapa kontrasterande ytor.

Sammanfattning enkätsvar

Materialets egenskaper och dess funktion har omnämnts framförallt med hänsyn till att de markstensbeläggningar som anläggs ska leva upp till kriterier såsom trafikklasser och tillgänglighet. Sonesson¹⁴ nämner att både tillgänglighet och trafikering av ytan är aspekter som de tar i beaktande vid val av markbeläggning. Svensson¹⁹, projekteringsledare och projektör Malmö Stad, beskriver att Malmö Stads tekniska handbok tar upp de specifika krav som ställs på materialen samt deras funktion. Fajerson²⁰, landskapsarkitekt stadsmiljöavdelningen, stadsbyggnadsförvaltningen Landskrona Stad, berättar att vid val av marksten för trottoarer i Landskrona är tillgänglighet viktigt.

Eklund¹¹ beskriver hållbarhet och tillgänglighet som kriterier för den marksten de väljer till en hårdgjord yta. Vidare beskriver Eklund¹¹ att hon saknar

specialtillverkade tegelprodukter för tillgänglighetsstråk i Sverige. Wedin¹² och Nilsson⁶ beskriver att hållbarhet hos materialet kopplat till trafikklass är ett kriterium de tar hänsyn till när det kommer till val av markmaterial.

Tillverkare och återförsäljare har beskrivit i enkätsvaren att materialets kvalitet är av vikt. Gustafsson²¹, Scanstone AB, arbetar med natursten skriver att det vid materialval, är bland annat god kvalitet och jämnhet på materialet som är avgörande. Nilsson²², anonymt företag, belyser också vikten av god kvalitet. Vallkil¹⁶ är återförsäljare av tegel och beskriver att hållbarhet hos materialet i svenskt klimat är något de tar hänsyn till när de väljer ut sortiment samt att produkterna är anpassade för utsatta miljöer med tyngre trafik. Även materialets egenskaper när det gäller färg, format och uttryck är något de baserar sortimentval på, då de eftersträvar bredd i sitt sortiment. Harris²³, ägare Klinker outdoor ApS, beskriver att tegel som material har en hög kvalitet och är ett hållbart material med nästan obegränsad livslängd.

Johansson¹⁸ belyser vikten av att natursten bearbetas på ett korrekt sätt för att dess funktion ska vara tillfredsställande, ett exempel på detta är gatsten med sågade fogsidor och undersidor. Johansson¹⁸ anser att denna produkt helt bör tas bort då är undermålig och kräver mycket sågenergi.

3.3. Kriterier hos markstensbeläggningar i branschen idag

Teman identifierade utöver miljöpåverkan och material/funktion. Denna del omfattas inte av litteraturstudien utan baseras på resultatet från enkätstudien

3.3.1. Ekonomi

Med ekonomi menas förvaltning av begränsade medel.

Priset är ofta det som avgör vilken typ av beläggning som anläggs i utemiljö. Kunskap om vilken vinning det finns i att se till livscykelkostnaden istället för investeringskostnaden finns. Helmersdotter Eriksson & Goldstein (2010) menar dock att det finns en tröghet i benägenheten att ta till åtgärder även om de är lönsamma i längden.

Sammanfattning enkätsvar

Det tema som identifierades flest gånger efter miljöpåverkan var svar gällande ekonomi. De ekonomiska aspekterna har stor betydelse avseende vad som påverkar användandet av marksten idag och eventuellt även i framtiden.

Vid frågan om vilka aspekter hos materialet som tycks vara det viktigaste idag beskrivs att aspekter såsom miljöfokus eller estetik kan tas i beaktning i planeringsskedet men att det ofta i slutändan är ekonomin som styr. "Teoretiskt politiskt är miljöpåverkan tillsammans med teknisk och estetiskt 'kvalitet'. I verkligheten blir det oftast priset." (Johansson¹⁸)

Flera av de projektörer som besvarat enkäterna tar upp att det till stor del är kundernas ekonomi som avgör vilket markstensmaterial som används. Nilsson⁶ skriver att vad stenen kostar är viktigt för de flesta av deras kunder. Eklund¹¹ beskriver att de försöker arbeta hållbart men att det inte är självklart att beställaren väljer det dyrare alternativet. Backström²⁴ och Beskow²⁵ berättar att de använder sig av betongmarksten, marktegel samt natursten i en varierande omfattning. Men beskriver att det är vanligast med betongmarksten, detta på grund av projektets ekonomi och beställarens önskemål.

Hos kommunerna som tillfrågats i denna studie beskrivs det relativt enhetligt att val av markstensmaterial beror på vilken typ av plats det är som anläggs. Här är estetiken en viktig faktor men även ekonomi. De platser som har ett "högre värde" såsom centrala torg och liknande, satsas det mer pengar på. Det används i högre grad material som natursten och tegel, vilka är mer kostsamma alternativ, på dess platser. Betong tycks vara det mest förekommande materialet som används vid markstensytor och att detta val är kopplat till ekonomin.

När vi har projekt i de centrala delarna av staden så kan vi titta på möjligheten att använda marksten istället för betong. Sedan beror det på platsens dignitet, vilket material som ligger där idag och i slutänden vilken budget vi har att förhålla oss till. (Fajerson²⁰)

En del av de tillverkare och leverantörer som svarat på enkäterna beskriver att en viktig aspekt hos produkter för kunderna är priset. Några uttrycker att det inte bara är en viktig faktor i vilken produkt kunderna väljer, utan att priset är den viktigaste faktorn i många fall (Nilsson²²; Gustafsson²¹; Vallkil¹⁶).

En problematik kring marksten av natursten, beskriver Johansson¹⁸, är svårigheterna kring upphandling av natursten under lagen om offentlig upphandling. Han beskriver att det idag är några storföretag som är skickliga förhandlare och ofta vinner anbudet. Markbeläggning i dessa fall, läggs ofta ut på underentreprenad som kommer in sent i byggskedet och budgeten slår i taket. Johansson¹⁸ påstår att 75% av gatstensbeläggningar som är gjorda de senaste årtiondena inte håller måttet enligt anvisningarna i AMA DCG11. Detta menar Johansson¹⁸ i första hand inte beror på kunskapsbrist hos stenentreprenören, utan snarare att det avtalade priset för sten och läggning inte räcker till för ett

hantverksmässigt bra arbete. Vidare beskriver Johansson¹⁸ att en lösning på detta problem skulle vara att beställare ser mer till livscykelkostnad än till lägsta investeringskostnad.

3.3.2. Social rättvisa

Enligt databasen för medicinska termer, *Svensk MeSH*, definieras begreppet social rättvisa "En interaktiv process genom vilken medlemmar i ett samhälle arbetar för jämlikhet och rättvisa för alla." Karolinska Institutet (u.å.). Social rättvisa är ett kunskapsområde där personliga åsikter och värderingar vävs samman med samhällets normer.

Kunskapen om att alla människor har rätt till bra arbetsmiljö, ett område som i denna uppsats har identifierats inom social rättvisa, är det i Sverige lagstiftat om. Inom arbetsmiljölagen finns det regler gällande att arbetsgivare har skyldigheter att förebygga ohälsa och olycksfall (Arbetsmiljöverket 2020). Alla arbetsplatser inom branschen har därför en skyldighet att införskaffa kunskap om ämnet vilket också speglas i enkätsvaren.

Enligt Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (2017) saknas det i anläggningsbranschen ett brett och etablerat sätt att arbeta med sociala och etiska krav. SBUF-rapporten från 2017 är en vägledning för att skapa hållbara leverantörskedjor och har syftat till att särskilt belysa sociala risker (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond 2017).

Sammanfattning enkätsvar

I enkätsvaren har temat social rättvisa framförallt behandlats med fokus på arbetsmiljövillkor. Sonesson¹⁴ beskriver att Lunds kommun arbetar med etisk upphandling av natursten, detta är ett resultat av att stenleverantörer under en period importerade natursten där stenen var producerad under mycket dåliga förhållanden.

Kommunen arbetar aktivt för etisk upphandling av natursten och ingår i en nationell arbetsgrupp som tillsammans har tagit fram riktlinjer som används vid upphandling. Detta för att säkerställa att den sten som används produceras på ett etiskt tillfredsställande sätt avseende t ex arbetsförhållanden för de som arbetar med stembrytning och bearbetning. Material som inte lever upp till de krav som vi ställer i samband med produktionen av stenen vill vi inte använda vid Tekniska förvaltningen i Lunds kommun. (Sonesson¹⁴)

Samtliga tillverkare och återförsäljare av naturstensprodukter har behandlat arbetsmiljö i sina svar. Gustafsson²¹ beskriver att arbetsförhållande vid tillverkningen är en viktig punkt för deras kunder vid upphandling. Carlesson¹³ beskriver att de har valt att inte importera material från länder utanför EU, detta

med grund i miljö- och arbetsmiljöfrågor. Kvarnström¹⁵ beskriver att de undviker att importera naturstensprodukter från Kina med hänvisning till miljö- och arbetsmiljöaspekter. Nilsson²² beskriver att de försöker undvika importprodukter med grund i dålig arbetsmiljö, låga löner och barnarbete. På frågan varför de kom fram till det beslutet svarade Carlesson¹³ så här:

Vi vägrade för och nackdelar gentemot de personliga värderingarna och konstaterade att vi inte skulle kunna importera från exempelvis Kina eller Indien och samtidigt sova gott. Arbetsmiljön, transporter och dess miljöpåverkan är för stor för att det skall vara värt profiten. (Carlesson¹³)

Vallkil¹⁶ som är återförsäljare av tegel, beskriver i sitt svar att de samarbetar med företag som delar deras etiska grund och syn på hållbarhet.

Även arbetsmiljön för anläggare har berörts i enkätsvaren. Nilsson⁶ beskriver att ett kriterium de tar hänsyn till när de väljer marksten är stenens vikt, då detta är en arbetsmiljöfråga för stensättarna. Vidare berättar Nilsson⁶ att det finns sten som maskinläggs och då är stenens vikt inte av lika stor betydelse.

Angående hur efterfrågan på markstensprodukter har förändrats svarar Svensson⁹, universitetslektor SLU, att det idag bland annat är arbetsmiljöfrågor med hänsyn till läggning som styr valet.

3.3.3. Kunskap

Kunskap kan definieras som fakta, förståelse och färdigheter som har inhämtats via forskning eller erfarenhet (Nationalencyklopedin u.å. b).

Inom anläggningsbranschen finns kunskap att hämta bland annat genom allmän material- och arbetsbeskrivning, AMA anläggning, men även från råd och anvisningar (RA) som utgör en standard för bland annat fackmässigt utförande. AMA är tänkt att säkerställa kvalitet samt underlätta kommunikation mellan ett projektets olika aktörer (Svensk Byggtjänst 2020). Detta är ett sätt att ta vara på den kunskap som finns genom ett helt projekt och säkerställa det resultat som är tänkt att uppnås. Andra exempel på var inhämtning av kunskap kan ske är i kommuners tekniska handböcker och andra riktlinjer inom organisationer.

Sammanfattning enkätsvar

Vi ser att det finns okunskap kring marktegel som material och hur den ska anläggas. Detta är dock regionalt – i söder är kunskapen betydligt bättre än mellan- och Nordsverige. Vi tror att vi måste vara tydliga och informativa och sprida kunskap om vårt material och hur det ska användas. (Vallkil¹⁶)

En stor anledning till att resultatet vid en markstensbeläggning av natursten blir undermåligt är bristen på kunskap förklarar Johansson¹⁸. Kunskapsbristen behöver nödvändigtvis inte ligga på anläggaren som utför markarbetet utan kan hänvisas ända tillbaka till förfrågningsunderlaget. Ofta förekommer förfrågningsunderlag och upphandlingsdokument som ställer orimliga krav, vilket kan leda till att entreprenören tappar respekten för resten av anvisningarna menar Johansson¹⁸. Vidare beskriver Johansson¹⁸ att många beslutsfattare sitter med förlegade kunskaper som bromsar utvecklingen.

Wedin¹² skriver om problemet med färdigställda ytor som är känsliga för efterarbeten. Det kan handla om att delar av beläggningen tas upp för att laga en underliggande ledning eller liknande. Återställningsarbetet sker därefter i många fall slarvigt vilket i sin tur leder till sättningar menar Wedin¹². Här behövs kunskap och information om hur efterarbeten ska genomföras för att undvika dessa problem.

Simonsen⁴ ser ett generellt problem med kunskapsnivån inom branschen när det kommer till infrastrukturkonstruktioner. Vid en konstruktion finns det ofta många aktörer som tillhandahåller sin specifika produkt, dessa produkter ska sedan sammanfogas till ett färdigt resultat. Bredare kunskap behövs genom hela ledet, från beställare till entreprenörer, för förståelse om hur de olika produkterna fungerar ihop.

3.3.4. Bestämmelser, tradition, rekommendation

Bestämmelser, traditioner och rekommendationer som påverkar beslut som fattas.

Tillgänglig information om testning, standarder finns idag hos Svenska Institutet för standarder (Svenska Institutet för standarder u.å.). Sveriges miljöbalk innehåller flera bestämmelser i syfte att främja en hållbar utveckling (SFS 1998:808). Många kommuner har utformat egna tekniska handböcker för att säkerställa kvalitet och att standarder följs. Handböckerna riktar sig framförallt till arbetande inom planering, projektering på allmänna platser i kommuner.

Sammanfattning enkätsvar

Flera av svaren i enkäten belyser problemet med svårigheter att föreskriva önskat material på grund av lagen om offentlig upphandling.

De som faller under LOU måste vara mycket noga med att beskriva objektets alla delar på ett så kvantitativt (mätbart) sätt som möjligt. Problemet när det gäller sten är ju då den estetiska aspekten och vissa tekniska kvalitetsaspekter som inte är mätbara och ger sig tillkänna först efter något tio-tal år. (Johansson¹⁸)

Johansson¹⁸ beskriver att de som inte omfattas av LOU har en större frihet att välja det material och den konstruktion de finner bäst, samt den entreprenör de anser mest lämpad för arbetet. Johansson¹⁸ menar vidare att de som inte behöver anpassa sig efter LOU kan arbeta mer med livscykelkostnader och satsa på kvalitet. Backström²⁴ och Beskow²⁵, landskapsarkitekter KAMOMA Landskap AB, beskriver problematiken med importerad sten. Det sker långa frakter, arbetsförhållandena kan vara oetiska och arbetsmiljöreglerna kan vara bristande. Backström²⁴ och Beskow²⁵ menar att LOU gör det problematiskt att kringgå dessa produkter genom att föreskriva svensk sten som är bearbetad i Sverige.

Mossby²⁶, landskapsarkitekt Sydväst arkitektur och landskap AB, och Wedin¹² belyser problematiken med att svårigheten att föreskriva återbruk av material, som det ser ut idag är det en omständlig process.

Strand²⁷, projektledare trafikkontoret Stockholms Stad, och Svensson¹⁹ på Malmö stad berättar att markbeläggningar anläggs med stöd av stadens tekniska handböcker. Strand²⁷ tar även upp att ytan ska fylla kraven i Boverkets föreskrift för allmän plats.

Sonesson¹⁴ vid Lunds kommun lyfter fördelen med att arbeta med standarder.

För gångbana finns en standard framtagen i Lunds kommun där ytan utgörs av 35-plattor i betong. Genom att använda samma material genomgående på kommunens gångbanor får staden ett sammanhållet intryck. Det underlättar också vid utbyte av material som går sönder att hålla sig till ett och samma material. (Sonesson¹⁴)

Simonsen⁴ berättar om standarder inom tillverkningen av markmaterial. Dessa finns för att produkterna ska uppfylla bestämda kriterier och därmed få en viss typ av kvalitet. Problemet med dessa standarder är att de ofta är föråldrade och bygger på traditionella värden som togs fram innan miljöfrågor prioriterades. Detta menar Simonsen⁴ ger en begränsad möjlighet till innovation och utrymmet för nya produkter begränsas.

Flera tillverkare och återförsäljare beskriver att deras kunder ställer allt större krav på dokumentation som återger vilken miljöpåverkan produkten har. Kvarnström¹⁵ skriver att deras kunder i större utsträckning ställer krav på miljöcertifieringar och vill ha information om miljöaspekter, CO²-information samt vill veta hur företaget arbetar med miljöförbättringar och mål. Vidare berättar Kvarnström¹⁵ att S:t Eriks har tagit fram miljövarudeklarationer för sina produkter.

Vallkil¹⁶ beskriver att marktegel nu används i allt tuffare miljöer och att kravet på funktion och testning därmed blivit hårdare.

3.3.5. Estetik

Estetik kan benämnas som läran om det sköna och det vackra (Rikstermbanken 2019). Estetik bygger på personliga värden, samtiden och samhällets normer.

Vid framförallt landskapsarkitektutbildningen men även vid landskapsingenjörutbildningen vid Sveriges lantbruksuniversitet har estetik en nyckelroll i lärandet.

Sammanfattning enkätsvar

Enligt flera enkätsvar är det ofta platsen som styr valet av markbeläggning när det kommer till estetisk. Sonesson¹⁴ på Lunds kommun beskriver att, när de anlägger gångbanor, utgår de efter en standard medan torgytor får en individuell lösning för markbeläggning i samband med gestaltningen. Val av markbeläggning i Lunds stadskärna kopplas ofta till stadskärnans kulturhistoriska prägel berättar Sonesson¹⁴. Svensson¹⁹ beskriver att, vilken markstensbeläggning Malmö stad använder sig av, grundar sig till stor del i gestaltningen av platsen.

Samtliga projektörer som svarat på enkäten har beskrivit att estetik är viktigt när de väljer marksten. Backström²⁴ och Beskow²⁵ beskriver att gestaltning, redan befintliga material i området, material som har använts på plats genom historien och kommunens gestaltungsprogram är saker de tar hänsyn till vid val av marksten. Vidare skriver Wedin¹² att utseende och design är något de tar i beaktande vid val av marksten.

Även materialets estetik är en viktig faktor som har beskrivits. Eklund¹¹ berättar att hon undviker material som hon inte tycker är estetisk tilltalande. Backström²⁴ och Beskow²⁵ skriver att de ofta föreslår och önskar använda marktegel och natursten.

Marktegel för att det är vackert, ger fler möjligheter att arbeta i olika kulörer utöver grått, gör skalan mänskligare och ger utemiljön en mer bearbetad och ombonad känsla. Natursten väljer vi för att den är vacker och ger en mer levande yta, jämfört med tex betong. (Backström²⁴ och Beskow²⁵)

Nilsson⁶ beskriver att, hur stenen ser ut och hur stenen åldras, är saker de tar i beaktande vid val av marksten. Vidare beskriver Nilsson⁶ att natursten åldras med värdighet vilket betong inte gör, vilket leder till att betongprodukter byts ut efter en tid. Även Mossby²⁶ tar materialets åldrande i beaktning. På frågan om vilka

problem som finns med nutida användningen av marksten och vilka lösningar som kan finnas på dess problem svarade Svensson⁹ så här:

Vid gestaltning av mark kan väldigt tidstypiska val göras, vilket med tiden kan kännas omodernt/förlegat. Att arbeta underordnat, alltså mindre uttrycksfullt eller snarare diskret, möjligen traditionellt, så kan en plats upplevas mer tidlös. Leverantörer producerar nya produkter som lockar till ombyggnation. Det i sig är ingen användning, men lockar till användning. Lösning? Rent företagsekonomiskt är det ju rätt... (Svensson⁹)

3.3.6. Drift

Drift innefattar skötsel och underhåll. Enligt Persson och Kristoffersson (2019) är den forskning, utveckling och innovation som finns inom området skötsel begränsad. Hur driften av en markstensyta utförs lutar sig ofta mot en skötselmanual, skötselplan eller någon annan typ av skötselbeskrivning som tas fram i samband med upphandling eller som en arbetsbeskrivning. Det finns inget fast ramverk för hur en skötselmanual ska vara utformad eller hur skötsel ska beskrivas, det ser olika ut i varje enskilt projekt/upphandling.

Hur en skötselplan upprättas är något som kan påverka hur skötsel, drift och underhåll utförs. Persson & Kristoffersson (2019) beskriver att en skötselplan kan upprättas genom att berätta vilket resultat i funktion och utseende som eftersträvas, detta kan benämnas som en kvalitetsbaserad skötselplan. Vidare skriver Persson & Kristoffersson (2019) att det andra sättet att upprätta skötselplan, är att beskriva vilka moment som ska utföras och med vilka frekvenser, en kvantitetsbaserad skötselplan.

Utemiljöer är dynamiska men skötseln betraktas oftast som statisk och vidmakthållande där kontroll, uppföljning och utvärdering oftast lämnas till den utförandes egenkontroll. Då blir det svårt att få ett övergripande och strategiskt syfte med skötselarbetet för att tillmötesgå de behov som finns av att justera och förbättra områdena i förhållande till demografiska förändringar, klimatförändringar och sociala prioriteringar. (Persson & Kristoffersson 2019:5)

Sammanfattning enkätsvar

I enkätsvar som berört drift berättar Strand²⁷ på Stockholms stad att de väger in aspekter kring drift och underhåll när de tar fram riktlinjer för användandet av marksten för hårdgjorda ytor i utemiljö.

Wedin¹² förklarar att efterarbeten som sker i en tidigare färdigställd yta sällan driftas ordentligt, det slarvas ofta med påfyllning av fogsand vilket resulterar i sättningar och större tillväxt av ogräs. För att undvika problem som dessa måste

driftaspekten efter ett ingrepp i en markstensyta tas i beaktande. Mer pengar behöver generellt avsättas för skötsel av ytor säger Wedin¹².

4. Diskussion

4.1. Hur påverkar valet av markstensmaterial: miljö, dagvattenhantering samt ytans grundläggande funktion?

4.1.1. Miljö

Litteraturstudien visar att forskning och information kring miljö och klimatpåverkan hos de olika materialen betong, natursten och tegel är lättillgänglig. Kanske är det detta som gör att kunskapen och medvetenheten om ämnet är stor och uttalad i enkätsvaren. I dagens Sverige är det nog ytterst få som inte är medvetna om att förändringar hos varje enskild individ är nödvändiga för ett hållbart klimat.

Kunskapen är stor men det är kanske inte alltid den tas i beaktande. Detta då det finns faktorer som i flera fall väger tyngre vid val av markmaterial, såsom ekonomi. Slitningar mellan medvetenheten och förmågan att förändra har tydligt framkommit i enkätsvaren där flera tillfrågade har uttryckt frustration i frågan.

Att välja rätt material ur miljösynpunkt är en utmaning. En metod för att utvärdera ett materials miljöpåverkan är att göra en livscykelanalys. Här kan materialens miljöavtryck sammanfattas, genom hela dess livstid, från brytning till det att produkten anses förbrukad.

Trots att kunskapen i många fall är stor om hur vi ska göra för att minska vår miljöpåverkan går det ofta långsamt mot förbättring. Det förefaller handla om osäkerheter kring att prova något nytt där den ekonomiska risken anses för stor för att ta steget mot en mer miljömässigt hållbar lösning.

Vid valet av natursten till en markstensbeläggning lönar det sig ur miljösynpunkt att undersöka varifrån stenen kommer. Naturstensprodukter som är framtagna och bearbetade i Sverige har ett lägre klimatavtryck än importerade naturstensprodukter

från Kina (Bolin 2015). Svensk sten sågas inte i samma utsträckning som den kinesiska stenen gör, vilket i sig minskar den totala energiåtgången. Generellt sett kan det vara idé att se över på vilka platser natursten faktiskt måste vara sågad då kilad sten är ett så pass mycket miljövänligare alternativ. Johansson¹⁸ trycker också på vilka nackdelar det finns med att använda sågad sten på fel plats. Det kan bidra till en sämre funktion hos produkten där slutresultatet blir undermåligt.

Det har i studien framkommit att cementtillverkningen är den process vid tillverkning av betong som genererar mest koldioxidutsläpp. Arbetet med att minska utsläppen pågår och olika lösningar undersöks. Det finns inte en enskild metod som kan lösa problemet med växthusgaser. Fler insatser behöver appliceras för att tillsammans göra skillnad.

Utsläppen som sker i samband med tegeltillverkning anses i många fall kompenseras av teglets hållbarhet (Calkins 2008). Hur tegelindustrin arbetar för att minska sina utsläpp har inte tydligt framkommit. Huruvida detta beror på att utsläppen tycks kompenseras av livslängden eller det faktum att tegelindustrin inte kommit lika långt i utvecklingen med klimatsmarta lösningar som andra industrier är oklart.

Utifrån vår studie har vi kommit fram till att det kan vara en god idé att utforma provytor där kommunen och andra aktörer, såsom Sveriges lantbruksuniversitet, tillåts experimentera med nya anläggningstekniker och markmaterial. Detta skulle ge möjlighet för var och en att bilda sin egen uppfattning om de utvecklade systemen som finns idag och med det kan brister noteras och förbättringar implementeras. Vidare kan ett nationellt system tas fram där erfarenhet och tankar delas kring nya anläggningsmetoder och markmaterial.

4.1.2. Dagvatten

Litteraturstudien visar att, vilket markmaterial av marksten som väljs som slitlager för en dränerande markstensbeläggning, inte påverkar hur en yta dränerar dagvatten (Svensk Markbetong 2019). Dock är val av anläggningstyp, fog- och överbyggnadsmaterial avgörande för infiltrationen hos en markstensbeläggning Hellman (2017). Litteraturen visar vidare att det finns möjligheter att bygga anläggningar där bärighet för trafik kan uppnås och samtidigt infiltrera dagvatten (Svensk Markbetong 2019). Att infiltrera vatten via markbeläggning genom porös betong är en möjlighet, litteraturen visar att den här typen av beläggningar finns för helgjutna lösningar (Calkins 2008). Dock används inte denna typ av produkt i Sverige idag. Möjligheterna för porösa markstenar finns men den svenska betongindustrin ser fler nackdelar än fördelar hos en sådan produkt.

Idag finns det kunskap och riktlinjer för hur dränerande markstensbeläggningar för fördröjning av dagvatten kan anläggas. I AMA anläggning har riktlinjer tagits fram för att göra det lättare att förskriva denna typ av anläggningar. Men enligt Andersson et al. (2017) anläggs inte dränerande markstensbeläggningar i den utsträckning som är möjligt idag.

Den inläsning och litteraturstudie som har genomförts i samband med denna uppsats visar att extensiv forskning har genomförts och att kunskap om ämnet finns att tillgå. Råd om hur utförandet av denna typ av ytor ska genomföras finns tillgängligt för olika aktörer i branschen. Vinnova projektet “Klimatsäkrade Systemlösningar för Urbana Ytor” behandlar dagvattenhantering. I detta projekt har aktörer från olika områden i branschen, såsom Sveriges lantbruksuniversitet, aktörer från betongbranschen, Sveriges stenindustriförbund och flertalet kommuner varit med och bedrivit forskning. Flertalet studier om omhändertagande av dagvatten har gjorts inom ramen av detta projekt (Klimatsäkrade Systemlösningar för Urbana Ytor u.å.). Branschorganisationen Svensk Markbetong har upprättat handboken “Fördröjning av dagvatten med dränerande markstensbeläggning”, här finns kunskap om hur dränerande markstensbeläggningar kan etableras i Sverige idag (Svensk Markbetong 2019). Handboken grundar sig i det ovannämnda Vinnova-projektet och går att implementera på de slitlager som tas upp i den här uppsatsen: betong, natursten och tegel.

I de enkätfrågor som skickades ut till samtliga urvalsgrupper i denna uppsats, framgick det att en belysningspunkt i uppsatsen var kriterier för framtidens markstensytor i förhållande till dagvattenhantering. Dock tog endast ett fåtal av de svarande upp dagvattenhantering i sina svar. Detta tror vi kan bero på en rad olika faktorer. Kanske är det så att omhändertagande av dagvatten genom permeabla markstensytor inte känns relevant för dem som tillfrågats vilket kan grundas i att dagvattenhantering traditionellt har varit VA-ingenjörers ansvarsområde. Eller kan det vara så att den forskning och kunskap som finns inom ämnet inte når ut till verksamma inom branschen? Den uppfattning vi har fått sammantaget från litteraturstudien och till viss del från enkätsvaren är att kunskapen finns, men att dränerande markstensbeläggningar inte upprättas framför allt på grund av att det tar tid att få igenom förändring. Det måste finnas vilja och medel att genomföra förändringar.

En slutsats i denna uppsats är således att relationen mellan kunskapen om hur omhändertagande av dagvatten genom dränerande markstensbeläggningar kan ske, och hur det i praktiken genomförs är ojämn. Det finns forskning och kunskap om ämnet, men genomförandegraden är liten.

4.1.3. Materialens grundläggande funktion

Vikten av tillgänglighet, att beläggningar uppfyller trafikklasser och materialens kvalitet är belysta i enkätstudien. Litteraturstudien visar att utifrån val av markmaterial kan ytans funktion påverkas, det vill säga vilken trafikklass som uppnås, hur tillgänglig ytan är samt markbelägningens beständighet. Dock påverkar den övriga överbyggnaden i hög grad hur markmaterialet beter sig. Ett materials yta och kulör kan påverka hur tillgänglig ytan är, om det går att skapa kontraster, minska risk för halka eller minska snubbelrisk (Sveriges Stenindustriförbund 2020).

Beständigheten hos det enskilda materialet påverkar dess livslängd, vilket i sin tur påverkar livslängden som en markstensyta har. Materialets beständighet kan på så sätt i förlängningen även påverka vilken klimatpåverkan en markstensbeläggning har. Detta genom att den till viss grad styr i vilken omfattning ytan behöver bytas ut eller repareras på grund av slitningar eller skador hos markstenen. I litteraturstudien har det visat sig att natursten, betong och tegel som regel är beständiga material (Johansson 2007). Litteraturen visar vidare att det finns standarder utformade för materialen, detta för att säkerställa kvalitet (SIS 2003a; SIS 2003b; SIS 2013). Enkät svar visar dock att det finns en problematik hos betong i relation till livslängd och materialets åldrande. Trots att betongen är höghållfast och beständig så är det flera av enkätsvaren som tar upp att betongen inte åldras väl ur ett estetiskt perspektiv och att dess livslängd då bli begränsad menar Nilsson⁶ och Sonesson¹⁴. Backström²⁴ och Beskow²⁵ beskrev att om möjlighet finns, används gärna natursten och tegel istället för betong, på grund av att dessa material åldras på ett mer estetiskt tilltalande sätt.

4.2. Vilka kriterier hos markstensbeläggningar ser branschen till idag och varför anses de viktiga?

Vår slutsats, med enkätstudien som grund, är att de åtta temana: *miljöpåverkan, materialegenskaper/funktion, bestämmelser/tradition/rekommendation, ekonomi, social rättvisa, kunskap, estetik och drift*, enligt branschen är viktiga att ta i beaktande vid valet av markstensprodukter.

4.2.1. Ekonomi

Det har framkommit att det som i slutändan ofta avgör huruvida en förändring mot ett hållbart samhälle är möjlig, är vilka ekonomiska medel som finns att tillgå och med det vad samhället är villiga att betala för en långsiktig förändring. För att få en funktion i en markstensyta som skiljer sig från standarden blir generellt

investeringskostnaden högre. Det tycks vara svårt att värdera den typen av extra kostnad och se till vad den faktiskt genererar.

För att underlätta miljöarbetet kan lättillgängliga och tydliga informationsblad tas fram. Här kan det framgå vilken vinning som kan fås genom att tillämpa exempelvis livscykelkostnader istället för att enbart se till investeringskostnaderna. Det verkar rimligt att, ju mer lättillgänglig denna typ av information är, desto troligare är det att en förändring sker. Vidare behövs det ett förtydligande kring hur upphandlingsdokument ska utformas för att möjliggöra användning av svenska produkter samt återbrukat material i större utsträckning. Här skulle en undersökning kunna göras för att identifiera kritiska delar i upphandlingsprocessen som resulterar i en lathund eller annat lättförståeligt dokument som underlättar arbetet med miljövänliga alternativ.

4.2.2. Social rättvisa

Social rättvisa i form av arbetsmiljöaspekter tycks ha en roll vid valet av marksten. Framför allt har arbetsförhållande vid importerad natursten tagit upp som ett problemområde och något som fästes vikt vid. I enkätstudien framgick det att tillverkarna, återförsäljarna, kommuner och projektörer har tagit ställning till, eller satt upp riktlinjer för, importerad natursten med hänsyn till etisk upphandling. Här tycks kunskapsläget vara bra och utbrett.

Hos materialen betong och tegel har arbetsmiljöfrågorna inte belysts och det verkar inte finnas en större problematik kring arbetsmiljöaspekter i produktionen hos dessa material. Det kan vara så att eventuell problematik inte är lika uppmärksammas som hos natursten och därför inte behandlas i enkätsvaren.

4.2.3. Kunskap

Enkätresultat visar på att det finns kunskap om hur markstensbeläggningar ska planeras, utföras och skötas, men också att det finns brist på kunskap i vissa led. Glappet av kunskap någonstans i ledet, påverkar resultatet av en anläggning. Även om det finns kunskap så tycks det inte alltid vara det som väger tyngst vid beslutsfattande. Det kan finnas omständigheter där andra aspekter, såsom ekonomi, väger tyngre. Detta kan leda till att den kunskap som finns hos branschen inte tas tillvara.

För att tillgängliggöra kunskap i alla led, hade tydliga fackmässiga riktlinjer underlättat. Att säkerställa att branschen har möjlighet att hämta och efterfölja den kunskap som finns och på så sätt förbättra resultatet hos de markstensanläggningar som anläggs. Detta kan göras, och görs säkert i viss omfattning, genom

fortbildningar. Dock verkar det finnas ett behov av att branschen fortsatt och ytterligare ska arbeta med kompetensutveckling.

4.2.4. Bestämmelser, traditioner och rekommendationer

Det är många faktorer som påverkar vilka val som är möjliga att göra. Trots kunskaper om hur vi kan göra exempelvis miljömässigt hållbara val, finns det idag inget enkelt sätt att applicera dessa. Frustration uppkommer då regelverket försvårar för föreskrivarna att göra medvetna val. Standarder är ofta utformade utifrån äldre traditionella värden där synsättet på markmaterialet var annorlunda. Dessa standarder hade behövts ses över och korrigeras utefter den funktion som förväntas av materialet idag. Detta med syfte att tillåta att innovativa lösningar appliceras för att möjliggöra mer hållbara lösningar i vår utemiljö.

Med stora mängder spridd information och regelverk som påverkar genomförandet, kan det vara svårt för de som projekterar att ta fram ett förslag med hänsyn specifika aspekter. Ett samlat dokument där information om materials samlade miljöpåverkan, livscykelkostnader samt standarder och testning framgår skulle göra det lättare att göra medvetna hållbara materialval.

Med tanke på de uttryckta svårigheterna kring föreskrivandet av markmaterial för arbetande under LOU, kan studier genomföras men avsikt att klargöra hur förfrågningsunderlag utformas på bästa sätt. Detta med syfte att tydliggöra hur projektörer ska agera för att säkerställa att den i slutändan anlagda produkten är densamma som den från början tilltänkta. Resultatet skulle här kunna vara en mall som tar upp de viktigaste delarna i processen med hänvisningar och tips om hur föreskrifterna ska utformas för att säkerställa att av projektören valt markmaterial i slutändan anläggs.

Vidare kan vissa av dagens miljöbestämmelser undersökas i syfte att hitta kapitel att justera där otillåtna åtgärder kan vägas mot de fördelar det skulle innebära att lätta på dessa. Ett exempel är de svårigheter som råder kring att öppna stenbrott i Sverige. Detta kan leda till materialbrist i landet, och med det större import av sten som tagit fram under förhållanden som i Sverige inte hade varit tillåtna. Den miljöpåverkan ett stenbrott innebär, flyttas från Sverige till ett annat land, vilket resulterar i att problemet också flyttas.

4.2.5. Estetik

Gestaltning och estetik är en viktig del i hur markmaterial väljs. Gestaltningen kan grunda sig i vilken omgivning och kontext den aktuella markstensbeläggningen ska

uppföras. Enligt enkätsvaren grundar sig också estetiska val till stor del i den enskilda projektörens personliga smak och tycke.

En problematik ses i möjligheten att utforma miljömässigt hållbara markstensbeläggningar som står sig över tid. Utformning av utemiljöer sker utifrån tidstypiska val vilket kan leda till en förkortad livslängd hos en markstensbeläggning då beläggningsen upplevs omodern innan dess tekniska livslängd är uppnådd. Detta leder då till onödigt användning av resurser och ett ökat klimatavtryck. Ett förslag för att förenkla för branschen att göra mer hållbara estetiska val är att utföra en sammanställning av kunskap angående hur en gestaltning kan göras mer tidlös. Samtidigt kan en standard om tidlös design innebära en risk, då det konstnärliga uttrycket som en gestaltning av ett offentligt rum kan tyckas vara, blir begränsat. En miljömässig vinst skulle möjligtvis uppnås men kulturellt och konstnärligt kan denna typ av riktlinjer vara problematiska då toppstyrning av konstnärligt uttryck inte är önskvärt.

4.2.6. Drift

Driftaspekten upplevs vara ett problemområde för deltagare i enkätundersökningen. Det största problemet tycks vara att för lite pengar avsätts för att på ett tillfredsställande sätt ta hand om en färdig beläggning. Men det handlar även om hur marken återställs vid efterarbeten. Platsen åtgärdas och markbeläggningsen återförs men ingen utökad drift sätts in för denna yta. Det borde vara rimligt att se dessa ytor som nyanlagda och drifta dem utefter det. Tätare tillsyn och påfyllning av fogmaterial skulle enkelt avvärja problem med onödiga sättningar på platser som dessa.

Projektörer bör ha driften i åtanke när de tar fram ett förslag på markbeläggning för att i möjligaste mån underlätta omhändertagandet av ytan. Genom att göra en utformning som enkelt tas om hand, kan projektören säkerställa en yta, vars funktion bibehålls under lång tid.

Vid framtagande av skötselplaner måste den som upprättar dessa vara medveten om hur kunskapsläget ser ut hos dem som ska utföra skötsel och drift. Genom att välja den metod som lämpas bäst för utföraren kan bristande drift undvikas.

Förslagsvis borde skötselplaner utformas på ett sådant sätt att identifierade problemområden belyses extra. Personal som utför driften borde också ha mandat att påverka brister i skötselplanen genom exempelvis ett system som sammankopplar driftpersonal med de som utformat skötselplanen. På detta sätt kan värdefulla insikter föras in i dokumentationen och arbetet med förbättrade skötselplaner underlättas.

4.3. Metoddiskussion

Det resultat vi har fått är troligen färgat av den metod som uppsatsen är grundad i, vilka avgränsningar som har satts upp för uppsatsen, vilka frågor som har ställts samt vilka personer som har intervjuats. Tidsramen för uppsatsen påverkade studiens möjliga omfattning och därigenom resultatet.

I våra mail till de tillfrågade för enkätstudien förklarade vi våra avgränsningar för uppsatsen. Vi beskrev att vi framförallt tänkte undersöka markstensytor utifrån aspekter som rör miljö, dagvatten samt grundläggande funktioner. Dock öppnade vi upp för funderingar utanför de efterfrågade ämnena, detta för att de som svarade på enkäten skulle ha möjlighet att ta upp andra aspekter som de tyckte var relevanta. Hur frågorna var utformade, och att de som svarade på enkäterna kände till våra avgränsningar, kan ha påverkat resultatet.

Det oftast förekommande temat i enkätsvaren var miljöpåverkan, vilket också fanns med som en avgränsning för uppsatsen. Något som talat emot att vår avgränsning färgade svaren i stor utsträckning, är att svar som innehöll resonemang kring dagvatten eller materialets grundläggande funktion, identifierades färre gånger än andra identifierade teman. Detta trots att dagvatten och materialets grundläggande funktion fanns med i avgränsningarna, precis som miljö. Många fler svar berörde enligt vår analys exempelvis ekonomi eller estetik vilket var ämnen som inte definierats genom frågorna.

Vem frågorna skickats till kan också ha påverkat resultatet. Genom att tillfråga olika aktörer och skapa urvalsgrupper försökte vi skapa bredd i resultatet. Men omständigheter såsom de tillfrågades personliga erfarenheter, var i landet de är verksamma, vilket företag de är anställda på, företagets kultur, vinstintressen och säkert mycket mer kan ha påverkat vilka svar som har getts och därigenom uppsatsens resultat. Vi valde att inte kontakta VA-ingenjörer, då de generellt inte arbetar med hårdgjorda ytor, detta kan förklara en frånvaro av svar gällande dagvattenhantering.

Ytterligare en parameter som har påverkat resultatet är den analysmetod som har använts. Genom att skapa nyckelord och teman togs resultatet fram. Vi som författare har försökt att vara objektiva genom processen, men underliggande personliga erfarenheter eller missförstånd kan till exempel ha färgat resultatet genom att intervjusvar kan ha tolkats på felaktigt sätt och därför kategoriserats under fel teman.

På grund av den pandemi som pågick under hösten och vintern år 2020/2021, då denna uppsats skrevs, såg förutsättningarna för arbetet sett något annorlunda ut.

Arbetet med litteraturstudien har, till viss del, varit uppdelat mellan oss för att möjliggöra distansarbete. Fysiska träffar har skett när det känts nödvändigt för arbetets gång eller uppsatsens trovärdighet, såsom vid analys av enkätaterialet. Följder av distansarbetet, som påtvingats av pandemin, kan vara att de diskussioner som spontant uppkommer vid fysisk närvaro och bidrar till arbetsprocessen, kan ha blivit lidande. Dock har dagliga möten via video-länk skett för att möjliggöra ett kontinuerligt samarbete samt minska ensamheten i distansarbetet.

5. Slutsats

Enligt vår mening finns det idag stora möjligheter att fortsatt arbeta med marksten i utemiljö. En förutsättning är dock ett vidare arbete med att hitta lösningar för den miljöpåverkan framställningen av markstensprodukter idag genererar. Det krävs även en ökad möjlighet för branschen att applicera och verkställa den kunskap som finns att tillgå.

Uppsatsens viktigaste slutsatser:

- Kriterier som branschen anser viktiga med hänsyn till markstensbeläggningar kan sammanfattas genom temana: miljöpåverkan, materialegenskaper/funktion, bestämmelser/tradition/rekommendation, ekonomi, social rättvisa, kunskap, estetik och drift.
- Trots kunskaper om hur vi vid markstensbeläggningar kan göra miljömässigt hållbara val, är det svårt att applicera dessa.
- Relationen mellan kunskapen om hur omhändertagande av dagvatten genom dränerande markstensbeläggningar kan ske, och hur det i praktiken genomförs, är ojämn. Det finns forskning och kunskap om ämnet, men genomförandegraden är liten.
- Det som alltid i slutändan styr huruvida en förändring mot ett hållbart samhälle kan vara möjlig, är vilka ekonomiska medel som finns att tillgå och med det vad samhället är villiga att betala för förändringen.

Källförteckning

- Al-Ayish, N. (2017). Klimatpåverkan av grågröna systemlösningar för urbana ytor. Utgivningsort: Vinnova.
<http://klimatsakradstad.se/media/2017/11/Klimatp%C3%A5verkan-av-gr%C3%A5gr%C3%B6na-systeml%C3%B6sningar-f%C3%B6r-urbana-ytor-1.pdf> [2020-12-17]
- Andersson, L (2016). Koldioxidupptag i betong, Accelererade laboratorieförsök. (Examensarbete 497). Kungliga Tekniska Högskolan. Institutionen för byggvetenskap, avdelningen för betongbyggnad. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:957543/FULLTEXT01.pdf>
- Andersson, L., Larsson, A., Malm, A. & Söreljus, H. (2017). Implementering av innovativa systemlösningar för hållbar dagvattenhantering. Stockholm: Vinnova. <http://klimatsakradstad.se/media/2018/01/Implementering-av-innovativa-systeml%C3%B6sningar-f%C3%B6r-h%C3%A5llbar-dagvattenhantering-3.0.pdf> [2020-12-17]
- Arbetsmiljöverket (2020). Arbetsmiljölagen (AML).
<https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/lagar-och-regler-om-arbetsmiljo/arbetsmiljolagen/> [2020-12-14]
- Betongföreningen (2020). Materialet Betong.
<https://betongforeningen.se/materialet-betong/> [2020-12-07]
- Betonginitiativet (2018). Betonginitiativet – Färdplan för klimatneutral betong.
<https://www.starka.se/wp-content/uploads/2018/11/fardplan-for-klimatneutral-konkurrenskraft-betongbranchen.pdf> [2020-12-07]
- Bolin, L. (2015). Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Stockholm: Vinnova. <https://docplayer.se/7652062-Gragrona-systemlosningar-for-hallbara-stader.html> [2020-12-17]
- Borgwardt, S. (2015). In-situ infiltration performance of permeable concrete block pavement - New results. ICCBP 2015 1-15. I: International Conference on Concrete Block Pavements,(ICCBP 2015).

- Boverket (2011). Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga på allmänna platser och inom områden för andra anläggningar än byggnader. (BFS 2011:5 ALM 2) Karlskrona: Boverkets författningssamling
- Boverket (2013). Boverkets föreskrifter och allmänna råd om avhjälpande av enkelt avhjälppta hinder till och i lokaler dit allmänheten har tillträde och på allmänna platser. (BFS 2013:9 HIN 3) Karlskrona: Boverkets författningssamling
- Burström, P G. & Nillvér, K. (2018). Byggnadsmaterial:Tillverkning, egenskaper och användning. Upplaga 3:1, Lund: Studentlitteratur
- Calkins, M. (2008). Materials for sustainable sites: a complete guide to the evaluation, selection and use of sustainable construction materials. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons.
- Calkins, M. (2012). The Sustainable Sites Handbook: A Complete Guide to the Principles, Strategies, and Best Practices for Sustainable Landscapes. Hoboken, UNITED STATES: John Wiley & Sons, Incorporated.
- Chalmers tekniska högskola. (UÅ). Uthållig produktion av finkorniga produkter från bergmaterial. Stockholm: Föreningen mineralteknisk forskning. <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/36ab42a2-f0a4-41c5-92d8-393d5dbfc9a1/FinalReport/SBUF%2013035%20Slutrappport%20Uth%C3%A5llig%20produktion%20av%20finkorniga%20produkter%20fr%C3%A5n%20bergmaterial.pdf> [2020-12-21]
- Dam, T. & Holgersen, S. (2002). Befästelser. Frederiksberg: Grønt Miljø.
- Förenta Nationerna (u.å.). 13 - bekämpa klimatförändringen. <https://unric.org/sv/mal-13/> [2020-12-09]
- Göransson, M. (2015). Ersättningsmaterial för naturgrus – kunskapssammanställning och rekommendationer för användningen av naturgrus. (SGU-rapport 2015:35). Uppsala: Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1535-rapport.pdf> [2020-12-17]
- Hellman, F. (2017) Accelererad provning av dränerande markstensytor med HVS - utrustning. Stockholm: Vinnova

<http://klimatsakradstad.se/media/2017/11/HVS-rapport-Hellman-m-bilagor.pdf> [2020-12-17]

- Helmstedt Eriksson, A. & Goldstein, B. (2010). Livscykelkostnader, Till vilken nytta för miljön och plånboken?. (TemaNord 2010:559). Köpenhamn: Nordiska ministerrådet.
https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=DHg8jHUXqXgC&oi=fnd&pg=PA5&dq=livscykelkostnad&ots=CkeLhisNOV&sig=5qNMqc2fF-D4gxYLM4mPAu7a-Ko&redir_esc=y#v=onepage&q=livscykelkostnad&f=false [2020-12-17]
- Johansson, D. (2007). Material i landskapet: om att åldras med skönhet. Stockholm: Arkitekternas forum för forskning och utveckling ARKUS.
- Johansson, K. (2014). Natursten: som bygg- och anläggningsmaterial.
https://www.movium.slu.se/sites/default/files/course/11261/files/documentation/kurt_johansson_forelasning_1.pdf [2020-12-17]
- Karolinska Institutet (u.å.). Svensk Mesh; Social rättvisa.
<https://mesh.kib.ki.se/term/D012935/social-justice> [2020-12-17]
- Klimatsäkrade Systemlösningar för Urbana Ytor (u.å.). Projektbeskrivning.
<http://klimatsakradstad.se/om-projektet/projektbeskrivning/> [2020-12-17]
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2017). Vägledning för skyfallskartering: tips för genomförande och exempel på användning. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf> [2020-11-12]
- Nationalencyklopedin (u.å. a). Cement.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/cement> [2021-01-04]
- Nationalencyklopedin (u.å. b). Kunskap.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/kunskap> [2020-11-17]
- Nationalencyklopedin (u.å. c). Portlandcement.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/portlandcement> [2021-01-04]
- Naturvårdsverket (2019) Koldioxidavskiljning och lagring (CCS).
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och->

internationellt/EUs-miljooarbete/Koldioxidavskiljning-och-lagring-CCS/
[2020-12-07]

Naus, R. & Voskuilen, J. (2016). Light Coloured Asphalt. I: Proceedings of 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress. <https://doi.org/10.14311/ee.2016.409>

Persson, B. & Kristoffersson, A. (2019). SköBes: Kontroll, uppföljning, utvärdering och incitament för rätt skötselkvalitet. (LTV-fakultetens rapportserie, 2017:1) Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. https://www.movium.slu.se/system/files/textpage/7780/files/121_14.pdf
[2020-11-17]

Regeringskansliet (2015a). Bekämpa klimatförändringen. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/bekampa-klimatforandringen/> [2020-12-10]

Regeringskansliet (2015b). Hållbar konsumtion och produktion. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/hallbar-konsumtion-och-produktion/> [2020-12-10]

Regeringskansliet (2016). Agenda 2030 för hållbar utveckling. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/agenda-2030-for-hallbar-utveckling/> [2020-12-15]

Regeringskansliet (2017). Hållbara städer och samhällen. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/hallbara-stader-och-samhallen/> [2020-11-12]

Riksantikvarieämbetet (2013). Materialguiden. Visby: Riksantikvarieämbetet http://samla.raa.se/xmlui/bitstream/handle/raa/3310/Varia%202013_35.pdf?sequence=1&isAllowed=y [2020-12-17]

Rikstermbanken (2019). Estetik. <https://www.rikstermbanken.se/visaTermpost.html?id=347999> [2021-01-04]

Schouenborg, B. (2011). Naturstens tekniska egenskapers betydelse för olika användningsområden. (MinBaS II 4.5:a). Borås: MinBaS II. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:960625/FULLTEXT01.pdf>

SFS 1998:808. Miljöbalk. Stockholm: Miljödepartementet

SIS (2003a). SS-EN 1338 Betongmarksten - Krav och provningsmetoder (SS-EN 1338). Stockholm: Svenska institutet för standarder

SIS (2003a). SS-EN 1339 Betongmarkplattor- Krav och provningsmetoder (SS-EN 1339). Stockholm: Svenska institutet för standarder

SIS (2013) SS-EN 1344:2013 Markbeläggningsprodukter av tegel - Krav och provningsmetoder (SS-EN 1344:2013). Stockholm: Svenska institutet för standarder

Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (2011). Beständighetsegenskaper hos anläggningsbetong med stenkolsflygaska. (SBUF-projekt 12382). Stockholm: Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond

https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/1e44443-0803-4b6f-8576-1c53dc027ca5/FinalReport/SBUF%2012382%20Slutrappport_Best%C3%A4ndighetsegenskaper%20hos%20anl%C3%A4ggningsbetong%20med%20stenkolsflygaska%20.pdf [2020-12-17]

Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (2017). Hela kedjan - Ansvar för materialinköp till anläggningsprojekt: En vägledning för att ställa sociala och etiska krav vid materialinköp. (SBUF-projekt 13182). Stockholm: Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond

<https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/d5e5a441-c0f9-42c6-b097-71eef5fc076f/FinalReport/SBUF%2013182%20Slutredovisning%20V%C3%A4gledning%20Hela%20kedjan%20-%20Ansvar%20f%C3%B6r%20materialink%C3%B6p%20till%20anl%C3%A4ggningsprojekt.pdf> [2020-12-17]

Svenska Institutet för Standarder (u.å.). Globala lösningar för ett smartare samhälle. <https://www.sis.se/> [2020-12-17]

Svensk Betong (2018). Betong och klimat. [Broschyr]. Stockholm: Svensk Betong.

https://www.svenskbetong.se/images/pdf/SV_Betong_Prod_CO2.Blad_.pdf [2020-12-07]

Svensk Byggtjänst (2020). AMA - Byggbranschens gemensamma språk. <https://byggtjanst.se/ama/vad-ar-ama> [2020-12-14]

Svensk Markbetong (2019). Fördröjning av dagvatten med dränerande markstensbeläggning. (ISBN 978-91-519-3477-8) Stockholm: Svensk Markbetong.

- Sveriges geologiska undersökning (2020). Teknik för koldioxidlagring.
<https://www.sgu.se/samhallsplanering/koldioxidlagring/ccs-tekniken/>
[2020-12-07]
- Sveriges Stenindustriförbund (2005). Ur Berg Del 1. [Video].
<https://www.youtube.com/watch?v=aSebNGz8FuI> [2020-11-16]
- Sveriges Stenindustriförbund (2020). Utemiljö. https://www.sten.se/wp-content/uploads/2020/10/Utemilj%C3%B6_2020_okt.pdf [2020-12-16]
- Tang, B., Gao, S., Wang, Y., Liu, X. & Zhang, N. (2019). Pore structure analysis of electrolytic manganese residue based permeable brick by using industrial CT. *Construction and Building Materials*, vol. 208, ss. 697–709
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.066>
- Trafikverket (2011). TRVK väg. (TDOK 2011:264). Borlänge: Trafikverket
- Wieslander, E. (2006) Tegel och klinker - keramiska material på mark. (Examensarbete). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för landskapsplanering/ Landskapsarkitektprogrammet.
https://stud.epsilon.slu.se/11140/1/wieslander_e_170928.pdf
- Xie, N., Akin, M. & Shi, X. (2019). Permeable concrete pavements: A review of environmental benefits and durability. *Journal of Cleaner Production*, vol. 210, ss. 1605–1621 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.134>
- Ydrevik, K. (2000). Hållfasthetstillväxt hos ballast av krossad betong: Erfarenheter från laboratoriemätningar och provvägsförsök i Sverige. (VTI notat 69-2000). Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:669980/FULLTEXT01.pdf>
- Zimmermann, A. (2009). *Constructing landscape: materials, techniques, structural components*. Basel: Birkhäuser.

Opublicerade källor

- ¹ Kurt Johansson, professor, adjungerad vid SLU, fysiskt möte 2020-11-18
- ² Kai Marklin, ordförande Sveriges stenindustriförbund, mail 2020-11-10
- ³ Kjell Ryberg, teknisk chef, Benders, telefonkontakt 2020-12-10
- ⁴ Erik Simonsen, senior advisor Cementa Development, ordförande Svensk Markbetong, videolänk 2020-11-26
- ⁵ Kjell Ryberg, teknisk chef, Benders AB, telefonkontakt 2020-11-19
- ⁶ Jeanette Nilsson, kontaktperson landskapsarkitektur, Edge AB, mail 2020-11-25
- ⁷ Tomas Gustavsson, byggnadskonstruktör, TG konstruktioner AB, föreläsning 2020-09-7
- ⁸ Annemarie Harris, ägare Klinker outdoor ApS, föreläsning 2020-11-17
- ⁹ Jitka Svensson, universitetslektor, SLU, mail 2020-11-16
- ¹⁰ Lena Jakobsson, enhetschef parkenheten, Göteborgs Stad, mail 2020-11-19
- ¹¹ Anna Eklund, landskapsarkitekt LAR/MSA, White arkitekter AB, mail 2020-11-19
- ¹² Nicklas Wedin, avdelningschef väg och gata, Sigma Civil AB, mail 2020-11-19
- ¹³ Björn Carlesson, VD och säljare, Granum stenprodukter AB, mail 2020-11-17
- ¹⁴ Susanna Sonesson, projektledare tekniska förvaltningen, Lunds kommun, mail 2020-11-10
- ¹⁵ Therese Kvarnström, kvalitets- och miljöchef, S:t Eriks AB, mail 2020-11-19
- ¹⁶ Jacob Vallkil, sälj, rådgivning och marknad, Bara Mineraler AB, mail 2020-11-20
- ¹⁷ Alvaro Reyes, teamledare, VA SYD, fysiskt möte 2021-01-13
- ¹⁸ Kurt Johansson, professor, adjungerad vid SLU, mail 2020-11-22
- ¹⁹ Patrik Svensson, projekteringsledare/projektör, Malmö Stad, mail 2020-11-30
- ²⁰ Charlotte Fajerson, Landskapsarkitekt LAR/MSA stadsmiljöavdelningen stadsbyggnadsförvaltningen, Landskrona Stad, mail 2020-11-10
- ²¹ Fredrik Gustafsson, Scanstone AB, mail 2020-11-13
- ²² Andreas Nilsson, anonymt företag, mail 2020-11-19
- ²³ Annemarie Harris, ägare, Klinker outdoor ApS, mail 2020-11-26
- ²⁴ Monica Backstöm, landskapsarkitekt, KAMOMA Landskap AB, mail 2020-11-19
- ²⁵ Karin Beskow, landskapsarkitekt, KAMOMA Landskap AB, mail 2020-11-19
- ²⁶ Helene Mossby, landskapsarkitekt LAR/MSA, Sydväst arkitektur och landskap AB, mail 2020-11-30
- ²⁷ Lena Strand, projektledare trafikkontoret, stadsmiljö, teknik och stadsmiljö, Stockholms Stad, mail 2020-11-27

Bilaga 1

Medverkande i enkätstudien

Tillverkare och återförsäljare:

Therese Kvarnström, Kvalitets- och miljöchef, S:t Eriks AB

Fredrik Gustafsson, Scanstone AB

Annemarie Harris, Ägare, Klinker outdoor ApS

Jacob Vallkil, Sälj, rådgivning och marknad, Bara Mineraler AB

Björn Carlesson, VD och säljare, Granum Stenprodukter AB

Andreas Nilsson, Anonymt företag

Branschorganisationer:

Erik Simonsen, Ordförande, Svensk Markbetong (Senior utvecklare, Cementa)

Kai Marklin, Ordförande, Sveriges Stenindustriförbund

Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp:

Jitka Svensson, Universitetslektor vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Kurt Johansson - Professor, adjungerad vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Projektörer:

Helene Mossby, Landskapsarkitekt LAR/MSA, Sydväst arkitektur och landskap AB

Anna Eklund, Landskapsarkitekt LAR/MSA, White arkitekter AB

Nicklas Wedin, Avdelningschef väg och gata - Sigma Civil AB

Monica Backstöm, Karin Beskow, landskapsarkitekter, KAMOMA Landskap AB

Jeanette Nilsson, Kontaktperson Landskapsarkitektur, Edge AB

Kommuner:

Patrik Svensson, Projekteringsledare/projektör, Malmö Stad

Susanna Sonesson, Projektledare Tekniska Förvaltningen, Lunds kommun

Lena Strand, Projektledare, Trafikkontoret, Stadsmiljö, Teknik och stadsmiljö, Stockholms Stad

Lena Jakobsson, Enhetschef parkenheten, Göteborgs Stad

Charlotte Fajerson, Landskapsarkitekt LAR/MSA, Stadsmiljöavdelningen Stadsbyggnadsförvaltningen Landskrona Stad

Bilaga 2

Hej,

Vi heter Mikaela Lindell och Ida Bordes. Vi studerar landskapsingenjörsprogrammet vid SLU i Alnarp och har just börjat med vår kandidatuppsats.

Vi är i startskedet och samlar just nu in underlag för att kunna besvara vår frågeställning som är:

“Hur ser kriterierna ut för framtidens markstensytor och vilket materialsortiment svarar mot dessa?”

Vi försöker få en inblick i vilka ställningstaganden olika aktörer har tagit i relation till vår frågeställning. Vi kommer under vårt arbete kontakta några projekteringsföretag, några större kommuner, tillverkare samt andra sakkunniga för att få en bred syn på ämnet. I och med att vår tid är knapp har vi valt att i vårt arbete begränsa oss till aspekter som rör miljö, dagvatten samt grundläggande funktioner (såsom tillgänglighet). Med marksten avser vi i det här fallet betongmarksten, marktegel samt natursten.

Vi hade varit väldigt tacksamma om du vill ta dig tid att besvara frågorna nedan.

(Här presenteras frågor till respektive urvalsgrupp)

Om du upplever att det finns andra aspekter som du tycker att det är viktigt att ta upp, vill vi gärna höra dina tankar kring dem också.

Dina svar kommer eventuellt att tas upp i vårt arbete. Om du har någon fråga angående att bli refererad i vår kandidatuppsats, tveka inte att kontakta oss!

Vi ser fram emot att höra från dig!

Med vänliga hälsningar

Ida och Mikaela

Kontakt:

Ida Bordes

iaja0002@stud.slu.se

Telefonnummer

Mikaela Lindell

mili0013@stud.slu.se

Telefonnummer