



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Bacheloroppgave 2022 15 stp**  
Fakultet for landskap og samfunn

## **Fremtidsutsiktene for permeable dekker av belegningssteiner**

The future prospects of permeable concrete block  
paving

**Mats Henrik Moen**  
Landskapsingeniørstudiet



## Forord

Denne bacheloroppgaven markerer slutten på mine tre år på landskapsingeniørstudiet ved Norges miljø- og biovitenskaplige universitet, NMBU. Skriveprosessen har hovedsakelig foregått gjennom studiets siste vårsemester, i 2022.

Studiets tre år har bidratt til å øke min interesse for kvalitet i grøntanlegg og hvordan grøntanlegg kan tilpasses klimaendringer. Forholdet mellom behov for lokal overvannsdiskonering (LOD) og strenge krav til miljøvennlige produkter og materialer er spesielt interessant. Derfor ønsket jeg å undersøke fremtidsutsiktene til permeable dekker av belegningsstein i norske grøntanlegg, i lys av dagens fokus på miljø og bærekraft.

Jeg vil gjerne få takke veilederne mine, Frode Degvold og Kjersti Vallevik Håbjørg, for god støtte gjennom oppgaveskrivingen. I tillegg vil jeg takke markedsansvarlig i Asak miljøstein AS, interessepolitisk rådgiver i Norges Handikapforbund (NHF), kommunikasjonsjef i Betongfokus, anleggsgartnermester Knut A. Thorvaldsen, samt alle deltakerne i spørreundersøkelsen. Tusen takk for samarbeidet, og all den verdifulle informasjonen dere har gitt meg.

Norges miljø- og biovitenskaplige universitet

Ås

2022



---

Mats Henrik Moen

## Sammendrag

Tittelen til oppgaven er: «Fremtidsutsiktene for permeable dekker av belegningssteiner». Det er knyttet en del utfordringer opp til bruk av permeable dekker av belegningsstein. Samtidig er det behov for å imøtekomme dagens og fremtidens strenge krav til overvannshåndtering. Hovedproblemstillingen i oppgaven er derfor: «Har belegningssteiner i permeable dekker en fremtid i norske grøntanlegg?»

Metodene som er brukt i oppgaven er spørreundersøkelse, litteratursøk og intervju. Spørreundersøkelsen hadde som formål å innhente informasjon om hvilke utfordringer grøntanleggsbransjen har til permeable dekker av belegningsstein. Undersøkelsen fikk 16 svar, og kom frem til at de seks største utfordringene bransjen ser ved bruk av et slikt dekke er; permeabilitet over tid, visuelle egenskaper, miljøhensyn, universell utforming, drift og vedlikehold samt dokumentasjon. For å samle informasjon rundt disse utfordringene, ble det gjennomført litteratursøk og intervju med relevante kontakter.

Opgaven konkluderer med at det er en fremtid for permeable dekker av belegningsstein, men det stilles tre forutsetninger for at denne løsningen skal være et godt valg: 1. Det må utvikles en forsterket gjensidig kommunikasjon mellom grøntanleggsbransjen og produsentene av belegningsstein. 2. Prosjekteringen av utførelsen er nøye gjennomtenkt. 3. Dekket vedlikeholdes regelmessig etter en egen drift- og vedlikeholdsplan.

## Abstract

The title of this thesis is: "The future prospects of permeable concrete block paving". There are several challenges associated with the use of permeable concrete block paving. At the same time, it is necessary to meet today's and the future strict requirements for surface water management. The main research significance in this thesis is therefore: "Does the future of Norwegian green spaces include permeable concrete block paving?"

The chosen methods used in this thesis are a survey, search of literature and interviews. The purpose of the survey was to obtain information on the challenges the industry of green spacing faces in using permeable concrete block paving. The survey received 16 responses, and concluded that the six biggest challenges the industry sees in using such a paving are; permeability over time, visual characteristics, environmental considerations, universal design, maintenance and documentation. To gather information about these challenges, a literature search and interviews with relevant contacts were conducted.

The thesis concludes that there is a future for permeable concrete block paving, but three prerequisites are set for this solution to be a good choice: 1. Reinforced mutual communication must be developed between the industry of green spacing and the producers of paving stones. 2. Thorough planning of the execution is crucial. 3. The maintenance of the paving is regularly maintained according to an operation and maintenance plan developed for the specific paving.

## Innholdsfortegnelse

|  |    |
|--|----|
| Forord.....  | 1  |
| Sammendrag .....   | 1  |
| Abstract .....   | 1  |
| 1 Innledning.....  | 2  |
| 1.1 Problemstilling.....   | 3  |
| 1.2 Formål og aktualitet .....                                   | 3  |
| 1.3 Avgrensning.....   | 3  |
| 2 Metode .....   | 4  |
| 2.1 Valg av metode.....  | 4  |
| 2.2 Bakgrunn for valg av metode .....                            | 4  |
| 2.3 Kritikk av metodene.....                                     | 4  |
| 3 Teoretisk rammeverk .....                                      | 5  |
| 3.1 Generell innføring i permeable dekker .....                  | 5  |
| 3.2 Belegningssteins utvikling .....                             | 6  |
| 3.3 Belegningssteinens egenskaper .....                          | 7  |
| 3.4 Nye fokusområder.....  | 8  |
| 3.5 Formelle føringer.....                                       | 8  |
| 3.5 Permeabilitet over tid .....                                 | 10 |
| 3.6 Klimagasser og rensning av forurensninger .....              | 12 |
| 4 Spørreundersøkelse.....  | 13 |
| 4.1 Analyse av svarprosent.....                                  | 13 |
| 4.2 Analyse av deltakerne .....                                  | 14 |
| 4.3 Gjennomgang av svarene fra hoveddelene i undersøkelsen ..... | 16 |
| 4.4 Hovedfunn .....  | 19 |
| 5 Utvalgte utfordringer fra spørreundersøkelsen .....            | 20 |
| 5.1 Permeabilitet over tid .....                                 | 20 |
| 5.2 Visuelle egenskaper.....                                     | 21 |
| 5.3 Miljøhensyn.....   | 22 |
| 5.4 Universell utforming.....                                    | 24 |
| 5.5 Drift og vedlikehold .....                                   | 26 |
| 5.6 Dokumentasjon .....  | 29 |
| 6 Konklusjon .....   | 30 |
| Figurliste.....  | 31 |
| Referanser .....   | 33 |
| Vedlegg.....   | 37 |

## 1 Innledning

Klima og miljøet er i endring, og ifølge FN-sambandet vil klimaendringene blant annet føre til høyere temperaturer, høyere vannstand og mer ekstremvær. En effekt som er trukket frem er «skader på natur, infrastruktur og bygninger». (FN-sambandet, 2021) Ifølge tall fra Finans Norge og Norsk Naturskadepool, ble det i 2017 utbetalt 1,76 milliarder kroner fra norske forsikringselskap for vannskader på bygninger. I 2008 lå tallet på 823 millioner kroner. Det er en økning på 938 millioner kroner, eller ca. 114% på ni år. Skader fra overvann og flom er utpekt som de faktorene som øker mest. (Finans Norge, 2018). I tillegg til klimaendringer, er sentralisering og fortetting av byer en del av samfunnsutviklingen. Med bakgrunn av at «en høyere arealutnyttelse reduserer transportbehovet og reduserer dermed utslippene av skadelige klimagasser.» (Regjeringen.no, 2019) Men samtidig blir det påpekt at «økt tetthet må kombineres med høy kvalitet i utformingen av bebyggelse, byrom og utemiljø for å sikre trivelige bomiljøer.» (Regjeringen.no, 2019)

Dagens vann- og avløpsinfrastruktur er under stort press og krever en stor oppgradering. En investering i størrelsesorden 332 milliarder kroner mellom 2021 og 2040 vil være nødvendig. En slik investering «[...] dekker nødvendig vedlikehold, oppgraderinger grunnet klimaendringer og befolkningsøkning, og kostnader for å ta igjen etterslep.» (SINTEF, 2021)

Nå som byene fortettes og samfunnet i større grad sentraliseres skaper det et større press på de tette flatene og vann- og avløpsinfrastrukturen. Samtidig øker faren for ekstremnedbør på grunn av klimaendringene. I den forbindelse blir det behov for nye løsninger som er med på å løse de utfordringene samfunnet står ovenfor. Det er utviklet egne belegningssteiner som kan brukes på tilnærmet lik måte som ordinære

belegningsstein, men samtidig er ment til å infiltrere og forsinke overvann. Dekker av disse typene av belegningsstein fungerer som permeable dekker siden overvannet føres igjennom fugene mellom belegningssteinene og ned i oppbygningen, for så enten å infiltreres i de stedlige massene eller videre i dreneringsrør. I internasjonal litteratur omtales disse dekkene som «Permeable Interlocking Concrete Pavement (PICP)» og er en del av det som blir kalt bærekraftige overvannsløsninger, på engelsk: «Sustainable Drainage Systems (SUDS)». Permeable dekker av belegningsstein kan etableres som et selvstendig tiltak, eller integreres som en del av et større overvannsdistribusjonssystem. Slike typer dekker vil kunne bidra til å redusere eller forhindre skader som kommer fra lokale overvannsproblemer.

Permeable dekker av belegningsstein fungerer som nevnt ved at overvannet føres gjennom fugene mellom belegningssteinene. Fugemassene består av ensgraderte masser, ofte med fraksjonen 2-5mm. Fraksjoner som ikke inneholder nullstoffer er mer permeable og egner seg derfor til dette formålet. En kjent utfordring med permeable dekker av belegningssteiner er at fugene mister sin permeable egenskap, ved at det over tid samles forurensninger i fugene. Oppgaven undersøker om denne utfordringen, sammen med andre utfordringer som for eksempel tilgjengeligheten til dokumentasjon, universell utforming og drift og vedlikehold er til hinder for videre bruk av permeable dekker i Norge.

Ordinære belegningssteiner har mange positive egenskaper. Særlig når det gjelder funksjonelle kvaliteter. De er enkle å legge, har varierende leggmønstre og kan tåle stor belastning. Slike egenskaper er satt pris på i grøntanleggsbransjen, og belegningsstein har vært brukt i norske uterom i flere tiår. Men med et større fokus på miljøvennlige og bærekraftige materialer, blir det stilt

spørsmålstegn ved bruken av betong i grøntanlegg. På en side er belegningssteiner i permeable dekker med på å håndtere de utfordringene som er relatert til klimaendringer, men på en annen side er belegningssteiner laget av et materiale som blir sett på som lite bærekraftig og bør fases ut. Derfor er det interessant å utforske om det er en fremtid for belegningssteiner i permeable dekker i norske grøntanlegg med tanke på de utfordringene de står ovenfor

### 1.1 Problemstilling

Ettersom det er tilsynelatende markante positive og negative sider ved bruk av belegningssteiner i permeable dekker, har jeg bestemt meg for hovedproblemstillingen:

*Har belegningssteiner i permeable dekker en fremtid i norske grøntanlegg?*

For å bygge oppunder hovedproblemstillingen har jeg valgt underproblemstillingen:

*Hvilke utfordringer er knyttet opp til bruk av belegningssteiner i permeable dekker?*

### 1.2 Formål og aktualitet

Formålet med oppgaven er å utforske om belegningssteiner i permeable dekker har en fremtid i norske grøntanlegg. Samt undersøke hvilke tanker og utfordringer grøntanleggsbransjen ser ved bruk av belegningssteiner i permeable dekker. Det er viktig å finne ut om de utfordringene som bransjen opplever er reelle, eller om det er bekymringer som ikke har faglig tyngde og kan

utelukkes. På den måten kan man avdekke de utfordringene som veier tyngst, og danne grunnlag for hvilket behov det er for videre forskning. Med større grad av forskning kan man muligens redusere alvorlighetsgraden på de største utfordringene, slik at bruken av permeable dekker av belegningsstein øker.

Oppgaven er meget aktuell med tanke på at fremtidens grøntanlegg vil med stor sannsynlighet få enda strengere krav til å behandle overvannet lokalt enn dagens allerede strenge krav. I den forbindelse vil det bli behov for å ha mange gode løsninger som kan brukes til ulike formål, og på ulike områder. Det er viktig å finne ut om belegningssteiner i permeable dekker kan bli med inn i fremtiden av norske grøntanlegg, eller om det er en løsning som ikke møter fremtidens krav.

### 1.3 Avgrensning

For å avgrense oppgaven ble det tidlig bestemt for at oppgaven kun skulle omhandle belegningssteiner som er spesialutformet for å brukes i permeable dekker, og som fuges med ensgraderte mineralske masser uten finstoff og organisk materiale. Gressarmering, små- og storgatestein, grus og andre permeable dekker blir omtalt, men vil ikke bli utdypet. Oppgaven omtaler også oppbygningen av et permeabelt dekke, men går ikke detaljert inn på de ulike lagene som del av det teoretiske rammeverket. Oppgaven går inn på utvalgte egenskaper ved belegningsstein som tekniske og estetiske kvaliteter og miljøeffekter, men ikke kostnader.

## 2 Metode

### 2.1 Valg av metode

Innhenting av informasjon er blitt gjort gjennom forskjellige metoder.

Spørreundersøkelse, litteratursøk og intervju er de metodene som er valgt.

Spørreundersøkelsen ble utformet som en anonym kvalitativ undersøkelse, og hadde som formål å innhente informasjon rundt hvilke utfordringer grøntanleggsbransjen har til belegningssteiner i permeable dekker. Målet var ikke å innhente flest mulig svar, men skape et bilde over situasjonen belegningssteiner i permeable dekker har i dag ut ifra de svarene som ble mottatt. Skulle undersøkelsen vært kvantitativ måtte undersøkelsen blitt lagt opp på en annen måte enn hva som ble gjort. Undersøkelsen ble gjennomført i Google Forms, der deltakerne svarte anonymt. Spørsmålene la vekt på prosjektering og drift og vedlikehold av et permeabelt dekke av belegningsstein. Målgruppen for undersøkelsen var anleggsgartnerbedrifter, landskapsarkitektkontorer, konsulent- og rådgivningsfirmaer, og kommuner eller annen offentlig virksomhet. Undersøkelsen ble sendt ut til 28 virksomheter, derav 16 svarte. Se nærmere informasjon om deltakerne i *analyse av deltakerne* på side 14. Undersøkelsen som ble sendt til deltakerne ligger som vedlegg, inkludert svarene. Virksomhetene ble kontaktet enten via telefon, eller over e-post.

Litteratur ble hentet ved hjelp av ulike søkemotorer, som for eksempel NMBUs bibliotekstjeneste Oria og Google Scholar. Annen informasjon ble hentet fra ulike nettsider, som for eksempel hjemmesidene til Oslo kommune og produsentene av belegningsstein. I tillegg ble annen relevant litteratur tilsendt over e-post fra de personene som ble kontaktet i forbindelse med oppgaven.

Det er også blitt hentet inn informasjon direkte fra bedrifter, enten via telefonintervju eller ved kommunikasjon over e-post. Når det

gjelder telefonintervjuene ble det laget et dokument med alle spørsmålene. Dette dokumentet ble sendt over til intervjuobjektet i forkant, slik at vedkommende kunne forberede seg. Spørsmålsdokumentet skulle fungere som en mal, der spørsmålene var kategorisert etter relevante temaer. Intervjuet var dynamisk, hvilket betyr at malen ikke ble fulgt slavisk. Lydopptak ble ikke benyttet under intervjuet. Svarene intervjuobjektet gav ble notert ned. Etter intervjuet ble spørsmålsdokumentet med mine notater sendt til intervjuobjektet, slik at vedkommende kunne lese over og komme med rettelser. Spørsmålsdokumentet med svar ligger som vedlegg.

### 2.2 Bakgrunn for valg av metode

De tre valgte metodene ble brukt fordi de ble ansett som mest hensiktsmessige å benytte seg av med tanke på oppgavens formål. Det ble i startfasen av oppgaven diskutert om oppgaven skulle inkludere en undersøkelse av en case. Siden oppgaven tar for seg generelle utfordringer med belegningssteiner i permeable dekker, er det ingen konkrete anlegg som hadde vært aktuelle å undersøke.

### 2.3 Kritikk av metodene.

Som nevnt over er de valgte metodene de som ble ansett som mest hensiktsmessig å bruke. Allikevel kan de ha noen begrensinger. Spørreundersøkelsen har for eksempel en begrenset representativ kvalitet. Med kun 16 svar er ikke resultatene fra spørreundersøkelsen representativt for *hele* grøntanleggsbransjen, men til denne oppgaven gir det fortsatt et godt inntrykk av hvilke holdninger som befinner seg i bransjen. Ordleggingen av spørsmålene kan være med på å gi spørreundersøkelsen en begrensende utforming, som kan være med på å avgrense deltakernes svar. Hvilket for øvrig også gjelder spørsmålene som ble stilt under intervjuet og sendt over e-post. Litteratursøket begrenser seg til de informasjonskanalene jeg er kjent



med. Noe som kan gi et begrenset mangfold av litteratur.

Oppgaven har tatt for seg de største utfordringene som deltakerne av spørreundersøkelsen gav uttrykk for. Det finnes mest sannsynlig flere utfordringer som oppgaven ikke har gått inn på. En del av informasjonen er hentet fra produsentene av belegningsstein (e.g. Asak miljøstein AS). Slike kilder kan ha dårligere litterær kvalitet enn uavhengige kilder, da produsentene ofte vil fremme de positive sidene ved dekket for å markedsføre egne produkter. Allikevel er disse kildene relevante da de gir et innblikk i hvordan produsentene ser på de utfordringene som oppgaven har tatt for seg. Det er behov for videre forskning på mulighetene rundt et system som samler all dokumentasjon om permeable dekker av belegningsstein, samt flere uavhengige studier på permeabilitet over tid i Norge.

### 3 Teoretisk rammeverk

#### 3.1 Generell innføring i permeable dekker

Det finnes et bredt spekter av ulike løsninger for permeable dekker. Det er ofte snakk om fullstendig-, delvis- eller ingen infiltrasjon. Det som menes med dette er hvordan kombinasjonen mellom grunnforholdene på stedet, hvordan fundamenteringen er bygd opp og dekkets permeabilitet legger til rette for overvannshåndteringen. Er det fullstendig infiltrasjon er grunnforholdene og oppbygningen gode nok til å ta imot alt overvannet som går igjennom de permeable dekkene. Men er grunnforholdene mindre gode, kan det være at massene ikke har kapasitet nok til å ta opp deler av, eller noe av overvannet. Derfor kan det være aktuelt å legge til dreneringsrør. Videre, hvis de eksisterende massene ikke er egnet eller det er lagt ut en form for membran, slik at vannet hindres i videre infiltrasjon, er det ingen infiltrasjon. Her blir kun vannet samlet i fundamentet, og forsinket før det fraktes videre i dreneringsrør.

Permeable dekker er kategorisert som ubundne dekker. I motsetning til bundne dekker, har ubundne dekker ingen form for finstoffer eller andre bindemidler (e.g. betong) i hverken settelag eller fugemasse. På denne måten oppnår man bedre permeabilitet enn vanlige bundne dekker.

Det finnes også mange ulike former for permeable dekker. Man har de permeable dekkene som er basert på belegningssteiner som fuges med ensgraderte masser, som denne oppgaven tar for seg, men også andre typer. Som for eksempel gressarmering. Gressarmering er som oftest bygd opp av belegningssteiner, men kan også være bygd opp av naturstein. Da fuges steinene med organisk materiale, for deretter å tilsåes med gressfrø. Gressarmering er en god løsning der man ønsker seg grønne områder, men belastningen er for høy til å opprettholde ønsket standard. Ved bruk av gressarmering vil man kunne få en tilnærmet grønn overflate med en forsterket flate som tåler høyere belastninger. Egner seg best der det er naturlig fuktig, da gresset i gressarmeringen har lett for å tørke ut.

Grus regnes også som permeable dekker. Er grusen fundamentert riktig, kan grusdekker ta imot store mengder vann. Det er også mulig å legge inn grusarmering, som hindrer grusen i å erodere. (Slike dekker kan være gode løsninger i både moderne og tradisjonelle anlegg.)

Brostein, både små- og storgatestein, kan også konstrueres til å ha permeable egenskaper. Hvis fundamenteringen er utført på en god måte, og de ikke blir fuget med finstoffer eller betong, kan brostein fungere som permeable dekker. Hvor stor infiltrasjonen blir på brosteindekker avhenger om de blir satt i knas, eller om det blir satt med litt mellomrom, slik at fugene blir bredere. Er det brede fuger, øker infiltrasjonen, men stabiliteten svekkes.

Markedet tilbyr også drensbetong, og drensasfalt. Disse materialene er utviklet med

en alternativ sammensetning, som gir vesentlig bedre permeable egenskaper enn hva deres konvensjonelle alternativer har.

### 3.2 Belegningssteins utvikling

Belegningsstein av betong slik vi kjenner begrepet i dag, kom inn på det norske markedet i 1971, i form av den tyske SF-steinen. SF-steinen var det første betongbelegningssteinproduktet i Norge, og ble produsert i Spydeberg på lisens før produksjonen senere fortsatte ved Østraadt nær Stavanger. Dette produktet ble en god referanse for videre bruk av belegningsstein når Helsfyr bussterminal ble anlagt med denne steinen samme år. Senere fikk markedet et større tilbud av låsestein, med mange ulike former. Anleggsgartnermester Knut A. Thorvaldsen AS bygde i 1978 om Karl Johans gate fra kjøregate til gågate. Da ble det benyttet belegningsstein kombinert med betongheller. I starten var det mye importstein, før produsentene i Norge begynte å produsere selv. Noen av årsakene til at belegningsstein ble valgt var på grunn av at belegningsstein tålte store belastninger og hadde meget god vridningsstabilitet med tanke på bilkjøring og diverse andre påkjenninger. (Thorvaldsen, 2022)

Standarden for belegningsstein (NS-EN 1338) ble utarbeidet i 2003, og Norsk Kommunalteknisk Forening kom med et temahefte om belegningsstein og heller av betong i 2005. Hverken standarden eller temaheftet inkluderte permeable dekker.

(Norsk Kommunalteknisk Forening, 2005) I 2012 ble det bygget en 200m<sup>2</sup> stor parkeringsplass med permeable dekker på Campus Ås. (Sivertsen, et al., 2018) Etableringen av et 10 000m<sup>2</sup> dekke med permeabel belegningsstein i Drammen i 2013 omtales som et pionerprosjekt. (Wolden, 2013) Ut ifra disse prosjektene, samt kommunikasjon med Asak miljøstein AS, tyder det på at permeable dekker av belegningsstein begynte å bli et relevant dekke mellom 2010 til 2015. Asak miljøstein AS skriver dette om når det bransjen begynte å etterspørre permeable dekker av belegningsstein: «Vi har jobbet med utvikling og testing av denne løsningen siden 2012/2013 med det er først nå de siste tre-fire årene at vi har sett en etterspørsel. [...]» (Markedsansvarlig v/Asak miljøstein AS, 2022) Rundt tidspunktet Norge begynte med permeabel dekker, har land som for eksempel USA og Canada brukt denne løsningen i over 20 år. (Drake & Bradford, 2013) Tyskland ligger også langt fremme på bruk av permeable dekker av belegningsstein. Stina Lintho Lippestad, daglig leder for Lintho Steinmiljø AS nevner i artikkelen i Anlegg&Transport fra 2013 at: «Bare i Tyskland alene ligger anslagsvis 30.000 000 m<sup>2</sup> av denne typen dekker [...]» (Wolden, 2013)

Dagens marked tilbyr forskjellige steiner fra ulike produsenter. På neste side er det vist eksempler på noen av belegningssteinene som er utformet til permeable dekker som er på markedet i dag.



Figur 1 Multiblokk:  
Multilock Dren



Figur 2 Aaltvedt: Piora Øko  
grå



Figur 3 Asak miljøstein:  
Arena dren, koksgrå



Figur 4 Multiblokk:  
Gangbaneheller AKTIV Dren



Figur 5 Asak miljøstein:  
Asak Drenstein



Figur 6 Benders: BAS  
MED FAS DRAIN



Figur 7 Benders:  
DELTA DRAIN MED  
FAS



Figur 8 Asak miljøstein: Nye  
rødlige farger som kan bestilles  
til steiner som er utformet til  
permeable dekker.

### 3.3 Belegningssteinens egenskaper

Belegningsstein må tilfredsstillende kravene som er satt i standarden NS-EN 1338:2003 Belegningsstein av betong - Krav og prøvingsmetoder- (innbefattet rettelsesblad AC:2006). Dette gjelder alle belegningssteiner, enten de er utformet for permeable dekker eller ikke. Denne standarden inneholder krav til hvilke egenskaper belegningsstein skal ha. Samt hvordan produsentene skal gå frem for å teste produktene, for å kunne oppgi sammenlignbare verdier.

Skli-/glimotstanden til belegningsstein er beskrevet i standarden. Under punkt 5.3.5.1 Betingelser, står det følgende: «Belegningsstein av betong har en tilfredsstillende skli-/glimotstand forutsatt at overflaten ikke er slipt eller polert med det som formål å oppnå en svært jevn overflate.» (Standard Norge, 2003) Standarden inkluderer andre relevante krav som for eksempel, spaltestrekkfasthet, slitasjemotstand og avvikstoleranser. Standarden inneholder ingen krav til permeabilitet.

Betongheller har en tilsvarende standard kalt: NS-EN 1339:2003 Betongheller - Krav og prøvingsmetoder - (innbefattet rettelsesblad AC:2006).

NS3420-K:2022 (Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner — Del K: Anleggsgartnerarbeider) er nylig oppdatert, og inkluderer nå permeable dekker. Dekket har nå fått en egen post som heter: «KD1.74 Utendørs permeable belegg». Under «b) Materialer» presiseres det at «b3) belegningsstein skal tilfredsstill NS-EN 1338» (Standard Norge, 2022) som er omtalt ovenfor. I tillegg har permeable dekker blitt inkludert i tabell K12 om krav til planhet for belegg. Her står de ulike kravene for planhet og største vertikale sprang ved fuger til ulike belegg.

Tabell K12 — Krav til planhet for belegg

Mål i millimeter

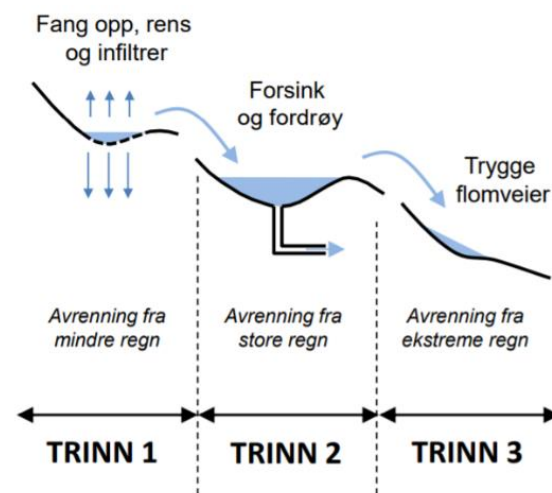
| Type belegg   | Planhet (svanker og bulninger)<br>Målelengde 3,0 m |             | Største vertikale sprang ved fuger |             |
|---|--|-------------|------------------------------------|-------------|
|   | Kjørearealer                                       | Gangarealer | Kjørearealer                       | Gangarealer |
| Storgatestein   | ± 8  | ± 5         | 8                                  | 5           |
| Smågatestein  | ± 5  | ± 3         | 5                                  | 3           |
| Mosaikkstein  | ± 5  | ± 3         | 5                                  | 3           |
| Natursteinsplater, naturplan, råkilt, råhogd eller liknende | ± 10   | ± 8         | 8                                  | 6           |
| Natursteinsplater, saget, flammert, gradhogd eller liknende | ± 8  | ± 5         | 6                                  | 4           |
| Belegningsstein av naturstein                               | ± 5  | ± 3         | 3                                  | 2           |
| Betongheller  | ± 5  | ± 3         | 3                                  | 2           |
| Belegningsstein av betong                                   | ± 5  | ± 3         | 3                                  | 2           |
| Belegningsstein av tegl                                     | ± 5  | ± 3         | 3                                  | 2           |
| Permeabelt dekke av maskinlagt betongstein                  | ± 6  | ± 3         | 3                                  | 2           |
| /(på industriområde)  | /(+ 10)  |             | /(3)                               |             |
| Støtdpende belegg   | -  | ± 3         | -                                  | 3           |

Figur 9 Utklipp fra NS3420-K:2022 som viser kravene til planhet for belegg. (Mine markeringer) Hentet 08.05.2022 (Standard Norge, 2022)

### 3.4 Nye fokusområder

Med bakgrunn av det som er kommet frem innledningsvis, er det flere kommuner som stiller krav til lokal overvannsdistribusjon (LOD). I Norge benytter vi oss av tre-trinnsstrategien som utgangspunkt for å utvikle et godt og velfungerende system. Denne strategien er særdeles viktig når retningslinjene for behandling av overvann skal skje på egen tomt. Trinn 1 sier at alt mindre regn skal fanges opp, renses og infiltreres i underliggende masser. Videre i trinn 2, skal stort regn forsinkes og fordrøyes.

Ved ekstreme regnperioder skal det planlegges for trygge flomveier i trinn 3. Permeable dekker av belegningssteiner er hovedsakelig relatert til trinn 1, men kan også inngå i trinn 2.



Figur 10 Skjermtutklipp fra NVEs PowerPoint presentasjon om "Risikokonsept og tre-trinnsstrategi?" (Paus, 2020)

### 3.5 Formelle føringer

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) er en av de viktigste lovene bygg- og anleggsvirksomheter må ta hensyn til. Loven fra 2008 skriver i sin formålsparagraf §1-1, fjerde ledd, første og andre punktum: «Planlegging og vedtak skal sikre åpenhet, forutsigbarhet og medvirkning for alle berørte interesser og myndigheter. Det skal legges vekt på langsiktige løsninger, og konsekvenser for miljø og samfunn skal beskrives.» (Plan- og bygningsloven, 2008) Videre i formålsparagrafen står det følgende i femte ledd, første setning: «Prinsippet om universell utforming skal ivaretas i planleggingen og kravene til det enkelte byggetiltak.» (Plan- og bygningsloven, 2008) Den 8. mars i 2019 ble det kunngjort lov om endringer i plan- og bygningsloven m.m. Denne endringen omhandlet håndtering av overvann i arealplanleggingen mv., og innebar blant annet en endring i §3-1. §3-1 heter «Oppgaver og hensyn i planlegging etter loven», bokstav i. ble lagt til som lyder følgende: «legge til rette for helhetlig

forvaltning av vannets kretsløp, med nødvendig infrastruktur.» (Endringslov til plan- og bygningsloven m.m., 2019)

I lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven) §7, andre ledd, første punktum står det følgende: «Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen.» (Vannressursloven, 2000)

I forskrift om plantevernmidler heter §20 «Plikt til å redusere risikoen for vannforurensning». Fjerde ledd, punkt d lyder som følger (mine uthevninger): «Tiltak som skal vurderes iverksatt er begrensning av bruk av plantevernmidler på og langs veier og jernbaner, på *sterkt permeable arealer*, ved annen infrastruktur i nærheten av vannforekomster og på harde overflater med stor risiko for avrenning til kloakksystem og overflatevann.» (Forskrift om plantevernmidler, 2015)

Formålsparagrafen §1-1 til forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) lyder som følger: «Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.» (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017) §15-8 «Utvendig avløpsanlegg med ledningsnett. Overvann og drensvann», er en relevant paragraf med tanke på overvannshåndtering. I første ledd står det følgende: «Overvann og drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene.» (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017) Andre ledd i samme paragraf er også meget relevant, da det står: «Bortledning av overvann og drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet.» (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017)

TEK17 inkluderer krav til universell utforming. §8-6 Gangatkomst til byggverk med krav om universell utforming, første ledd, bokstav f. lyder «Gangatkomster til byggverk med krav om universell utforming skal ha fast og sklisikkert dekke». (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017)

I tillegg til de overnevnte lovene og forskriftene kommer det strenge lokale krav fra kommuner. Oslo kommune har blant annet utviklet en veileder for overvannshåndtering for utbyggere. I veilederen står kommunens to hovedprinsipper når det gjelder håndtering av overvann: (Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten, 2017, p. 4)

1. Tilførselen av overvann til det offentlige avløpsnett skal minimaliseres.
2. Alt overvann skal fortrinnsvis tas hånd om åpent og lokalt, dvs. gjennom infiltrasjon, utslipp til resipient, eller på annen måte utnyttet som ressurs, slik at vannets naturlige kretsløp opprettholdes og naturens selvrensingsevne utnyttes.

Veilederen legger stor vekt på tretrinnsstrategien og lokal overvannsdisponering (LOD). (Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten, 2017) Hvilket betyr at eneste mulighet for å få tilgang til påslipp av overvann til det offentlige avløpsnett er: «Hvis det kan dokumenteres at åpne og lokale løsninger helt eller delvis ikke lar seg gjøre kan det inngås avtale med VAV om påslipp av en begrenset vannmengde hvis ledningsnett har kapasitet til dette.» (Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten, 2017, p. 7)

### 3.5 Permeabilitet over tid

Permeabilitetsevnen til et permeabelt dekke er dets hovedfunksjon. Et allmentkjent problem er at over tid vil denne evnen reduseres og dekket vil ikke klare å ta imot like store mengder vann. Under er det derfor presentert litteratur som omhandler permeabilitet over tid.

En studie av Dr. Soenke Borgwardt fra 2006 kalt «LONG-TERM IN-SITU INFILTRATION PERFORMANCE OF PERMEABLE CONCRETE BLOCK PAVEMENT». Studien måler infiltrasjonskapasiteten av dekker på etablerte felt. (Borgwardt, 2006) I studien kommer det frem at et nytt dekke med en åpning på 11,9% som er fuget med 2/5 mm (av knust grus) har en infiltrasjon på ca. 5000 l/(s\*ha). Over en tiårsperiode har denne verdien sunket til ca. 1300 l/(s\*ha). (Borgwardt, 2006, p. 8) Som man kan se på grafen synker infiltrasjonsevnen til dekket ganske fort de første tre årene, før man ser en mer jevn kurve etter år syv.

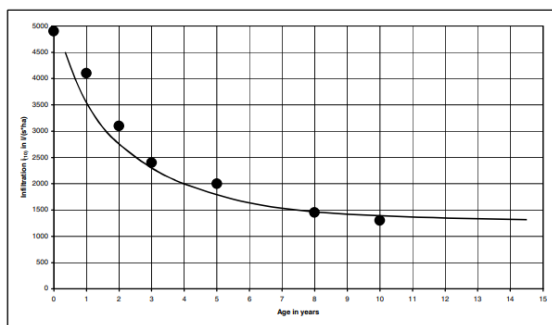


Figure 7. Aging process with a typical example

Figur 11 Utklipp fra Dr. Borgwardts studie fra 2006 (Borgwardt, 2006, p. 9)

Dr. Borgwardt fulgte opp sin egen studie i 2015 kalt «IN-SITU INFILTRATION PERFORMANCE OF PERMEABLE CONCRETE BLOCK PAVEMENT – NEW RESULTS». Denne studien viser litt andre resultater enn studien fra 2006, samtidig som den opererer med en annen benevning enn den foregående studien. Her er det vist infiltrasjonsytelsen per prosent åpningsforhold av fraksjonene 2/5 mm, 1/3 mm og 0/2 mm som blir brukt som fugemasse. Utvalgt eksempel er fra fraksjonen 2/5mm da det er den fraksjonen som er mest relevant etter dagens praksis. Her blir det gitt en verdi på ca. 400 l/(s\*ha) per prosent åpningsforhold når dekket er nytt. (Borgwardt, 2015) Etter seks år blir det her gitt en verdi på ca. 40 l/(s\*ha) per prosent åpningsforhold. Dette er andre tall enn hva studien fra 2006 konkluderte med, men hvis man ser på grafene nedenfor er kurven tilnærmet lik.

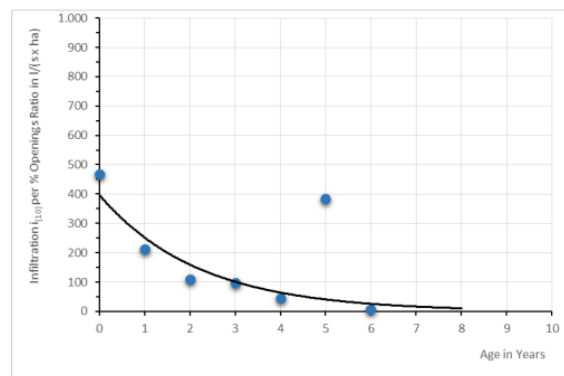


Fig. 7. Infiltration progress of PICP with openings filling material 2 to 5 mm

Figur 12 Utklipp fra Dr. Borgwardts studie fra 2015 (Borgwardt, 2015)



Dr. Borgwardts studie fra 2006 inkluderer også en siktekurve som viser at de øverste 20 millimeterne av fugemassene er de som tar til seg mest forurensninger. Forurensningene består hovedsakelig av blant annet partikkelutslipp og organisk materiale fra omkringliggende områder. (Borgwardt, 2006, p. 3)

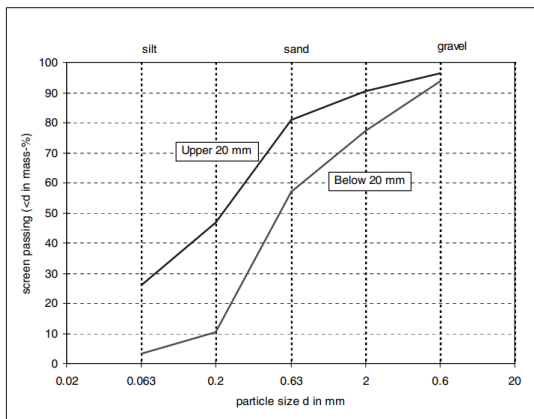


Figure 1. Particle-size distribution for joint material

Figur 13 Siktekurve fra Dr. Borgwardts studie fra 2006 (Borgwardt, 2006)

Med bakgrunn i dette gir Asak miljøstein AS denne anbefalingen når det gjelder vedlikehold og refuging av dekket: «Det anbefales å bytte ut fugematerial hvert 3-5 år. Arbeidet utføres enkelt med vedlikeholds maskiner. Dette er en ryddig og effektiv prosess som forårsaker lite kostnader. Etter det har man "nullstilt" området og oppnår tilnærmet samme infiltrasjonsevne som da anlegget var nylagt.» Andre studier viser at dette ikke stemmer. En studie som tar for seg ulike metoder for vedlikehold på permeabel dekker kommer frem til at fjerning av de øverste to centimeterne av de fortettede massene ikke markant forbedrer infiltrasjonskapasiteten på permeable dekker av belegningsstein. Dette var riktig nok på grunn av at det var finstoffer i settelaget og fugemassen. Studien kommer derfor frem til at det rutinemessige vedlikeholdet ikke kan kompensere for dårlig konstruksjon. (Winston, et al., 2015, p. 2)

Boka "Urban Drainage" fra 2000 nevner også at permeabilitetsevnen til permeable dekker reduseres over tid. I boka kommer det frem at et dekke kan ha en infiltrasjonsevne på over 1mm/s når det er nytt, og gjennom målinger av dekket etter fem år viser det seg at infiltrasjonskapasiteten har sunket til 0,2mm/s. Det presiseres at selv 0,2mm/s er godt egnet for å ta imot beregnet regnintensitet, eller kan være med på å redusere flomtoppene. (Butler & Davies, 2000, p. 420)

### 3.6 Klimagasser og rensning av forurensninger

Betong er et blandingsprodukt som hovedsakelig består av bindemiddelet sement, vann, tilslag og tilsetningsstoffer. Tilslaget er vanligvis en kombinasjon av sand- og steinmaterialer. (Thue, 2019) Betong er et materiale som er beryktet for sin styrke, og kan brukes til mange forskjellige formål. Derav er det også det aller viktigste byggematerialet vi har. (Thue, 2019) Men det er ikke bare positive sider ved betong. Flere av deltakerne i undersøkelsen har påpekt en uro ovenfor miljøprofilen til betong. Betong består som nevnt blant annet av sement. Sement blir fremstilt ved brenning av kalkstein sammen med for eksempel kvarts og skifer. (Norcem, u.d.) Prosessen med å produsere sement anslås til å stå for 7-8% av klimagassutslippene på verdensbasis. (Kvellheim & Bramslev, 2020)

I en veileder utarbeidet av Lintho Steinmiljø AS og Vannfakta, står det følgende angående rensing av overvann gjennom permeable dekker av belegningsstein (mine uthevninger) (Lintho Steinmiljø AS; Vannfakta, 2021):

“Tradisjonell overvannshåndtering øker faren for vannforurensing, mens permeable dekker *fanger forurensingen og forebygger at giftstoffer når vassdrag og grunnvannet vårt.* Vegstøv, dekkslitasje, oljesøl og drivstoff samles på faste flater. Når nedbøren treffer flatene, løses forurensingen opp og fraktes videre med overflatevannet. Når overflatevannet ledes til sluker [sic] og fraktes videre i rør, ledes forurensingen direkte til resipient eller grunnvann. Når overflatevannet dreneres til grunnen i permeable dekker bindes forurensingen til massen i fugene.»

Veilederen definerer ikke hva som menes med giftstoffer. Når det gjelder forurensninger vil slike typer dekker være med på å fange opp

finpartikler, som for eksempel kan være vegstøv som nevnt over. I boka fra 1995, kalt «Water Quality Management Library-Volume 9/Nonpoint Pollution and Urban Stormwater Management» blir det nevnt at permeable dekker ikke er tiltenkt å fjerne grove partikler, men er effektive i fjerningen av finpartikler. (Novotny, et al., 1995, p. 258)

Studier viser at rensing av næringsstoffer gjennom permeable dekker av belegningsstein har varierende resultater. (Yang & Lusk, 2018, p. 11) I en studie som tar for seg næringsstoffs-konsentrasjoner av tre forskjellige permeable dekker, står det at reduksjon av nitrogen i overvann kan reduseres ved filtrering av vann gjennom permeable dekker. Forutsetter at nitrogenet er partikkelbundet. (Brown & Borst, 2015, p. 6)



## 4 Spørreundersøkelse

Å utvikle en spørreundersøkelse ble bestemt tidlig i forberedelsene til oppgaven.

Spørreundersøkelsen skulle ha som formål å avdekke de utfordringene grøntanleggsbransjen mener belegningssteiner for permeable dekker har. Videre skulle undersøkelsen danne grunnlaget for et dypere innblikk i hovedutfordringene.

Spørsmålene spørreundersøkelsen inneholdt har jeg utformet etter de inntrykkene og antagelsene jeg har tilegnet meg gjennom studiet og forarbeidet til denne bacheloroppgaven. I tillegg har spørsmålene blitt drøftet og diskutert med veilederne, for å få inn flere synspunkter og kvalitetssikre spørsmålene.

Spørreundersøkelsen var delt inn i fem deler. Del en var en innledende del. Her fikk deltakerne av undersøkelsen relevant informasjon om bakgrunnen for undersøkelsen, spørsmålene som kommer og generelle opplysninger. Spørsmålene i del to handlet om deltakernes bakgrunnsinformasjon. Disse spørsmålene er viktige, da det hjelper med å danne et bilde av hvilke deler av grøntanleggsbransjen som deltok. Del to inneholdt seks spørsmål. Del tre var undersøkelsens første del som inneholdt de tyngst veiende spørsmålene. Delen besto av åtte spørsmål som omhandlet utfordringer i prosjekteringsfasen. Spørsmålene knyttet til utfordringer med tanke på drift og vedlikehold kommer i del fire, med seks spørsmål. Del tre og fire er de delene som utgjør «hoveddelen» i undersøkelsen og har de viktigste spørsmålene. Den siste avsluttende delen, del fem, var en generell del. Her ble det stilt to spørsmål.

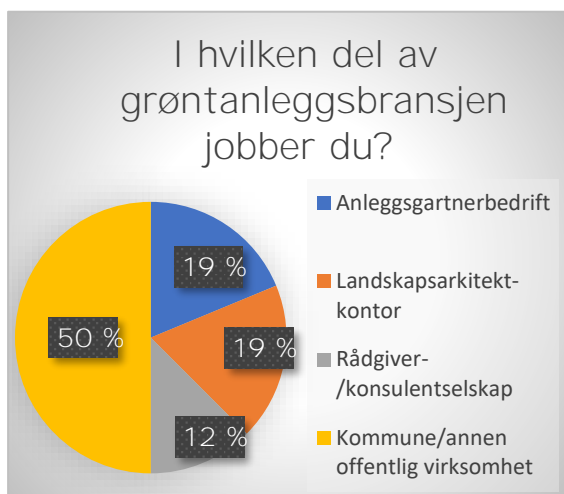
De dataene som er innsamlet gjennom spørreundersøkelsen skal jeg her analysere kategorisk. Først en analyse av svarprosenten, så en analyse av deltakerne. Til slutt i kapittel 4 går jeg igjennom hovedfunnene fra undersøkelsen, for så å konkludere hvilke utfordringer som må forskes på videre.

### 4.1 Analyse av svarprosent

Undersøkelsen ble sendt ut til 28 bedrifter og kommuner. Undersøkelsen oppnådde til slutt 16 deltagere. Mitt ønske for undersøkelsen var å få et godt inntrykk av hele grøntanleggsbransjen, med bidrag fra både anleggsgartnerbedrifter, landskapsarkitektkontorer, rådgivere og kommuner. Dette er til dels oppnådd. Kommunene er mest representert med åtte svar. I motsatt ende av skalaen er de prosjekterende med kun to svar. Ideelt sett skulle fordelingen vært jevnere, men det er noe som er veldig utfordrende å kontrollere da en ikke har garanti for at de som blir kontaktet er interessert i å delta. Derfor er det vanskelig å planlegge hvor mange som skal bli kontaktet i de ulike målgruppene. Antall deltakere kunne med fordel vært noe høyere, men det vises forståelse for at ikke alle bedriftene som ble kontaktet har mulighet eller tid til å svare på en slik undersøkelse. Å innhente svar fra en større del av grøntanleggsbransjen ville blitt for omfattende med tanke på den innsatsen som må legges ned for å få kontakt med hver enkelt deltaker. Samt prosessen med å analysere svarene.

## 4.2 Analyse av deltakerne

Som nevnt over er deltakerne noe ujevnt fordelt når det kommer til hvilken del av grøntanleggsbransjen de jobber. Med en andel på 50% svar har kommune og annen offentlig virksomhet høyest svarprosent. Videre kommer anleggsgartnerbedrift og landskapsarkitektkontor med felles andel på 19%. Deretter kommer rådgiver- og konsultantselskap med 12% besvarelsesandel. Det hadde vært ønskelig med flere svar fra den rådgivende delen av bransjen, men denne målgruppen har vært særdeles vanskelig å få kontakt med, eller vært vanskelig å finne kontaktinformasjon. Allikevel er sammensetningen av besvarelsene akseptabel med tanke på valgt metode. Kommunene er en stor byggherre i Norge, derfor er det positivt at undersøkelsen har fått så stor respons fra det offentlige.



Figur 14 Illustrasjon over hvilken del av grøntanleggsbransjen deltakerne av spørreundersøkelsen jobber. Utformet som sektordiagram.

Undersøkelsen hadde et kontrollspørsmål for å se hvilket fag deltakerne representerer i grøntanleggsbransjen. Det er meget tydelig at undersøkelsen nådde ut til flest landskapsarkitekter med hele ni deltagere, selv om foregående spørsmål viser at kun tre landskapsarkitektkontorer deltok. Dette kan skyldes at landskapsarkitekter kan ha varierende arbeidsgivere, og i denne undersøkelsen er det mest sannsynlig at

landskapsarkitektene jobber hos både kommuner og rådgiver-/konsultantselskap i tillegg til landskapsarkitektkontorene. Videre representerer tre deltakere anleggsgartnerbransjen, noe som stemmer overens med foregående spørsmål. Deretter er svarene veldig spredt, noe som er positivt for undersøkelsen, da det vil være med på å gi undersøkelsen svar fra flere fagfelt.



Figur 15 Illustrasjon over hvilke fag som er representert under spørreundersøkelsen. Landskapsarkitekter er sterkt representert i denne undersøkelsen. Utformet som stående stolpediagram.

Deltakerne ble spurt om hvor godt de kjenner til belegningssteiner i permeable dekker og hvor mange prosjekter de har vært med i, i 2021, der hvor belegningssteiner i permeable dekker ble brukt. Disse spørsmålene er ment som en slags kontroll av deltakernes erfaring.

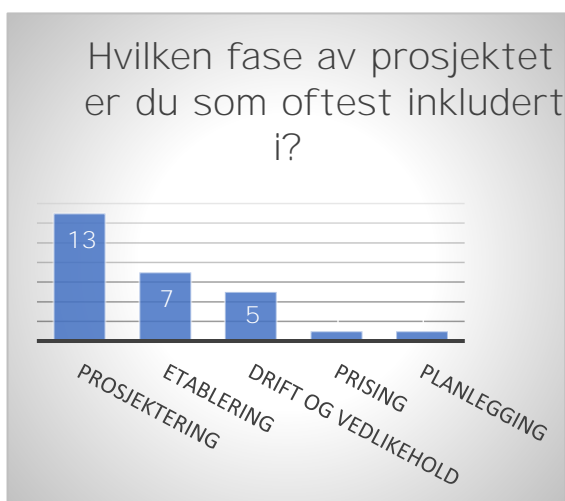
Deltakerne ble bedt om å velge mellom et tall på en skala fra 1 til 5, om hvor godt kjent de er med denne løsningen, der hvor 1 er «lite kjent» og 5 er «veldig godt kjent». De fleste har her valgt å plassere seg på nummer 4. Videre har resten plassert seg lenger ned på skalaen. Altså ingen på nummer 5, som er veldig godt kjent. (Illustrasjon på neste side.)



Figur 16 Illustrasjon over hvor god kjennskap deltakerne av spørreundersøkelsen har til permeable dekker, på en skala på 1-5. Utformet som stående stolpediagram.

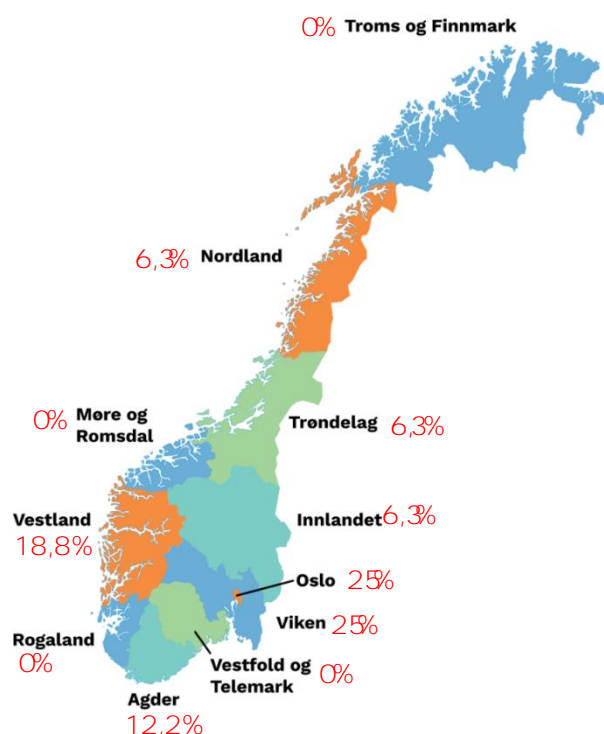
Spørsmålet om hvor mange prosjekter deltakerne har vært med i, i 2021, viser at dette dekket ikke er veldig mye brukt. 50% av deltakerne har ikke vært involvert i prosjekter som inkluderer denne løsningen. De resterende deltakerne har vært med på 1-10 prosjekter som har inkludert permeable dekker av belegningsstein.

Det var også interessant å lese hvilken fase av prosjektene deltakerne som oftest var inkludert i. Her fikk deltakerne lov til å velge flere enn et alternativ, siden man kan være en del av flere faser. Majoriteten av deltakerne er med på prosjekteringsfasen. Deretter etableringsfasen, og drift og vedlikehold.



Figur 17 Illustrasjon av hvilken fase av prosjekter deltakerne i spørreundersøkelsen som oftest er inkludert i. Utformet som stående stolpediagram.

Undersøkelsen fikk svar fra deltakere over store deler av Norge. Tidlig ble det bestemt at det var ønskelig med deltakere fra ulike deler av landet. Det med bakgrunn av at en større diversitet av deltakerne ville være mer representativt for hele Norge. Oslo og Viken er mest representert med henholdsvis 25% hver. Deretter Vestland med 18,8%. Agder med 12,2%, og Trøndelag, Innlandet og Nordland med henholdsvis 6,3%.



Figur 18 illustrasjon over hvor deltakerne i spørreundersøkelsen er lokalisert. Prosentanvisningene i rødt er mine markeringer. Basert på «Fylker per 2020», Av Erik Bolstad/Store norske leksikon, lest 13.03.22 (<https://snl.no/fylke>)

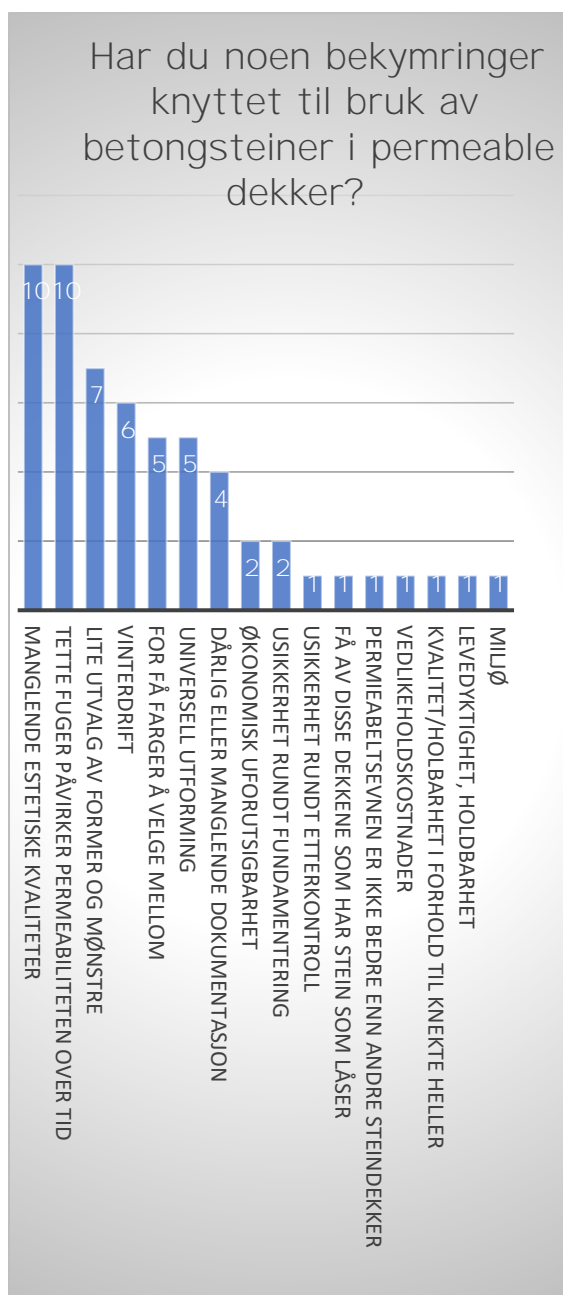
### 4.3 Gjennomgang av svarene fra hoveddelene i undersøkelsen

I dette underkapittelet bryter jeg ned svarene jeg fikk fra de to hoveddelene i undersøkelsen samt den generelle delen. Disse tre delene var de delene som stilte de faglige spørsmålene knyttet opp til temaet. Jeg kommer til å gå detaljert inn på temaene, men ikke hvert enkelt spørsmål, da dette ikke alltid er hensiktsmessig. Det blir allikevel en oppsummering av alle svarene fra hoveddelene.

I første spørsmål i hoveddelen ble deltakerne spurt om hvilken rolle som oftest ønsket seg belegningssteiner i permeable dekker i prosjektene. Her kom det ganske tydelig frem at det er de prosjekterende som gjerne ønsker denne løsningen, med henholdsvis 50% besvarelse. Deretter var det likt mellom byggherre og entreprenør med 25%. besvarelsen kan tolkes som at det er de prosjekterende i prosjektene som kanskje sitter på mest kunnskap om behovet for, og kravene til lokal overvannsdiskonering. Rådgiverne/konsulentene går antagelig igjennom intensjonene til byggherre, for så å beregne overvannsmengdene og komme med løsninger for å håndtere dette.

Videre ble deltakerne spurt om hva de ser etter når de skal bestemme hvilke belegningssteiner som skal bli brukt til permeable dekker, på et generelt grunnlag. De gjennomgående svarene er at estetikk og evnen til permeabilitet er det de ser etter, men også om belegget kan tåle den belastningen som er tiltenkt arealene. Behovet for drift og vedlikehold er også noe flere nevner som en viktig faktor. Når det gjelder pris, er det er kun en deltaker som har nevnt pris under dette spørsmålet. To av deltakerne nevner at det ofte velges granitt fremfor betong, da betong «(...) ikke holder like godt som granitt» (Anonym deltaker, 2022). Men også fordi det er krav fra kommuner at i sentrum skal det velges granitt fremfor betong. (Det kommer ikke frem av

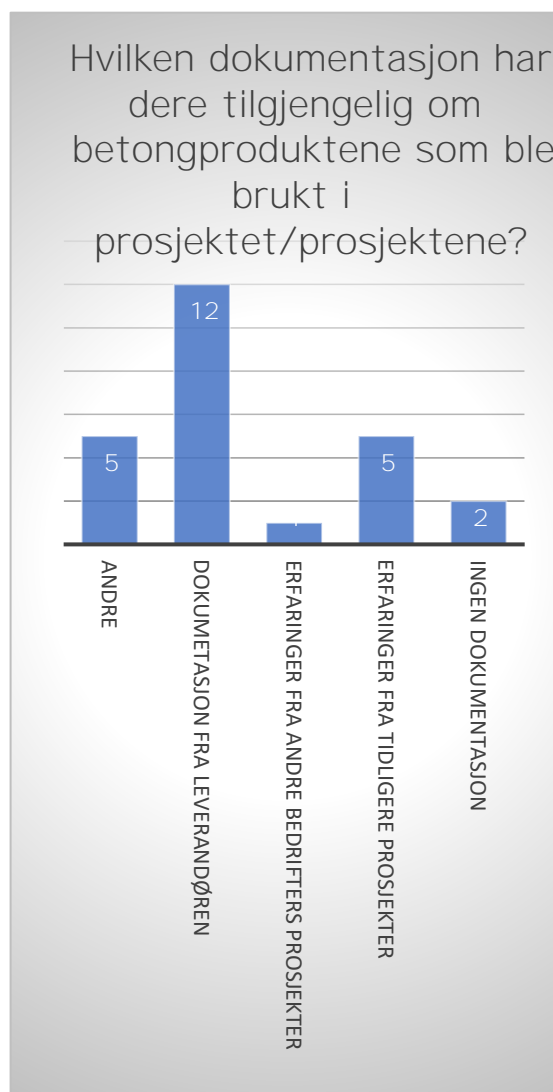
svaret hvilken kommune dette gjelder, og siden undersøkelsen er gjort anonymt er det ikke mulig å spore deltakeren). Neste spørsmål bygger videre på foregående, der de ble spurt om de har noen bekymringer knyttet til bruk av belegningssteiner i permeable dekker. Her ble det på forhånd skrevet inn ti alternativer som i forkant kunne antas å være aktuelle bekymringer. I tillegg hadde de muligheten til å skrive inn andre svar. Her kommer det enda tydeligere frem, og bekrefter de tidligere svarene og mine inntrykk, at det er permeabilitet over tid og manglende estetiske kvaliteter som er hovedutfordringene ved bruk av belegningssteiner i permeable dekker. Foruten bekymringene om farger og mønstre på steinen, som fikk ganske høye tall, er det vinterdrift av dekket og påvirkningen av universell utforming som er viktige usikkerhetsmomenter. Deltakerne ble så spurt om disse bekymringene spiller inn på de valgene som tas i prosjekter, og om utfordringene er til hinder for å ta i bruk belegningssteiner i permeable dekker. Det viser seg at usikkerheten rundt bruken av denne løsningen har en helt klar effekt på beslutningen av hvilke dekker som blir valgt. Alle bekymringene fører til at det blir benyttet andre materialer, da gjerne granitt, istedenfor belegningssteiner.



Figur 19 Illustrasjon over hvilke bekymringer deltakerne i spørreundersøkelsen har til bruk av belegningssteiner i permeable dekker. Permeabilitet og de visuelle egenskapene er de to utfordringene som er størst ut ifra spørreundersøkelsen. Utformet som stående stolpediagram.

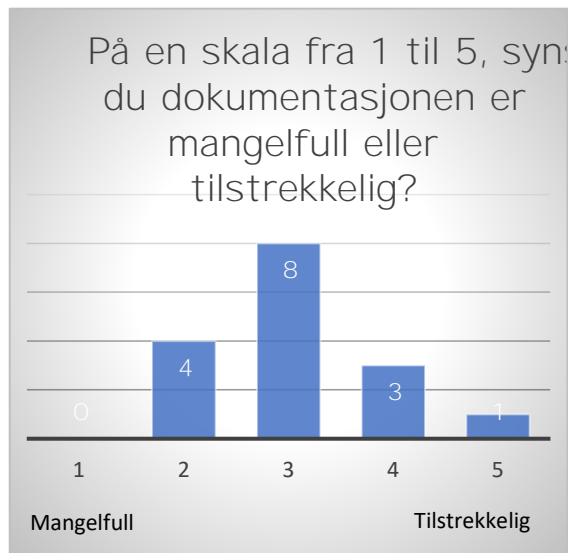
Undersøkelsen satte også fokus på dokumentasjon. Gjennom studiet har jeg fått inntrykk av at det er mangel på tilstrekkelig dokumentasjon, og ville her undersøke om det stemmer. Først ble deltakerne spurt om hvilken dokumentasjon de har tilgjengelig om de betongproduktene som ble brukt i de

relevante prosjektene. Her fikk deltakerne fire alternativer, samt alternativet «annet». Her var tanken at deltakerne kunne skrive inn andre kilder til dokumentasjon, men enkelte deltakere valgte å utdype svaret de ga fra de ferdig utfylte alternativene. Dette er grunnen til at jeg har samlet de svarene under «andre» kategorien i diagrammet. Majoriteten benytter seg av dokumentasjonen fra leverandøren. Leverandøren er en nærliggende kilde å hente dokumentasjonen fra.



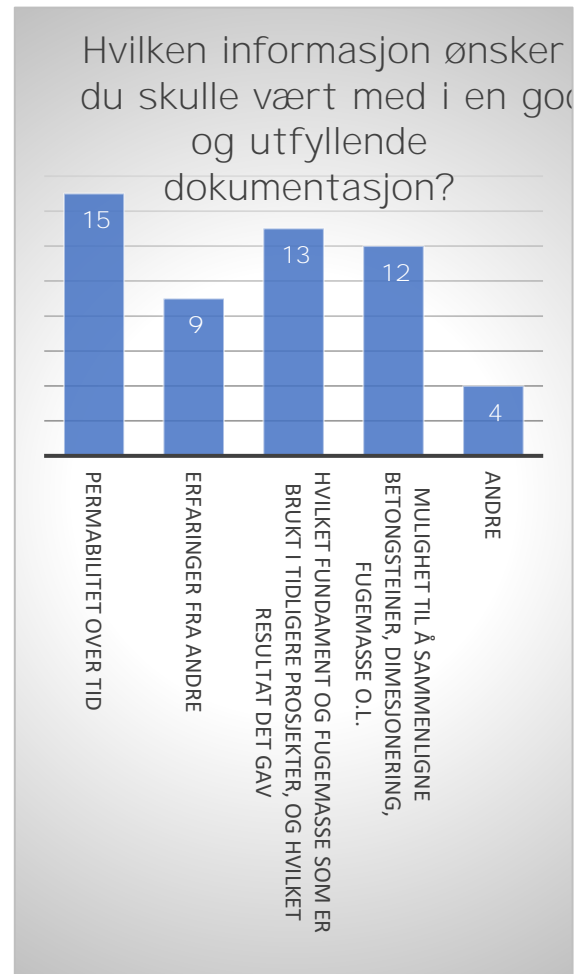
Figur 20 Illustrasjon over hvilken dokumentasjon som deltakerne av spørreundersøkelsen har tilgjengelig om de betongproduktene som ble brukt i deres prosjekt(er). De fleste henter dokumentasjon fra leverandøren. Utformet som stående stolpediagram.

Videre ble det spurt om den dokumentasjonen de har tilgang til er mangelfull eller tilstrekkelig, på en skala fra 1 til 5. Det er litt varierende hva deltakerne mener, men de fleste (50%) valgte her nummer 3. 25% synes dokumentasjonen er ganske mangelfull, mens den siste 25% mener dokumentasjonen er på 4-5 nivå.



Figur 21 Illustrasjon over hvordan deltakerne i spørreundersøkelsen rangerer dokumentasjon på permeable dekker av belegningsstein, på en skala på 1-5. Utformet som stående stolpediagram.

Så ble deltakerne spurt om hvilken type informasjon som burde vært med i en god og utfyllende dokumentasjon. Igjen er det permeabilitet over tid er det som de aller fleste vil ha med i en slik dokumentasjon. Også hvilket fundament og fugemasse som er brukt i tidligere prosjekter viser seg at deltakerne mener er veldig viktig å få med. Under «andre» ble det her nevnt behovet for drift og vedlikehold, levedyktighet og klimagassregnskap.



Figur 22 Illustrasjon over hvilken informasjon deltakerne mener er viktig i en god dokumentasjon. Utformet som stående stolpediagram

Når det gjelder drift og vedlikehold, ble deltakerne spurt om de hadde noen erfaring med noen form for kontroll av permeabiliteten på dekkene. Det viser seg at ingen av deltakerne har erfaring knyttet til slik kontroll. Det ble nevnt i et oppfølgingsspørsmål fra en av deltakerne at vedkommende «Kjenner ingen andre metoder en [sic] å ta opp noen steiner og følge med på finstoff i bærelag/fugemasse.» (Anonym deltaker, 2022) Spørsmålet ble stilt for å undersøke om det er noen form for standardiserte kontrolleringsformer. Produsentene av belegningssteinene benytter seg av en sylinder som man plasserer på det permeable dekket, for så å fylle det med vann og måle hvor fort vannet trekker ned. Slik som på bildet på neste side.





Figur 23 Skjermtklipp fra Vikaune Fabrikker AS sitt Facebook innlegg 8. september 2021. Bildet viser hvordan man kan måle permeabilitetskapasitet til dekket. (<https://www.facebook.com/Vikaune/>)

Ved å utføre en kontroll på denne måten i et gitt intervall fra da dekket ble lagt og utover, vil man kunne få en god oversikt over dekkets permeable utvikling. Teknologien er tilgjengelig, men ut ifra denne undersøkelsen var det ingen som benyttet seg av denne metoden. Den visuelle kontrollen som ble nevnt ovenfor av en av deltakerne kan gi et inntrykk av hvor stor/liten forurensningen av dekket er, men ved kun å utføre visuelle kontroller vil man ikke få nøyaktige resultater. For å få et eksakt svar burde eksemplarer av fugemassen og eventuelt bærelaget sendes til analyse. Ved å sende inn massene til analyse kan man for eksempel få kornfordelingsdiagrammer som kan legges til grunn for sammenligning av dagens masser med de massene som ble lagt ut under anleggsprosessen. Dette er en mulighet få å oppnå en fullverdig kontroll.

Deltakerne ble spurt om det ble stilt noen krav til dokumentasjon av permeabiliteten etter anleggets ferdigstilling. Spørsmålet ble stilt for å få et inntrykk av om dekkene blir fulgt opp. Det er kun 12,5% som svarer at det stilles krav til dokumentasjon av permeabiliteten etter anleggets ferdigstilling. Hvilket tyder på at det er lite fokus på permeabiliteten etter overtakelse av anlegget. En slik etterkontroll

er antageligvis noe byggherre må kreve. Men som en av deltakerne svarer på et oppfølgingsspørsmål: «[...] Byggherren stoler ofte på løsning fra utførende og referanseprosjekter.» (Anonym deltaker, 2022) At byggherre stoler på de prosjekterende og utførende er positivt, men byggherrene burde allikevel være opptatt av å kontrollere dekket etter ferdigstilling. En god kontroll, vil gi verdifull informasjon som man kan bygge drift og vedlikeholdsplaner på. Kanskje man oppdager at vedlikeholdsplanen må endres for å få et så optimalt dekke som mulig. I tillegg vil slike kontroller bidra til å gi bedre kunnskap innad i grøntanleggsbransjen.

Når det er snakk om drift og vedlikehold av belegningssteiner i permeable dekker, er det ofte snakk om tetting av fugene. Derfor var et av spørsmålene om deltakerne har erfaring med tetting av fuger i deres prosjekter. Det var kun 25% som svarte ja. En deltaker utdypet at tettingen av fugene skyldtes vekst (ugress), mens en annen deltaker påpekte at tettingen skyldtes strøing om vinteren med subbus.

#### 4.4 Hovedfunn

Fellestrekk i funnene viser at de største utfordringene for å bruke belegningssteiner i permeable dekker i dag, er usikkerheten rundt permeabilitet over tid og estetiske verdier. I tillegg kommer miljøaspektet inn. Miljø er et tema med veldig mange faktorer, som veier mot hverandre. Funksjonaliteten er også et tema som trekkes frem, hvorav blant annet universell utfordring er nevnt som en utfordring. Dokumentasjon er en faktor som bekymrer bransjen. Alt dette blir gått nærmere inn på i neste kapittel, for å se om de nevnte utfordringene faktisk har faglig tyngde.

## 5 Utvalgte utfordringer fra spørreundersøkelsen

De kommende delkapitlene kommer til å ta for seg de største utfordringene knyttet til bruk av permeable dekker av belegningsstein som deltakerne av spørreundersøkelsen har gitt uttrykk for. Her vil utfordringene bli drøftet opp mot utvalgt litteratur som er gjennomgått tidligere.

### 5.1 Permeabilitet over tid

Ut ifra undersøkelsen, er permeabilitet over tid en av de utfordringene som er størst. Det bransjen er bekymret for er at fugene samler/tar til seg finstoffer, smuss og andre forurensninger som over tid tetter fugene, og gjør at dekket mister sin hovedfunksjon. At fugene kommer til å samle forurensninger er et uunngåelig faktum. Under en befaring ved Svinesund transportsenter i Halden, der det i 2016 ble lagt 23 000 m<sup>2</sup> med permeable dekker av belegningsstein (ASAK miljøstein AS, u.d.), kunne man helt tydelig se bark og annen forurensning i fugene.



Figur 24 Bark og annen forurensning i fugene i det permeable dekket ved Svinesund transportsenter i Halden. Foto: Mats Henrik Moen, 07.03.2022

Men har denne opphopingen av forurensninger noe å si på permeabiliteten over tid? Teoretisk sett er svaret ja. Hvis man leser ut ifra diagrammene til Dr. Borgwardt kan man anta at permeabilitetsevnen reduseres den dagen anlegget er ferdig bygd og det tas i bruk. Men det som er mer kritisk er om dekket er i stand

til å ta imot de vannmengdene det er beregnet til.

I forbindelse med utfordringene, har jeg tatt kontakt med ASAK miljøstein AS for å høre hvordan de forholder seg til et utvalg av utfordringene. Deriblant bekymringene bransjen har til permeabilitet over tid. Slik jeg tolket intervjuet med markedsansvarlig fra Asak miljøstein AS er at de forstår bekymringene, men det kanskje uten grunn. Til spørsmålet om hvilke tanker Asak har til at bransjen mener at permeabilitet over tid er en utfordring svarer Asak:

«Infiltrasjonskapasiteten til et permeabelt dekke med belegningsstein kan settes til 100 l/s\*ha (avhengig av brukte masser). Når dekket er nytt er kapasiteten opp mot 5000 l/s\*ham [sic] men over tid reduseres denne pga tilsmusning i fugen. Det betyr at dekket etter flere år fortsatt har en tilfredsstillende kapasitet [...]» (Markedsansvarlig v/ Asak, 2022) Her referer Asak til studiene av Dr. Borgwardt.

Å anslå hvordan permeabiliteten vil utvikle seg i hvert enkelt prosjekt er vanskelig å forutse. Det må foretas beregninger over nedbørsfeltet og finne ut hvor stort regn dekket er ønsket at skal ta imot. Man må medberegne en markant reduksjon av permeabiliteten og derav hvor stort regn dekket faktisk klarer å ta imot over etter et visst årstall. Det er samtidig viktig å huske på at permeable dekker av belegningsstein ikke kan være det eneste tiltaket for overvannsbehandling, men må være en del av et større system. I studien til Dr. Borgwardt fra 2006, kommer det frem at selv om permeable dekker av belegningsstein ikke kan drenere et trafikkert område helt, kan det ha en betraktelig effekt på avrenningen på grunn av forsinkingseffekten. (Borgwardt, 2006) Hvilket kan knyttes opp til trinn to av tre-trinnsstrategien.



Når det gjelder permeabilitet over tid, er det gjerne fordi fugene i dekket går tett. Som nevnt tidligere ble det igjennom spørreundersøkelsen spurt om deltakerne har erfaring med tetting av fuger i deres prosjekter, der hvor kun 25% svarte ja. Dette er interessant med tanke på de holdningene det viser seg at bransjen har til permeable dekker av belegningsstein. Som Dr. Borgwardt skriver at forurensningene som tetter fugene i hans studie hovedsakelig besto av blant annet partikkelutslipp og organisk materiale fra omkringliggende områder. (Borgwardt, 2006, p. 3) Men det er ikke kun disse forurensningene som kan forårsake reduksjon av permeabilitetsevnen. Som en deltaker utdypet angående tetting av fugene i deres permeable dekker av belegningsstein, skyldtes vekst (ugress). Ugressproblematikk er selvfølgelig et tema også for slike typer dekker. En annen deltaker påpekte at tettingen skyldtes strøing om vinteren med subbus. Begge disse årsakene som deltakerne nevnte vil bli tatt opp i kapittelet om drift og vedlikehold.

Utfordringen med permeabilitet over tid er til stede og har en viss faglig tyngde. Studien til Dr. Borgwardt viser at forholdet mellom permeabiliteten til dekket og dekkets alder er viktig. (Borgwardt, 2006) Men som det kommer frem er et permeabelt dekke med redusert permeabilitet fortsatt nyttig i håndteringen av overvann. Det tar fortsatt til seg vann og er med på å dempe og holde tilbake regnet. Slike egenskaper er fortsatt viktig, selv om dekket ikke kan håndtere like mye vann som det er opprinnelig kunne ved anleggets ferdigstillelse.

## 5.2 Visuelle egenskaper

En holdning deltakerne i spørreundersøkelsen har er at produktenes visuelle egenskaper kan være begrensende. Det kommer veldig tydelig frem at bransjen mener det er for lite utvalg av former og mønstre og velge imellom, i tillegg til for få farger. At denne siden ved belegningssteinene skulle vise seg å være en så stor utfordring var litt overraskende. En

mulig forklaring er at 50% av deltakerne var landskapsarkitekter. De aller fleste belegningssteinene til permeable dekker i dag har en farge som befinner seg innenfor gråskalaen, eller har rødlige toner. Selv om naturstein også ofte er grå, gir natursteinen et annet uttrykk. Slik jeg oppfatter fargeforskjellen på betong og naturstein, er at natursteinen inneholder flere kontraster enn hva belegningsstein gjør. I forhold kan belegningssteinen oppleves som monoton. Det finnes mange typer naturstein med ulike mineralsammensetninger. Granitt kan ha varierende mineralsammensetning, men består i all hovedsak av mineralene kvarts, kalifeltspat og plagioklas. (Raade & Fossen, 2021) Mineralsammensetningen er med på å utgjøre steinens utseende, inkludert farge. To av de mest kjente granittypene er drammensgranitt som har en rødlig farge, og iddefjordsgranitten med en jevn lysegrå farge.

Etter samtale med en representant fra Asak miljøstein AS, har jeg fått innsikt i hvordan produsentene av belegningsstein ser på utfordringene. Informasjonen i det dette avsnittet er hentet fra samtalen med Asak. Når det er snakk om de få valgmulighetene det er i markedet i dag, både når det gjelder form og farge, er at det er de produktene markedet til nå har ønsket seg. I følge markedsansvarlig i Asak var det for 20 år siden flere farger å velge mellom i markedet. Asak ser et skifte i bransjen, og er i samarbeid med Snøhetta arkitekter for utvikling av nye produkter som er utformet for torg og plasser. Disse produktene er ikke lansert under skrivingen av denne oppgaven, og vil dermed ikke inkluderes. Hvilke utforming og farger disse nye dekkene vil få er uvisst, men slik markedet kan tolkes ut ifra undersøkelsen, så er markedet klart for nye og innovative løsninger.

I og med at det foregår et skifte i markedet, vil det være naturlig å produsere og tilby nye produkter. Ifølge Asak er det i *prinsippet* ingen begrensninger på hvilke former som kan produseres. Men det er begrensninger på hva

som lar seg gjøre rent produksjonsteknisk. Steinene skal være i henhold til NS-EN 1338:2003, hvilket betyr at produsentene må rette seg inn etter hvilke funksjonskrav som gjelder, for eksempel krav om spaltestrekkfasthet. Når det gjelder farger er det tilnærmet ingen begrensinger ifølge Asak. Betongfokus, som blir nærmere omtalt i delkapittelet om miljøhensyn, støtter dette. Betongfokus skriver følgene om farger i en dialog over e-post:

«[...] betong kan tilsettes pigmenter eller andre tilsetninger som gir farge. Rødt, gult, grønt, blått, sort (mørk grått) er nokså greie. Lages også hvit betong, men da helst med hvit sement (og hvit sand/stein). Fargene holder svært godt da betongen er gjennomfarget. Men en viss falming i overflaten vil det være.» (Kommunikasjonssjef v/ Betongfokus, 2022)

Det vil si at det er store muligheter for å utvikle nye belegningssteiner som kan tilby helt andre estetiske kvaliteter enn de som er på markedet i dag. Skal utvalget «forbedres» vil jeg tro at det må utvikles en sterkere kommunikasjon mellom produsentene og resten av bransjen. Med bedre kommunikasjon vil man kunne oppnå at kundene får videreformidlet sine ønsker til produsentene, slik at produsentene får et mer helhetlig inntrykk av markedet og kan foreta økonomiske analyser for potensielle nye produkter. Dette vil gagne både produsentene og kundene da kundene vil få et bedre tilbud som passer deres ønsker og behov.

Tidligere i oppgaven ble det listet opp de belegningssteinene som er utformet for permeable dekker og som er tilgjengelig i dagens marked. Ved å se på fargene til belegningssteinene som ble nevnt innledningsvis skjønner man hvorfor fargene kan oppleves som en utfordring. Det er stort sett tre farger som går igjen; lys grå, mørk grå (koks) og rødlige varme farger. Disse betongsteinene er ikke et «designelement» i seg selv, men det betyr ikke at man ikke kan inkludere slike typer dekker/steiner i et

anlegg. Asfalt, som er ansett som permeable dekker med belegningssteiner hovedkonkurrent, har heller ikke nevneverdige estetiske kvaliteter. Slik jeg oppfatter situasjonen er at landskapsarkitekter og andre involverte i planleggingsfasen, må tenke litt nytt når det kommer til utforming av anlegg med permeable dekker av belegningsstein.

### 5.3 Miljøhensyn

Som nevnt tidligere er betong et blandingsprodukt som hovedsakelig består av bindemiddelet sement, vann, tilslag og tilsetningsstoffer. Det er forståelig at betong er blitt ansett av grøntanleggsbransjen som et miljøskadelig materiale når prosessen med å lage sement anslås til å stå for 7-8% av klimagassutslippene på verdensbasis. (Kvellheim & Bramslev, 2020)

I forbindelse med denne utfordringen har jeg tatt kontakt med Betongfokus, som jobber for å spre informasjon om betong på et faktabasert grunnlag. (Betongfokus, u.d.) Kommunikasjonen skjedde over e-post. Når det gjelder hvilket forhold Betongfokus har til betong og miljø, på et generelt grunnlag, svarte Betongfokus:

«Betong er et samfunnskritisk, men også utrolig anvendelig produkt/materiale. Det er ikke uten grunn at det er verdens mest produserte vare. Betong i seg selv er ikke miljøskadelig, men det går med ressurser (sand, stein og sement) og energi i framstilling til sement som bransjen har ansvar for. Betong er derfor også en del av løsningen når det kommer til dagens og morgendagens bærekraftige produkter. [...]» (Kommunikasjonssjef v/ Betongfokus, 2022)

Betong er med andre ord et viktig materiale som har vært med på å bygge det samfunnet vi kjenner i dag. Den største miljøutfordringen betong har, er som nevnt sementproduksjonen. Om sementproduksjonen sier Betongfokus dette:

«Utslipp av CO<sub>2</sub> i framstilling av sement er den største miljø/klimautfordringen, og da også fordi det lages så store volumer av sement globalt. Den kjemiske prosessen i framstilling av sement bidrar til utslipp av CO<sub>2</sub>, samtidig er det nødvendig med mye energi for å oppnå denne prosessen. I sementindustrien jobbes det derfor både med å redusere de prosessrelaterte utslippene, samt med å redusere utslipp fra energibruk. [...]» (Kommunikasjonssjef v/ Betongfokus, 2022)

Slik jeg oppfatter situasjonen, er at industrien er klar over utfordringene og jobber aktivt med å gjøre betong- og særlig sementproduksjonen mer miljøvennlig. Et viktig spørsmål er om betongproduksjonen kommer til å bli mer miljøvennlig i årene som kommer. Angående dette svarte Betongfokus at betong allerede har blitt mer miljøvennlig på grunn av at sementproduksjonen har fått lavere karbonavtrykk. Samt at norsk sementproduksjon vil få et enda lavere karbonavtrykk ved hjelp av karbonfangst. (Kommunikasjonssjef v/ Betongfokus, 2022)

I tillegg til å redusere utslippene fra produksjonen og energiforbruket, nevner Betongfokus at karbonfangst vil være tilgjengelig i Norge om et par år. Kort fortalt går karbonfangst ut på å fange CO<sub>2</sub>, transportere gassen til et egnet sted, for så å lagre gassen. (Gassnova, u.d.) Denne oppgaven går ikke nærmere inn på karbonfangstteknologien. Hvis disse tiltakene blir realisert betyr det at betong- og sementindustrien kommer til å utvikle seg i årene som kommer og vil bidra til at betong kommer til å bli et mer miljøvennlig produkt/materiale. Etter min mening burde ikke samfunnet prøve å utelate betong fra prosjekter kun fordi betong blir assosiert som et miljøskadelig materiale. Isteden bør byggherrer og planleggere sammenligne de ulike materialene som er relevante for hvert enkelt prosjekt. Dette kan man gjøre ved hjelp av miljødeklarasjoner (EPD).

«En miljødeklarasjon er et kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste på en standardisert og objektiv måte.» (EPD-Norge, u.d.) Bruk av EPD'er (Environmental Product Declaration) er blitt en utbredt måte å sammenligne for eksempel ulike materialer i bygg- og anleggsbransjen. Siden alle EPD'er må lages ut ifra en standard, er disse en god og rettferdig måte å sammenligne miljøprofilene til de aktuelle materialene. Det ble nevnt av et par av deltakerne i undersøkelsen at belegningssteinene som skal brukes i permeable dekker må ha en EPD for å bli vurdert. Slik det er i dag tilbyr blant annet Asak miljøstein AS og Aaltvedt EPD for deres belegningssteinsprodukter gratis og lett tilgjengelig fra EPD-Norge. Gjennom intervjuet med Asak ble jeg opplyst om at deres EPD gjelder for alle deres produkter som er laget av betong. Situasjonen er antagelig lik for Aaltvedt. I og med at to av deltakerne ønsket seg EPD'er og to slike er tilgjengelig, kan man trekke konklusjonen om at det er behov for bedre informasjon ut til bransjen fra produsentene når den informasjonen markedet etterspør er delvis tilgjengelig i dag.

Når det er snakk om miljøhensyn, er ikke utslipp av klimagasser det eneste som må vurderes. Det hevdes blant annet i veiledere og brosjyrer til permeable dekker av belegningsstein, at disse dekkene er med på å rense overvann for forurensninger. Det kan være mange forskjellige typer forurensninger som menes i denne forbindelse. Som for eksempel finpartikler, næringsstoffer eller tungmetaller. Som Brown & Borst i 2015 kom frem til igjennom sin studie kan total nitrogen bli redusert hvis nitrogenet er partikkelbundet. (Brown & Borst, 2015) Siden dekkene anses å være gode til å rense ut finpartikler (e.g. vegstøv) av overvann, betyr det at næringsstoffer som er bundene til slike partikler kan samles i dekket, og hindres i

videre transport i vannets kretsløp. Bortsett fra dette er det blandede resultater når det gjelder rensning av næringsstoffer gjennom permeable dekker. (Yang & Lusk, 2018) På en måte er det positivt at finpartikler blir renses ut av overvannet, men det er samtidig disse partiklene som er med på å redusere dekkets permeabilitet og øke behovet for vedlikehold. Siden dekket er med på å samle blant annet nitrogen i fugemassene, må det tas særskilte hensyn når det foretas utskifting av fugemassen. Dette blir nærmere omtalt i kapittelet om drift og vedlikehold.

#### 5.4 Universell utforming

Undersøkelsen har vist at flere deltakere bekymrer seg for at den universelle utformingen ikke blir ivarettatt ved bruk av belegningssteiner i permeable dekker. Kravet om universell utforming står sterkt i Norge. Plan- og bygningsloven og TEK17 er to av de viktigste lovene og forskriftene som bygge- og anleggsvirksomheter må ta hensyn til. Når begge disse lovene inkluderer universell utforming i sin formålsparagraf, betyr det at universell utforming er særdeles viktig å planlegge og utføre på en god måte.

I forbindelse med dette sendte jeg en e-post til Norges Handikapforbund (NHF) for å forhøre meg om hva de tenker om problematikken rundt ivarettelse av universell utforming ved bruk av belegningssteiner i permeable dekker. Norges Handikapforbund er en interesseorganisasjon som sitter på god kunnskap rundt mange av utfordringene personer med funksjonsnedsettelse har, og er med på å spre informasjon og kunnskap til ulike deler av samfunnet. Blant annet har de ulike publikasjoner, som blant annet er med på å hjelpe planleggere og utførende med å lage gode bygg og utanlegg. Relevant publikasjon er for eksempel heftet: [Tilgjengelige bygg og uteområder](#). NHF ble spurt om de hadde gjort seg opp en mening angående belegningssteiner i permeable dekker. Samt hvilket syn NHF har til at denne løsningen i mange tilfeller blir brukt på parkeringsplasser

### Universell utforming

Universell utforming er utforming av produkter og omgivelser på en slik måte at de kan brukes av alle mennesker, i så stor utstrekning som mulig, uten behov for tilpassing og en spesiell utforming.

(Norges Handikapforbund, 2011)

og andre offentlige uteområder. I svaret fra NHF står det følgende (Interessepolitisk rådgiver v/ NHF, 2022):

«NHF sitter ikke med noen systematiserte erfaringer på denne type dekker. Men vi har tydelige krav til hvordan dekker må være for å fungere når du bruker rullestol (manuell og elektrisk): Dekket må være fast og jevnt. Ikke brostein eller singel. Det betyr at heller med mange og store fugemellomrom vil oppleves som «humpete» og ubehagelig å trille på. Det kan også framprovosere smerter.»

Ut ifra svaret, kan man tolke det som at dagens belegningsstein som er utformet til permeable dekker ikke er anbefalt å bruke der det skal være tilrettelagt for universell utforming. Belegningssteinene i seg selv er ikke utfordringen, men heller fugene som kreves for å få den permeable effekten. Belegningssteinene som brukes til permeable dekker kan være mer eller mindre helt jevne, mens andre kan være utformet med fas. Belegningssteiner som er tilnærmet flate, har andre kvaliteter enn tradisjonelle råhogde smågatestein. Fuges smågatesteinen med betong vil dekket være fast og risikoen for at dekket medfører risiko for personskader eller er ufremkommelig for personer med funksjonsnedsettelse reduseres. I svaret fra NHF spesifiserer de at brostein heller ikke kategoriseres som et «fast og jevnt dekke» som etter TEK17 §8-6 er et krav ved

gangatkomster til byggverk med krav om universell utforming.

Slik jeg oppfatter grøntanleggsbransjen i dag, er det ingen gjennomgående stor bekymring for at bruk av brostein ikke ivaretar universell utforming, og at det er større aksept for bruk av brostein enn belegningssteiner i permeable dekker. Men det finnes allikevel eksempler på at det blir satt inn tiltak for å gjøre brostein mer egnet.



Figur 25 Bildet viser belegningssteiner som har grove kanter (med fas), som ikke er spesielt egnet for områder der hvor universell utforming er et krav. (Foto: Mats Henrik Moen, 07.03.22)



Figur 26 Her vises belegningssteiner som har rettere kanter (uten fas), og er mer egnet til soner der hvor universell utforming er et krav. (Foto: Mats Henrik Moen, 07.03.22)

I Trondheim kommune har de laget en veileder som viser løsninger for brosteinsdekker som ivaretar universell utforming. Her konkluderer de med at det er mest hensiktsmessig å bruke ulike materialer på de ulike sonene. I gangsonen blir det foreslått å sage brosteinene, for så å flamme de for å oppnå en skliskker overflate. (Dahle, 2020, p. 4) Brostein er et velkjent og anerkjent materiale som bærer med seg lang historie i

Norge. Bransjen er nok mer innstilt på å tilpasse brosteinen og finne gode løsninger som passer med de kravene og forventningen vi har til materialer i dagens utanlegg enn å bruke belegningsstein som er et relativt nytt produkt. Innledningsvis ble det vist flere typer belegningssteiner som er ment for permeable dekker. Man har muligheten til å velge steiner som har ulike utforming til de ulike sonene, slik som Trondheim kommune gjorde med brosteinen i eksempelet over. Man kan for eksempel velge belegningssteiner ut ifra hvordan kantene er utformet. Har steinene stor fas er de ikke egnet for soner der hvor det skal være gangtrafikk og universell utforming er et krav. Da må man heller velge stein som har rettere kanter (uten fas). Da vil fugemassen ligge mer i flukt med steine, og vil være mer behagelig å ferdes på.

Med andre ord tror jeg ikke at man nødvendigvis risikerer å lage et anlegg som er mindre universelt utformet ved å benytte seg av belegningssteiner til permeable dekker, enn ved for eksempel bruk av brostein. Men man må tilpasse materialene til de ulike brukssonene. Det er ikke slik at man kun må bruke belegningssteiner til permeable dekker over et helt område. Man kan kombinere slike belegningssteiner med andre ulike materialer, som for eksempel granitt- eller skiferplater og brostein. Dette går så lenge fundamenteringen er tilrettelagt for det permeable dekket. Her kreves det god planlegging slik at alle de ulike materialene får tilfredsstillende fundamentering slik at man ikke får setninger eller andre skader i dekket.



## 5.5 Drift og vedlikehold

Et permeabelt dekke av belegningsstein er ikke vedlikeholdsfritt. Som alle andre dekker må det settes inn tiltak for å opprettholde kvaliteten. Tidligere i oppgaven ble det nevnt at en deltaker har hatt problemer med ugras som tettet igjen fugene og reduserte permeabilitetsevnen. Som ved alle typer «grå arealer» må ugrasbehandling medregnes der hvor forholdene legger til rette for vekst. Dette kan gjelde i hjørner og andre steder der det ikke er stor ferdsel av enten motorkjøretøy eller mennesker. Samt langs kanter inntil bed og gressplener som kan tilføre store mengder organisk materiale til fugene. Hvordan man fjerner ugress i permeable dekker av belegningsstein kan ha en betydning for hvor stor «effekt» man får ut av ugrasbehandlingen. Kjemisk behandling er generelt ikke anbefalt. Og særlig ikke på slike dekker som denne oppgaven tar for seg. I forskrift om plantevernmidler står det at på sterkt permeable arealer skal det vurderes begrensinger av plantevernmidler. (Forskrift om plantevernmidler, 2015) Hvilket betyr at plantevernmidler bør unngås på permeable dekker. Termisk behandling, er et bedre alternativ enn kjemisk i dette tilfellet da dette ikke har stor påvirkning på omkringliggende områder. Men ved bruk av termisk behandling vil man ikke fjerne røttene og det organiske materialet som befinner seg i fugene. Derav vil antagelig ikke permeabilitetsevnen øke etter denne type ugrasbehandling. Den eneste måten å fjerne ugraset på, og gjenvinne noe av den tapte permeabiliteten er ved mekanisk behandling. Ved mekanisk behandling, som for eksempel manuell luking, vil man kunne fjerne mye av rotsystemet til ugraset og har mulighet til å etterfuge.

En annen deltaker nevnte at strøing om vinteren førte til tetting av fugene. I dette tilfellet ble det strødd med subbus. Subbus inneholder nullstoffer, noe som er med på å danne en kompakt overflate på toppen av fugene. Permeable dekker av belegningsstein, bør kun strøs med samme fraksjoner som de

er fuget med. Da skader ikke strøingen dekket, men heller fungerer som etterfuging. For å unngå at situasjoner som dette skjer, er det veldig viktig med god planlegging av drift og vedlikeholdsplaner. Og ikke minst god kommunikasjon og innføring i konseptet permeable dekker til de utførende. På den måten kan man skape en god felles forståelse for anlegget, og unngå at slike uønskede hendelser skjer. Dersom strøing med feil masser skulle skje, må det settes inn større tiltak. Forurensningene sitter som regel i de 20 øverste millimeterne av fugemassen. Man kan benytte seg av suge- og feiebiler som suger opp fugemassene, for så å refuge med nye rene masser. På denne måten vil man få tilbake deler av den tapte permeabilitetsevnen. (Drake & Bradford, 2013)

Hvor ofte man må refuge kommer an på flere faktorer, blant annet hvilken belastning dekket utsettes for og hvilke områder som er nærliggende. Ulike kilder anbefaler forskjellige intervaller. Bare Asak miljøstein AS opererer med forskjellige anbefalinger. I brosjyren til Asak anbefales et intervall på 3-5 år (Asak miljøstein AS, 2021, p. 5), mens i FDV-dokumentet anbefales 5-7 år. (Asak Miljøstein AS, 2021) I intervjuet med Asak ble det anbefalt ca. 8 års intervall. (Markedsansvarlig v/Asak miljøstein AS, 2022) Hvilket intervall som skal velges i de enkelte prosjektene må bestemmes individuelt. Ved refuging må det tas hensyn til at fugemassene er forurensede. Fugemassene har blitt utsatt for mange former for forurensninger gjennom fugemassens levetid. I veilederen utarbeidet av Lintho Steinmiljø AS og Vannfakta står det følgende som refuging: «[...] Ved eventuell refuging skal fugemasse som kan inneholde forurensing, leveres til godkjent deponi for forsvarlig behandling.» (Lintho Steinmiljø AS; Vannfakta, 2021) Ved levering til godkjent deponi kreves det dokumentasjon på massene som skal levers. Norsk Gjenvinning skriver følgende om forurensede masser:

«Forurensede masser er masser som inneholder forurensninger slik at de ikke kan klassifiseres som rene, men som ligger under grensen for farlig avfall. [...] Dersom avfallet skal deponeres, er avfallsbesitter pliktig å gjennomføre en basiskarakterisering av avfallet iht. avfallsforskriften kap. 9.» (Norsk gjenvinning , 2015)

Dette tyder på at en videre behandling av fugemassen må inkluderes i prosjekteringen og kostnadsvurderingen av dekket. Informasjon om hvordan fugemassen skal behandles burde vært inkludert i FDV-dokumentet fra produsent for å forenkle den videre prosessen. En nøyaktig generell dokumentasjon vil mest sannsynlig ikke være mulig å lage, da dekker ved forskjellige områder utsettes for ulik trafikk, belastning og klima, og vil da utsettes for ulike former for forurensinger.

For å forlenge intervallet mellom hver refuging, er det anbefalt fra flere kilder at det gjennomføres regelmessig feiing av dekket. En deltaker fra undersøkelsen skriver følgende «[...] Ved drift av belegget, i den varme årstiden, er det fare for at koster med suging (vårrengjøringen bl.a.) suger opp fugesanden som er ens-gradert. Uten fin stoff [sic] vil fugesanden ikke sette seg og blir sugd opp av sugebilen. Driftsproblemer m.a.o.» (Anonym deltaker, 2022) Det er ikke anbefalt å vedlikeholde permeable dekker av belegningsstein på regelmessig basis ved hjelp av enten sugebil eller høytrykkspyling. I veilederen fra Lintho steinmiljø AS og Vannfakta står dette om vedlikehold: «Ved ordinært vedlikehold skal det ikke benyttes sugebil på permeable dekker. Høytrykkspyling er heller ikke anbefalt, da det kan bidra til å blåse vekk fugemassen. Vedlikehold av permeable dekker er i hovedsak feiing. Intervallene avgjøres ut fra bruk og tilsmussing. [...]» (Lintho Steinmiljø AS; Vannfakta, 2021) Ut ifra undersøkelsen virker det som at det er en misforståelse angående bruk av sugebiler. Sugebiler skal kun bli brukt på permeable dekker av belegningsstein når

fugemassen skal erstattes, ikke til rutinemessig vedlikehold. Det må settes inn andre tiltak på permeable dekker av belegningsstein enn hva det gjøres på for eksempel asfalt, granittdekker og «vanlige» belegningsstein. Hvilket tyder på at det er behov for bedre kommunikasjon og spredning av informasjon om slike typer dekker til de som utfører vedlikeholdet.

Ut ifra spørreundersøkelsen ser bransjen på vinterdrift av permeable dekker av belegningsstein som en stor utfordring. Maskinell brøyting som benyttes på konvensjonelle dekker, kan brukes på permeable dekker av belegningsstein (dersom det er dimensjonert for det). Hvis dekket blir lagt i henhold til NS3420-K:2022 er avvikene i planhet og største vertikale sprang ved fuger mindre enn hva det er for mange av de andre dekkene. Permeabelt dekke av maskinlagt betongstein har et krav til største vertikale sprang ved fuger på 3mm, mens for eksempel gradhogd natursteinsplater har et krav på 6mm. (Standard Norge, 2022) Hvilket betyr at det ikke skal være noen problemer med dekkets planhet hvis det etableres i henhold til NS3420-K:2022. Behovet salting er mindre enn hva det er på asfalterte områder ifølge en studie om vedlikehold på vinterstid på permeable dekker av belegningsstein. (Marvin, et al., 2021) I studien kommer det frem at gjenfrysing av smeltet snø og is ble observert på asfalt, men ikke på de permeable dekkene av belegningsstein. Hvilket studien legger til grunn for at det er mindre behov for avisingsmiddel på permeable dekker av belegningsstein, samt at det gir mindre risiko for at personer kan skli og skade seg på disse type dekkene gjennom vinteren. (Marvin, et al., 2021) At det er behov for mindre salting, og for så vidt strøing, kan begrunnes med at oppbygningen av dekket er permeabelt. Hvilket betyr at vannet ikke lagres i oppbygningen. Derav er dekket ikke utsatt for tele. (Lintho Steinmiljø AS; Vannfakta, 2021, p. 9)

Anleggsgartnermester Knut A. Thorvaldsen presiserer i et oversendt dokument at selv permeable dekker av belegningsstein må anlegges med fall:

«Hvor egnet er de til å ivareta nedbør på underkjølt frossen belegningsstein, fugemasse og underliggende lag? Altså, når det blir stor nedbørsmengde som må kunne finne avrenning på overflaten. Da er det behov for min. 2-3 % fall til en eller annen form for av overvannsavrenning. I senere tid har jeg registrert at fall til avrenning blir forutsatt. Bra, dette tyder på at helt horisontale belegglater ikke anbefales, slik vi har sett tendenser til tidligere.» (Thorvaldsen, 2022)

Dette er det viktig å planlegge for. Selv om permeable dekker er bygd opp med ensgraderte masser, må man ta hensyn til at overflaten kan fryse. Å etablere dekket med et fall på 2-3% vil være å anbefale da overvannet har en alternativ avrenning når permeabilitetsevnen midlertidig er begrenset. Vannet kan da eventuelt føres til andre deler av overvannshåndteringssystemet. I tillegg er det en fordel at dekket har fall, hvis dekket viser seg å miste så mye av permeabilitetsevnen over tid at dekket har mindre kapasitet enn hva det er behov for. Hvis dekket ikke får nødvendig oppfølging vil overvann allikevel ikke samle seg og lage dammer, da vannet har alternative veier.



## 5.6 Dokumentasjon

Dokumentasjon er viktig i grøntanleggsbransjen med tanke på begrunnelse for de valgene som tas, og i den forbindelse også kvalitetssikring. Gjennom studiet har jeg fått inntrykk av at dokumentasjon for permeable dekker av belegningsstein ikke har vært tilstrekkelig. Siden det er behov for god og utfyllende dokumentasjon, er det interessant å kartlegge om den dokumentasjonen som foreligger i dag er god nok for at belegningssteiner i permeable dekker kan ha en fremtid i norske grøntanlegg.

Hva som regnes som dokumentasjon når det gjelder belegningssteiner i permeable dekker er for eksempel studier på permeabilitet over tid, FDV-dokumenter, EPD'er og produktdatablad med henvisninger til norsk standard. Dokumentasjonen som omhandler permeabilitet over tid er ofte utenlandske på grunn av at løsningen med belegningssteiner i permeable dekker er relativt ny i Norge. Det er etablert flere forskningsfelt i Norge for å undersøke hvordan slike dekker oppfører seg under norske forhold. Et eksempel er et testfelt utenfor Sandnes utviklet av Skjæveland Cementstøperi AS, Multiblokk AS og Storm Aqua AS som skal blant annet være med å dokumentere infiltrasjonskapasiteten av permeable dekker av belegningsstein. (Møller-Pedersen, 2015)

Tilgang på EPD blir stadig et viktigere verktøy i å bestemme og sammenligne miljøprofiler til produkter. EPD blir også brukt som dokumentasjon og må være tilgjengelig for alle typer belegningsstein. Som nevnt har ikke alle produsenter av belegningsstein utviklet en EPD, men det kan komme til å bli nødvendig for å opprettholde konkurranse med de produsentene som tilbyr EPD. For at EPD'ene skal være gode og pålitelige, må de bli oppdatert ettersom de bestanddelene betongen består av utvikler seg. Da særlig sementen, siden sement som nevnt utgjør størsteparten av klimagassutslippene til betong.

Ut ifra spørreundersøkelsen virker det som at kvaliteten på dokumentasjon som er tilgjengelig er akseptabel. Men deltakerne gav uttrykk for et behov for bedre dokumentasjon angående permeabilitet over tid, hvilket fundament og fugemasser som er blitt brukt tidligere og hvilket resultat det gav, og hvilke erfaringer andre i grøntanleggsbransjen har til løsningen. Det som er oppsiktsvekkende er at fem deltakere sitter på egne erfaringer fra tidligere prosjekter, som de bruker som dokumentasjon. Den informasjonen de sitter med er potensielt viktig informasjon som hadde vært interessant om bransjen kunne fått et innblikk i. Hele 75% av deltakerne skulle ønske det fantes en bedre oversikt over dokumentasjonen. En plattform der all informasjon/dokumentasjon knyttet til materialene/produktene ligger samlet. Her er det et potensielt marked for å utvikle en ny tjeneste som er brukervennlig, og som gir lett tilgang på all relevant dokumentasjon.

Når det gjelder dokumentasjon etter anleggets ferdigstilling, svarer 87,5% av deltakerne at det ikke er noen krav. I oppfølgingsspørsmålet om hvilken type dokumentasjon som krevdes, hvis det stilles krav etter ferdigstilling, skrev en deltaker følgende: «Dette vet jeg ikke, men hvis jeg var oppdragsgiver ville jeg ha krevd for etter 5 års bruk og drift og i produktets levetid med vedlikeholdsmanual [sic] inkludert» (Anonym deltaker, 2022) Å innhente dokumentasjon etter ferdigstilling av et permeabelt dekke av belegningsstein er muligens en måte å kvalitetssikre at anlegget opprettholder de egenskapene som var tiltenkt. For eksempel en anordning der hvor entreprenøren eller et tredjepartselskap kontrollerer anlegget i et bestemt intervall for så å samle informasjonen i et system som gjør at man kan få ut konkrete data. Hvis dette gjennomføres, kan dataene legges til grunn for hvor stort drift- og vedlikeholdsbehovet er på de enkelte anleggene.

## 6 Konklusjon

Oppgavens hovedproblemstilling er: «Har belegningssteiner i permeable dekker en fremtid i norske grøntanlegg?»

Problemstillingen bygges opp av underproblemstillingen: «Hvilke utfordringer er knyttet opp til bruk av belegningssteiner i permeable dekker». Etter arbeidet med oppgaven er det tydelig at det er en fremtid for permeable dekker av belegningsstein i norske grøntanlegg. Men for at dekket skal være et godt valg stilles det noen forutsetninger.

Det forutsettes at:

1. Det utvikles en forsterket gjensidig kommunikasjon mellom grøntanleggsbransjen og produsentene av belegningsstein
2. Prosjekteringen av utførelsen og omgivelsene til dekket er nøye gjennomtenkt
3. Dekket vedlikeholdes regelmessig etter en drift- og vedlikeholdsplan som er utviklet for anlegget.

For det første kreves det at produsentene av belegningsstein og grøntanleggsbransjen utvikler en forsterket kommunikasjon. Dette gjelder begge veier. Grøntanleggsbransjen må kunne enklere formidle ønsker direkte til produsentene, slik at de lettere kan utvikle et bedre egnet og tidsriktig utvalg av belegningsstein med tanke på visuelle egenskaper. Produsentene må enklere kunne tilby helhetlige og betryggende dokumentasjon til produktene.

Dokumentasjon på permeabilitet over tid, EPD, FDV, krav i standarder og annen dokumentasjon som det er behov for eksisterer, men oppleves som vanskelig å oppsøke.

For det andre kreves det en nøye og gjennomført planlegging. Området må kartlegges for å undersøke om et permeabelt dekke av belegningsstein er ønskelig eller ikke. For eksempel er grunnforhold en viktig faktor

som kan avgjøre om infiltrasjon av overvann via permeable dekker ikke er egnet. Blir det bestemt at permeable dekker av belegningsstein skal benyttes, må utførelsen av dekket og de omkringliggende områdene planlegges nøye. Dekket må anlegges med fall med tanke på langvarige kuldeperioder. Samt hvis dekkets kapasitet reduseres over tid, slik at alt overvannet ikke infiltreres. Da er det behov for en alternativ avrenning av overvannet. Universell utforming er meget viktig å planlegge for. Dette kan gjøres med å velge ulike steiner til ulike bruksområder. Eventuelt kan man kombinere belegningssteiner som er utformet for permeable dekker og andre materialer/produkter der det er særlige behov. I tillegg er det viktig å planlegge for områdene rundt, slik at det ikke oppstår unødvendig behov for drift og vedlikehold.

Til slutt kommer behovet for drift og vedlikehold. Selv om et permeabelt dekke av belegningsstein har forholdsvis lavt behov for vedlikehold, er det en forutsetning for et velfungerende dekke at det utvikles en egen drift- og vedlikeholdsplan som følges som planlagt. Regelmessig feiing av dekket, og utskifting av fugemassen i et bestemt intervall, vil være avgjørende for å opprettholde permeabilitetsevnen. Er det ikke satt av ressurser til dette, er det særlig viktig at det planlegges for at den prosjekterte overvannmengden dekket var ment til å håndtere kan finne alternative veier.

Permeable dekker av belegningsstein er et godt alternativ til ordinære faste dekker, som også imøtekommer de økte overvannsmengdene grunnet klimaendringer. De utfordringene som oppgaven har tatt for seg er reelle, men hvis disse utfordringene tas hensyn til under prosjekteringen kan alvorlighetsgraden reduseres. Permeable dekker av belegningsstein er et dekke som har vært lite utbredt i Norge, men vil med rett prosjektering bli viktig i norske grøntanlegg i fremtiden.

## Figurliste

|  |    |
|--|----|
| FIGUR 1 MULTIBLOKK: MULTILOCK DREN (HENTET 22.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.MULTIBLOKK.NO/MULTIBLOKK/ARTICLE.ASPX?ARTID=968&amp;CATID=-1&amp;PID=-1?PID=464">HTTPS://WWW.MULTIBLOKK.NO/MULTIBLOKK/ARTICLE.ASPX?ARTID=968&amp;CATID=-1&amp;PID=-1?PID=464</a>  | 7  |
| FIGUR 2 AALTVEDT: PRIORA ØKO GRÅ (HENTET 22.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.AALTVEDT.NO/PRODUKT/PRIORA-OKO-GRA-10CM/">HTTPS://WWW.AALTVEDT.NO/PRODUKT/PRIORA-OKO-GRA-10CM/</a>  | 7  |
| FIGUR 3 ASAK MILJØSTEIN: ARENA DREN, KOKSGRÅ (HENTET 22.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.ASAK.NO/PRODUKTER/BELEGNINGSSTEIN/ARENA-DREN/(SELECTEDCOLOR)/9440">HTTPS://WWW.ASAK.NO/PRODUKTER/BELEGNINGSSTEIN/ARENA-DREN/(SELECTEDCOLOR)/9440</a>  | 7  |
| FIGUR 4 MULTIBLOKK: GANGBANEHELLER AKTIV DREN (HENTET 22.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.MULTIBLOKK.NO/MULTIBLOKK/ARTICLE.ASPX?ARTID=1129&amp;CATID=-1&amp;PID=-1?PID=463">HTTPS://WWW.MULTIBLOKK.NO/MULTIBLOKK/ARTICLE.ASPX?ARTID=1129&amp;CATID=-1&amp;PID=-1?PID=463</a>                                     | 7  |
| FIGUR 5 ASAK MILJØSTEIN: ASAK DRENSTEIN (HENTET 22.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.ASAK.NO/PRODUKTER/BELEGNINGSSTEIN/DRENSTEIN">HTTPS://WWW.ASAK.NO/PRODUKTER/BELEGNINGSSTEIN/DRENSTEIN</a>   | 7  |
| FIGUR 6 BENDERS: BAS MED FAS DRAIN (HENTET 22.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.BENDERS.SE/NB-NO/SORTIMENT/UTEMILJO/BELEGNINGSSTEIN/BAS-MED-FAS/">HTTPS://WWW.BENDERS.SE/NB-NO/SORTIMENT/UTEMILJO/BELEGNINGSSTEIN/BAS-MED-FAS/</a>  | 7  |
| FIGUR 7 BENDERS: DELTA DRAIN MED FAS (HENTET 22.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.BENDERS.SE/NB-NO/SORTIMENT/UTEMILJO/BELEGNINGSSTEIN/DELTA-DRAIN/">HTTPS://WWW.BENDERS.SE/NB-NO/SORTIMENT/UTEMILJO/BELEGNINGSSTEIN/DELTA-DRAIN/</a>  | 7  |
| FIGUR 8 ASAK MILJØSTEIN: NYE RØDLIGE FARGER SOM KAN BESTILLES TIL STEINER SOM ER UTFORMET TIL PERMEABLE DEKKER.(HENTET: 25.04.2022) TILGJENGELIG FRA:<br><a href="HTTPS://WWW.ASAK.NO/PRODUKTER/BELEGNINGSSTEIN/ARENA-DREN/(SELECTEDCOLOR)/9631">HTTPS://WWW.ASAK.NO/PRODUKTER/BELEGNINGSSTEIN/ARENA-DREN/(SELECTEDCOLOR)/9631</a> | 7  |
| FIGUR 9 UTKLIPP FRA NS3420-K:2022 SOM VISER KRAVENE TIL PLANHET FOR BELEGG. (MINE MARKERINGER) HENTET 08.05.2022 (STANDARD NORGE, 2022)  | 8  |
| FIGUR 10 SKJERMUTKLIPP FRA NVES POWERPOINT PRESENTASJON OM "RISIKOAKSEPT OG TRE-TRINNSSTRATEGI?" (PAUS, 2020)  | 8  |
| FIGUR 11 UTKLIPP FRA DR. BORGWARDTS STUDIE FRA 2006 (BORGWARDT, 2006, P. 9)  | 10 |
| FIGUR 12 UTKLIPP FRA DR. BORGWARDTS STUDIE FRA 2015 (BORGWARDT, 2015)  | 10 |
| FIGUR 13 SIKTEKURVE FRA DR. BORGWARDTS STUDIE FRA 2006 (BORGWARDT, 2006)   | 11 |
| FIGUR 14 ILLUSTRASJON OVER HVILKEN DEL AV GRØNTANLEGGSSBRANSJEN DELTAKERNE AV SPØRREUNDERSØKELSEN JOBBER. UTFORMET SOM SEKTORDIAGRAM.  | 14 |
| FIGUR 15 ILLUSTRASJON OVER HVILKE FAG SOM ER REPRESENTERT UNDER SPØRREUNDERSØKELSEN. LANDSKAPSARKITEKTER ER STERKT REPRESENTERT I DENNE UNDERSØKELSEN. UTFORMET SOM STÅENDE STOLPEDIAGRAM.   | 14 |
| FIGUR 16 ILLUSTRASJON OVER HVOR GOD KJENNSKAP DELTAKERNE AV SPØRREUNDERSØKELSEN HAR TIL PERMEABLE DEKKER, PÅ EN SKALA PÅ 1-5. UTFORMET SOM STÅENDE STOLPEDIAGRAM.  | 15 |
| FIGUR 17 ILLUSTRASJON AV HVILKEN FASE AV PROSJEKTER DELTAKERNE I SPØRREUNDERSØKELSEN SOM OFTEST ER INKLUDERT I. UTFORMET SOM STÅENDE STOLPEDIAGRAM.  | 15 |
| FIGUR 18 ILLUSTRASJON OVER HVOR DELTAKERNE I SPØRREUNDERSØKELSEN ER LOKALISERT. PROSENTANVISNINGENE I RØDT ER MINE MARKERINGER. BASERT PÅ «FYLKER PER 2020», AV ERIK BOLSTAD/STORE NORSKE LEKSICON, LEST 13.03.22 ( <a href="HTTPS://SNL.NO/FYLKE">HTTPS://SNL.NO/FYLKE</a> )  | 15 |
| FIGUR 19 ILLUSTRASJON OVER HVILKE BEKYMRINGER DELTAKERNE I SPØRREUNDERSØKELSEN HAR TIL BRUK AV BELEGNINGSSTEINER I PERMEABLE DEKKER. PERMEABILITET OVER TID OG DE VISUELLE EGENSKAPENE ER DE TO UTFORDRINGENE SOM ER STØRST UT IFRA SPØRREUNDERSØKELSEN. UTFORMET SOM STÅENDE STOLPEDIAGRAM.                                       | 17 |
| FIGUR 20 ILLUSTRASJON OVER HVILKEN DOKUMENTASJON SOM DELTAKERNE AV SPØRREUNDERSØKELSEN HAR TILGJENGELIG OM DE BETONGPRODUKTENE SOM BLE BRUKT I DERES PROSJEKT(ER). DE FLESTE HENTER DOKUMENTASJON FRA LEVERANDØREN. UTFORMET SOM STÅENDE STOLPEDIAGRAM.  | 17 |
| FIGUR 21 ILLUSTRASJON OVER HVORDAN DELTAKERNE I SPØRREUNDERSØKELSEN RANGERER DOKUMENTASJON PÅ PERMEABLE DEKKER AV BELEGNINGSSTEIN, PÅ EN SKALA PÅ 1-5. UTFORMET SOM STÅENDE STOLPEDIAGRAM.   | 18 |
| FIGUR 22 ILLUSTRASJON OVER HVILKEN INFORMASJON DELTAKERNE MENER ER VIKTIG I EN GOD DOKUMENTASJON. UTFORMET SOM STÅENDE STOLPEDIAGRAM   | 18 |

|   |    |
|---|----|
| FIGUR 23 SKJERMUTKLIPP FRA VIKAUNE FABRIKKER AS SITT FACEBOOK INNLEGG 8. SEPTEMBER 2021. BILDET VISER HVORDAN MAN KAN MÅLE PERMEABILITETSKAPASITET TIL DEKKET.<br>( <a href="https://www.facebook.com/vikaune/">HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/VIKAUNE/</a> ) | 19 |
| FIGUR 24 BARK OG ANNEN FORURENSING I FUGENE I DET PERMEABLE DEKKET VED SVINESUND<br>TRANSPORTSENTER I HALDEN. FOTO: MATS HENRIK MOEN, 07.03.2022  | 20 |
| FIGUR 25 BILDET VISER BELEGNINGSSTEINER SOM HAR GROVE KANTER (MED FAS), SOM IKKE ER SPESIET<br>EGNET FOR OMRÅDER DER HVOR UNIVERSELL UTFORMING ER ET KRAV. (FOTO: MATS HENRIK MOEN,<br>07.03.22)  | 25 |
| FIGUR 26 HER VISES BELEGNINGSSTEINER SOM HAR RETTERE KANTER (UTEN FAS), OG ER MER EGNET TIL<br>SONER DER HVOR UNIVERSELL UTFORMING ER ET KRAV. (FOTO: MATS HENRIK MOEN, 07.03.22)   | 25 |

## Referanser

Asak Miljøstein AS, 2021. *FDV-Dokumentasjon - ASAK Permeable dekker med belegningsstein*. [Internett]

Available at: <https://www.asak.no/Produkter/Belegningsstein/Drenstein>  
[Funnet 8 Mai 2022].

Asak miljøstein AS, 2021. *Permeable dekker - naturlig overvannshåndtering*. [Internett]

Available at: [https://www.asak.no/Media/Files/Permeable-dekker\\_produkttark](https://www.asak.no/Media/Files/Permeable-dekker_produkttark)  
[Funnet 3 Mai 2022].

ASAK miljøstein AS, u.d. *Svinesund Transportsenter - permeable dekker*. [Internett]

Available at: <https://www.asak.no/Offentlig-uterom/Referanseprosjekter/Svinesund-Transportsenter-permeable-dekker>  
[Funnet 25 April 2022].

Betongfokus, u.d. *Om Betongfokus*. [Internett]

Available at: [https://www.betongfokus.no/om\\_oss/](https://www.betongfokus.no/om_oss/)  
[Funnet 27 April 2022].

Borgwardt, D. S., 2006. *LONG-TERM IN-SITU INFILTRATION PERFORMANCE OF PERMEABLE CONCRETE BLOCK PAVEMENT*. [Internett]

Available at: <https://www.uni-groupusa.org/PDF/BorgwardtLongterminfiltrationPICP.pdf>  
[Funnet 27 April 2022].

Borgwardt, D. S., 2015. *IN-SITU INFILTRATION PERFORMANCE OF PERMEABLE CONCRETE BLOCK PAVEMENT – NEW RESULTS*. [Internett]

Available at: [https://www.bwb-norderstedt.de/iccbp\\_2015\\_21\\_eng\\_final\\_borgwardt.pdf](https://www.bwb-norderstedt.de/iccbp_2015_21_eng_final_borgwardt.pdf)  
[Funnet 27 April 2022].

Brown, R. A. & Borst, M., 2015. *Nutrient Infiltrate Concentrations from Three Permeable Pavement Types*. [Internett]

Available at: [https://pdf.sciencedirectassets.com/272592/1-s2.0-S0301479715X00144/1-s2.0-S0301479715302425/Robert\\_A\\_Brown\\_pervious\\_concrete\\_2015.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAWaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQGj7RgpoRoiaSxD7cqM2UM8NjbMlp8aXkq%2BYImNzrFfwlge4vzFh3fl](https://pdf.sciencedirectassets.com/272592/1-s2.0-S0301479715X00144/1-s2.0-S0301479715302425/Robert_A_Brown_pervious_concrete_2015.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAWaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQGj7RgpoRoiaSxD7cqM2UM8NjbMlp8aXkq%2BYImNzrFfwlge4vzFh3fl)  
[Funnet 8 Mai 2022].

Butler, D. & Davies, J. W., 2000. *Urban Drainage*. 1. red. London: E & FN Spon.

Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017. *Veiledning om tekniske krav til byggverk av 19. juni 2017 nr. 840*. [Internett]

Available at: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840?q=byggteknisk%20forskrift>  
[Funnet 19 April 2022].

Dahle, S. H. R. Å. V. M. O. H. T. & U. M., 2020. *Universell utforming i historiske bymiljø - løsninger for brusteinsdekke i gater og veiter*. [Internett]

Available at:  
<https://www.trondheim.kommune.no/contentassets/785d5a2e96d44f6d8cc725808b13081e/brusteinsveileder-trondheim-kommune-rev-110320.pdf/>  
[Funnet 20 April 2022].

Drake, J. & Bradford, A., 2013. *Assessing the potential for restoration of surface permeability for permeable pavements through maintenance*. [Internett]  
Available at: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/68/9/1950/18008/Assessing-the-potential-for-restoration-of-surface>  
[Funnet 9 Mai 2022].

Endringslov til plan- og bygningsloven m.m., 2019. *Lov om endringer i plan- og bygningsloven m.m. (håndtering av overvann i arealplanleggingen mv.)*. [Internett]  
Available at: <https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/2019-03-08-5>  
[Funnet 30 April 2022].

EPD-Norge, u.d. *Hva er en EPD?*. [Internett]  
Available at: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/>  
[Funnet 28 April 2022].

Finans Norge, 2018. *Flere værskader*. [Internett]  
Available at: <https://www.finansnorge.no/aktuelt/nyheter/2018/09/flere-varskader/>  
[Funnet 28 Februar 2022].

FN-sambandet, 2021. *Klimaendringer*. [Internett]  
Available at: <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>  
[Funnet 28 Februar 2022].

Forskrift om plantevernmidler, 2015. *Forskrift om plantevernmidler av 6. mai 2015 nr. 455*. [Internett]  
Available at: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-05-06-455>  
[Funnet 5 Mai 2022].

Gassnova, u.d. *Hvordan CCS fungerer*. [Internett]  
Available at: <https://gassnova.no/hvordan-ccs-fungerer>  
[Funnet 28 April 2022].

Kvellheim, A. K. & Bramslev, K., 2020. *Betong er en del av klimaløsningen*. [Internett]  
Available at: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/-betong-er-en-del-av-klimalosningen/>  
[Funnet 27 April 2022].

Lintho Steinmiljø AS; Vannfakta, 2021. *Permeable dekker: Hvorfor, hva, hvordan og hvor?*. [Internett]  
Available at: <https://www.lintho-steinmiljo.no/wp-content/uploads/2022/03/Permeable-dekker-en-veileder.pdf>  
[Funnet 7 Mai 2022].

Marvin, J. T. et al., 2021. *Winter Maintenance of Permeable Interlocking Concrete Pavement: Evaluating Opportunities to Reduce Road Salt Pollution and Improve Winter Safety*. [Internett]  
Available at:  
[https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0361198120957320?casa\\_token=tF1om0PoofkAAAAA:A:XBUCUxr\\_MxrsV1GuhnFW5kcEPapr2yxXvGcHq\\_s2Wk593g4jtdM5PKTbUqgmwAXBykWEm3mciDNU\\_Tg](https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0361198120957320?casa_token=tF1om0PoofkAAAAA:A:XBUCUxr_MxrsV1GuhnFW5kcEPapr2yxXvGcHq_s2Wk593g4jtdM5PKTbUqgmwAXBykWEm3mciDNU_Tg)  
[Funnet 8 Mai 2022].

Møller-Pedersen, P., 2015. *Demonstration and measurement of infiltration through permeable concrete block pavements*. [Internett]

Available at: <https://www.multiblokk.no/stormacqua/project.aspx?id=2&nodeid=6840#!>  
[Funnet 4 Mai 2022].

Norcem, u.d. *Sementproduksjon og CO2*. [Internett]  
Available at: <https://www.norcem.no/no/sementproduksjon-co2>  
[Funnet 27 April 2022].

Norges Handikapforbund, 2011. *Hva er universell utforming?*. [Internett]  
Available at: <https://nhf.no/hva-er-universell-utforming/>  
[Funnet 19 April 2022].

Norsk gjenvinning, 2015. *Forurensede masser*. [Internett]  
Available at: <https://www.norskgjenvinning.no/tjenester/avfallstyper/masser/forurensede-masser/>  
[Funnet 8 Mai 2022].

Norsk Kommunalteknisk Forening, 2005. *Temahefte Belegningsstein og heller av betong - en veiledning*. [Internett]  
Available at: <https://www.asak.no/Offentlig-uterom/Dokumentasjon/NKF-Belegningsstein-og-heller-av-betong-en-veiledning>  
[Funnet 9 Mai 2022].

Novotny, V., Eckenfelder, E. E., Malina, J. J. F. & Patterson, J. W., 1995. *Water Quality Management Library-Volume 9/Nonpoint Pollution and Urban Stormwater Management*. 1. red. Lancaster: Technomic Publishing Company, Inc.

Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten, 2017. *Overvannshåndtering En veileder for utbygger*. [Internett]  
Available at: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/134069-1486638143/Tjenester%20og%20tilbud/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Overvannsh%3A5ndtering%20-%20Veileder%20for%20utbygger.pdf>  
[Funnet 30 April 2022].

Paus, K. H., 2020. *NVE - Norges Vassdrags- og energidirektorat*. [Internett]  
Available at: <https://www.nve.no/media/9873/6-kim-helgeland-paus.pdf>  
[Funnet 28 Februar 2022].

Plan- og bygningsloven, 2008. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling av 27. juni 2008 nr. 71*. [Internett]  
Available at: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>  
[Funnet 19 April 2022].

Regjeringen.no, 2019. *Fortetting og knutepunktsutvikling*. [Internett]  
Available at: <https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/fortetting-ny/id2363894/>  
[Funnet 28 Februar 2022].

Raade, K. & Fossen, H., 2021. *granitt*. [Internett]  
Available at: <https://snl.no/granitt>  
[Funnet 22 April 2022].

SINTEF, 2021. *VA-infrastrukturen utgått på dato: Må oppgraderes for enorme beløp*. [Internett]  
Available at: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2021/va-infrastrukturen-utgatt-pa-dato-ma->

[oppgraderes-for-enorme-belop/](#)

[Funnet 4 Mai 2022].

Sivertsen, E., Muthanna, T. & Time, B., 2018. *Permeable dekker med belegningsstein i betong håndterer overvann*. [Internett]

Available at: <https://www.sintef.no/community/fagblogg/poster/permeable-dekker-med-belegningsstein-i-betong-handterer-overvann/>

[Funnet 11 Mai 2022].

Standard Norge, 2003. *NS-EN 1338:2003 Belegningsstein av betong - Krav og prøvingsmetoder- (innbefattet rettelsesblad AC:2006)*. [Internett]

Available at:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=138207>

[Funnet 29 April 2022].

Standard Norge, 2022. *NS3420-K:2022 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner — Del K: Anleggsgartnerarbeider*. [Internett]

Available at:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1396522>

[Funnet 8 Mai 2022].

Thue, J. V., 2019. *betong*. [Internett]

Available at: <https://snl.no/betong>

[Funnet 27 April 2022].

Vannressursloven, 2000. *Lov om vassdrag og grunnvann av 24. november 2000 nr. 82*. [Internett]

Available at: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-11-24-82/KAPITTEL\\_2#%C2%A77](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-11-24-82/KAPITTEL_2#%C2%A77)

[Funnet 30 April 2022].

Winston, R. J. et al., 2015. *Maintenance measures for preservation and recovery of permeable pavement surface infiltration rate – The effects of street sweeping, vacuum cleaning, high pressure washing, and milling*. [Internett]

Available at:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715304412?casa\\_token=5YctWpFaQQsAAAAA:micxFjK7ICB4OcYpwV5uKSChTZBFTmS56LfJfZQmWtPxLARD6vC5USwlgjYUklmnFPJ1oYtyk3c](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715304412?casa_token=5YctWpFaQQsAAAAA:micxFjK7ICB4OcYpwV5uKSChTZBFTmS56LfJfZQmWtPxLARD6vC5USwlgjYUklmnFPJ1oYtyk3c)

[Funnet 3 Mai 2022].

Wolden, P. D., 2013. *Full fart på permeable dekker*. [Internett]

Available at: <https://www.at.no/anlegg/433191>

[Funnet 4 Mai 2022].

Yang, Y.-Y. & Lusk, M. G., 2018. *Nutrients in Urban Stormwater Runoff: Current State of the Science and Potential Mitigation Options*. [Internett]

Available at:

<https://static1.squarespace.com/static/5b68b38bda02bc93873b1e86/t/603faba7e7463132d5c21190/1614785448718/Stormwater+Nutrient+sources+research+paper+2018.pdf>

[Funnet 7 Mai 2022].



## Vedlegg

Vedlegg 1: Spørsmålene og svarene fra spørreundersøkelsen

Vedlegg 2: Dokumentet fra intervjuet med Asak miljøstein AS, med notater

# Utfordringer ved bruk av betongsteiner i permeable dekker

16 svar

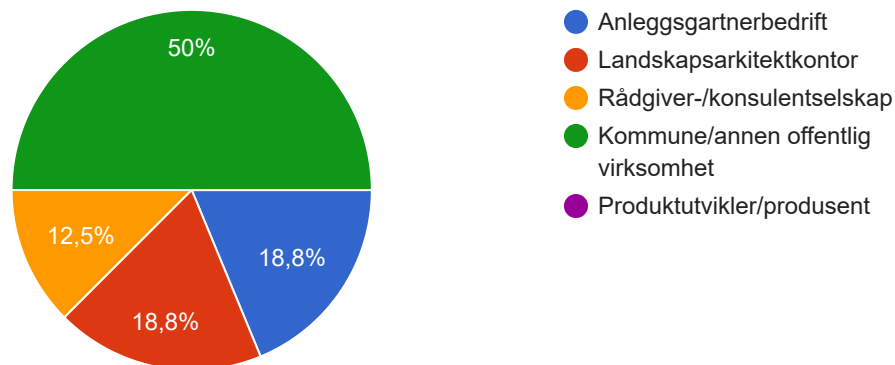
[Publiser analytics](#)

Din bakgrunnsinformasjon

## I hvilken del av grøntanleggsbransjen jobber du?

[Kopier](#)

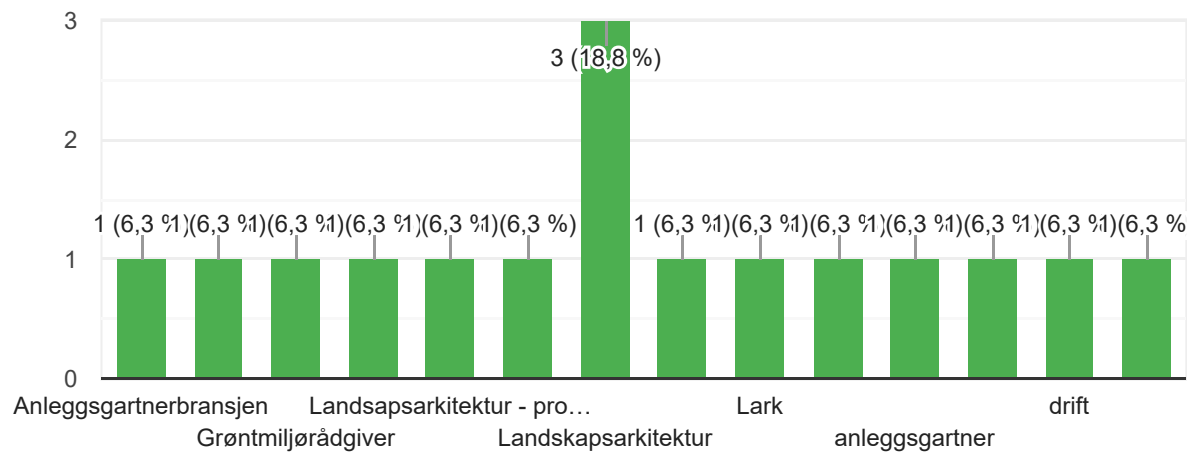
16 svar



## Hvilket fag representerer du innenfor grøntanleggsbransjen?

[Kopier](#)

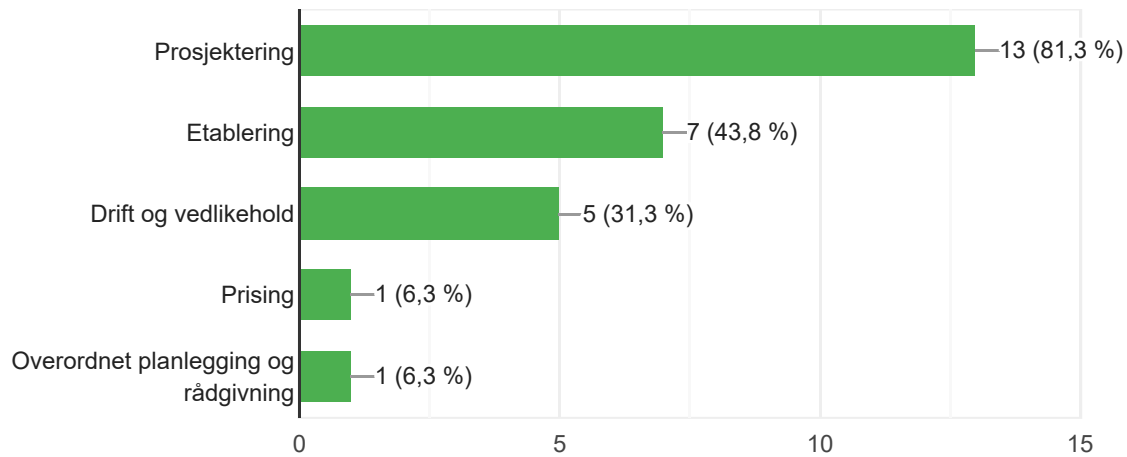
16 svar



### Hvilken fase av prosjektet er du som oftest inkludert i?

Kopier

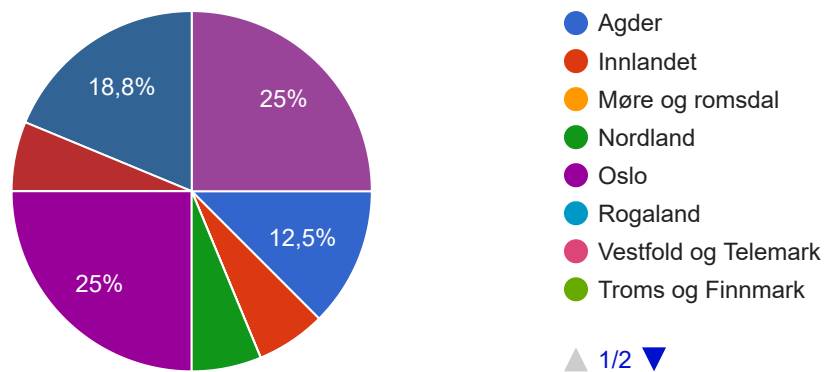
16 svar



### Hvor i Norge er dere lokalisert?

Kopier

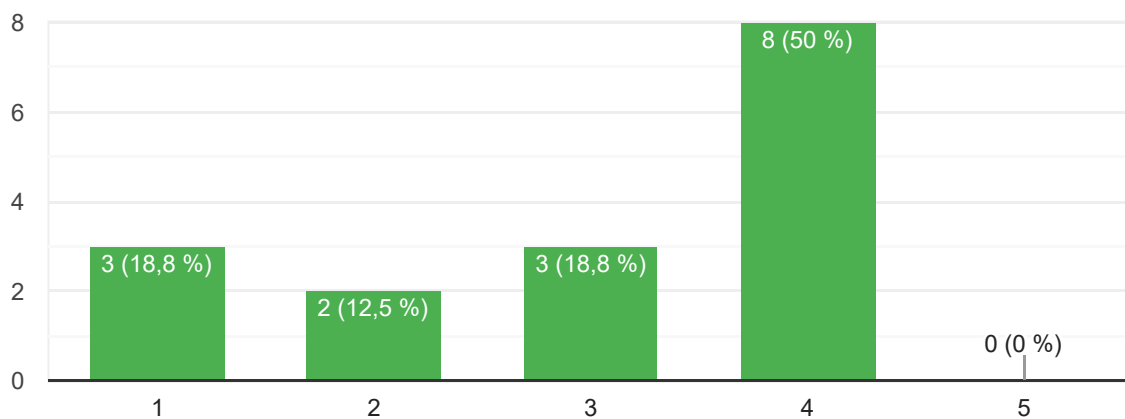
16 svar



### Hvor godt kjenner du til betongsteiner brukt i permeable dekker?

Kopier

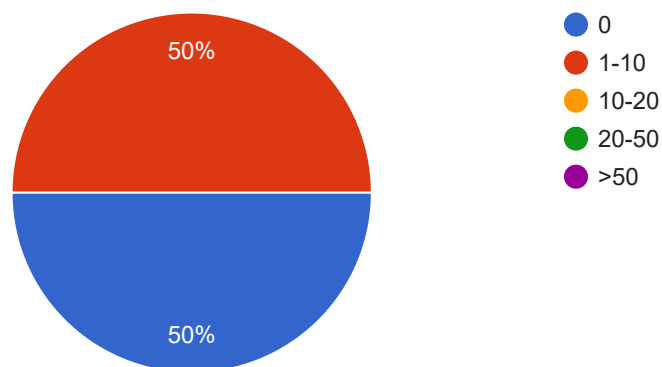
16 svar



Hvor mange prosjekter har du vært inkludert i, i 2021, der hvor betongsteiner var en del av et permeabelt dekke?

 Kopier

16 svar

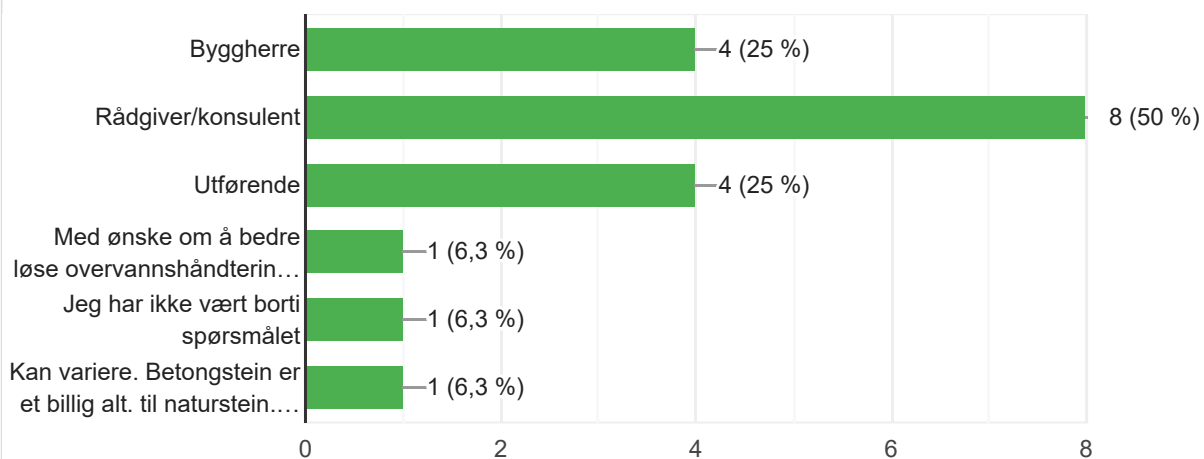


### Prosjektering

Hvilken rolle i prosjektene ønsker som oftest betongsteiner som en del av permeable dekker?

 Kopier

16 svar



Hva ser dere etter når dere skal bestemme hvilke betongsteiner som skal bli brukt til permeable dekker? (På et generelt grunnlag)

16 svar

Valg etter. Gangtrafikk,privatbiler,renovasjon,tungtrafikk, Estetisk

Evne til å infiltrere vann. Og utseende.

Format, overflate (tekstur ) og farge

Har aldri arbeidet med et prosjekt som har etterspurt betongstein til permeable dekker

Mindre områder da det ikke holder like godt som granitt

ikke vært aktuelt

Behovet for vedlikehold

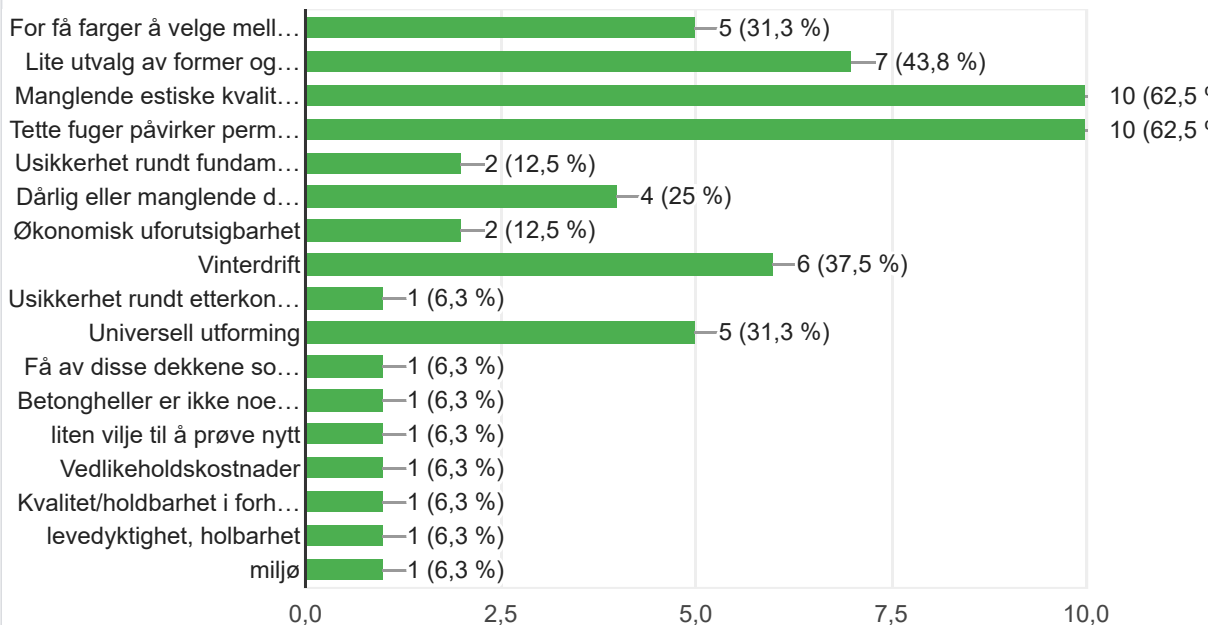
estetikk vs funksjon

Ofte diskusjoner rundt materialitet og pris i forprosjektfase. Ikke vært med å benytte betongstein i permeabelt dekke, så har ikke grunnlag for å gi et mer utdypende svar.

Har du noen bekymringer knyttet til bruk av betongsteiner i permeable dekker?

 Kopier

16 svar



Med bakgrunn av svarene du ga på forrige spørsmål, vennligst utdyp hvilken rolle disse bekymringene spiller inn på de valgene som tas i prosjekter. Er disse utfordringene til hinder for bruk av betongsteiner i permeable dekker?

16 svar

Grunnarbeid drenering av traue og vedlikehold blir oftest den største utfordringen.

Ønsker at belegget skal bygge opp under det visuelle konseptet for uteanlegget. Er litt engstelig for at ikke UU skal være ivaretatt.

Liten estetisk gevinst ved å velge dette belegget kontra asfalt. Selges stort sett kun inn i forbindelse med overvannshåndtering. Byggherre ofte skeptisk til vinterdrift og vedlikehold.

Hvis man skal vurdere betongstein som alternativ, må det dokumenteres med EPD og bruk av lavkarbon betong og i tillegg ha en god dokumentasjon at permeabiliteten fungerer over tid og hvordan det an fungere med styrtregn og fers ved 20- og 100-års flom

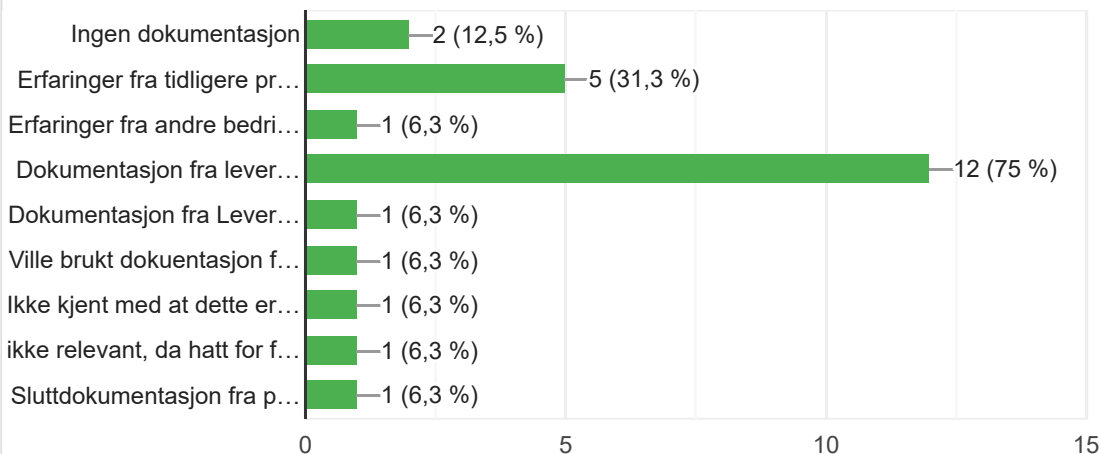
Granitt heller og brostein har bedre holdbarhet og like permeabelt som betong

ved frost i bakken på vinteren, fungerer permeable dekker dårlig. da må vannet likevel renne til overvannsrør. Tette fuger gir lite permeabilitet, mens løse fuger gjør renhold vanskelig (feiebiler suger opp fugemasse). Løse fuger vil på krot tid bli forurenset av sand, jord, nedbrutt løv osv, og blir tett. Brede fuger mellom betongsteiner, som skal gi permeable fuger

Hvilken dokumentasjon har dere tilgjengelig om betongproduktene som ble brukt i prosjektet/prosjektene?



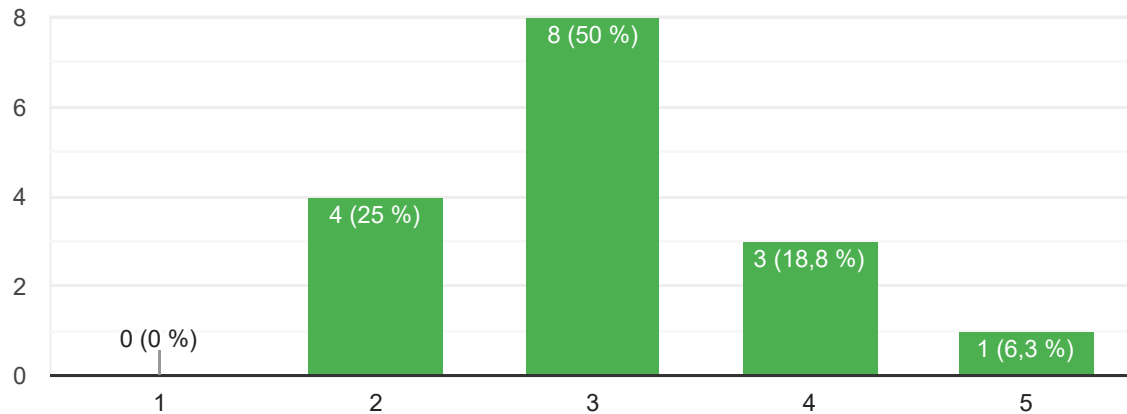
16 svar



På en skala fra 1 til 5, synes du dokumentasjonen er mangelfull eller tilstrekkelig?

Kopier

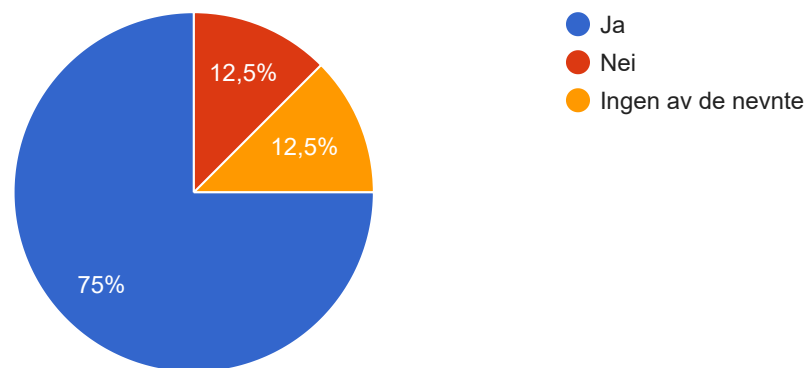
16 svar



Skulle du ønske det fantes en bedre oversikt over dokumentasjon? Et sted der all tilgjengelig informasjon om materialene lå samlet, og var lett tilgjengelig?

Kopier

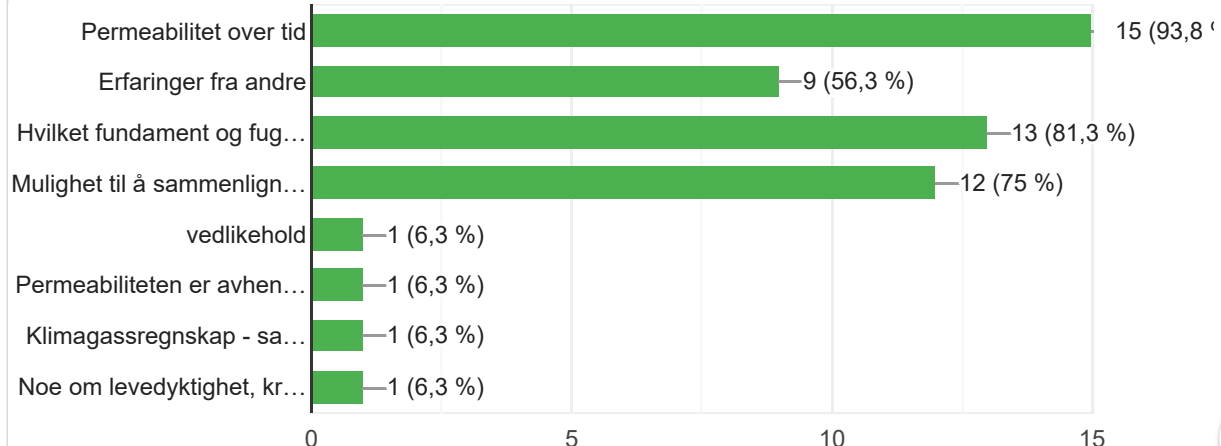
16 svar



Hvilken informasjon ønsker du skulle vært med i en god og utfyllende dokumentasjon?

Kopier

16 svar

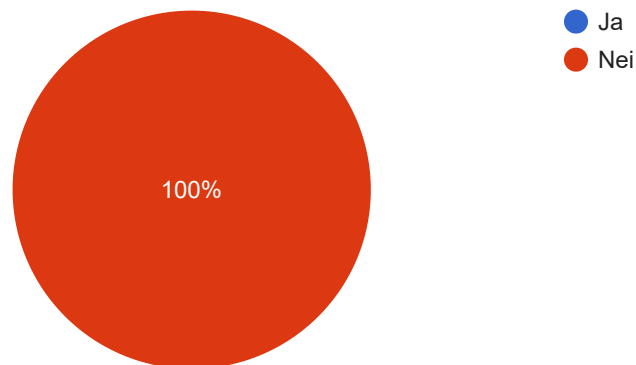




Har du erfaring med noen form for kontroll av permeabiliteten?

 Kopier

16 svar



Hvis ja, hvilken metode, utstyr, dokumenter osv. ble brukt?

2 svar

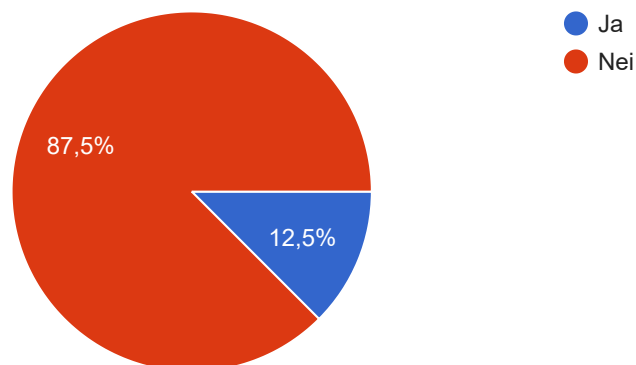
Kjenner ingen andre metoder en å ta opp noen steiner og følge med på finstoff i bærelag/fugemasse

Ser at den avtar mye for hvert år

Stilles det noen krav til dokumentasjon av permeabiliteten etter anleggets ferdigstillelse?

 Kopier

16 svar



Hvis ja, hva slags dokumentasjon kreves? Og hvilken aktør krever denne dokumentasjonen?

4 svar

Det er foreløpig for lite kjent løsning. Byggherren stoler ofte på løsning fra utførende og referanseprosjekter.

Dette vet jeg ikke, men hvis jeg var oppdragsgiver ville jeg ha krevd for etter 5 års bruk og drift og i produktets levetid med vedlikeholdsmanual inkludert

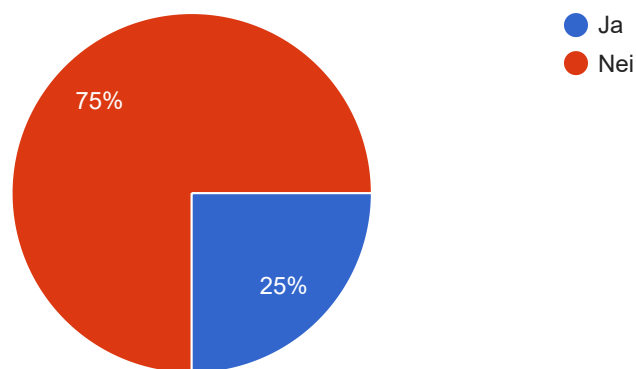
Ikke grunnlag for svar, da jeg ikke har vært involvert i etablering / etterdrift av slike dekker

Det burde stilles krav, men som tidligere nevnt har jeg ikke vært borti belegg som omtales her.

Har du erfaringer med tetting av fuger i deres prosjekter?

 Kopier

16 svar



Hvis ja, vennligst utdyp. Hvor tette ble fugene? Hva var det som hovedsakelig tettet fugene? Hvilke konsekvenser har det gitt?

4 svar

Dette var et nedsenket område på en stor p plass der det ikke var mulig å ha sluk. Vi saget ut et område, la nytt bærelag og dekke med fuger av 2-4. Om vinteren ble hele p plassen strødd flere ganger med subbus. Dette tettet fugene der det var 2-4. Info om hvordan dette skal fungere er viktig.

Viktig at fugene er tette der vann skal renne til sluk. Viktig at fugene ikke er tette der poenget med hellene er permeabilitet.

fuger må ha nullstoffer for å ha sin funksjon og bli værende i mere enn to år. Feiemaskin og hard bruk av offentlige rom så må vi fuge med 0/4 vibrere og vanne fugene og da blir de ikke veldig permeable. Samt at det er minimalt med vann som blir borte i fugene hvis dekke skal holde.

vekst i fuger, rufsete utseende



Hva mener du må til for å øke bruken av betongsteiner i permeable dekker.

16 svar

Informasjon om hvordan dette virker i praksis og hvordan det skal vedlikeholdes, samt beregningstabeller i forhold til område dette kan dekke. Og viktig ved styrtregn kan det stå litt vann før det trekker ned.

Bedre dokumentasjon knyttet til erfaring.

Bedre dokumentasjon av permeabilitet over tid, flere formater og farger å velge mellom. Dokumentasjon på vellykket vinterdrift.

Dokumentasjon på at det fungerer - hvor permeabelt det er gjennom bruk og drift over tid, hva som kreves av vedlikehold og at produktet fungerer for UU, sykkel, gangtrafikk, snømåking. Selvfølgelig vil utseende, størrelse på stein og overflater spille en viktig rolle. Bildet på forsiden er ikke et godt salgsargument.

Betongstein er ikke mere permeabelt enn andre steindekker, uansett utgjør dette så lite og vi må ha grønt eller overvannsystemer.

mer info til planleggerne og utførerne, samt bedre utprøving og dokumentasjon av varighet

Har du mer å tilføye som jeg ikke har spurt om? Skriv det gjerne inn her, eller send meg det på mail til [mats.henrik.moen@nmbu.no](mailto:mats.henrik.moen@nmbu.no)

2 svar

Betongprodukter har en utfordring i forhold til CO2 avtrykk og kan ikke isoleres fra permeabiliteten når det selges som et produkt. Produktet må ha en EPD i tillegg til dokumentasjon av permeabilitet over tid. Økonomi i forhold til innkjøp, fundamentering og legging av selve produktet + vedlikehold må også være overbevisende. Skal produktet lett kunne kombineres med andre ikke-permeable dekker, bør det ses på mulighet for å lage en "familie" hvor permeabiliteten kan fås i en gradient fra tett til veldig åpen.

Vil tipse deg om å sende denne spørreundersøkelsen til vegavdelingen og VA i Trondheim kommune også. Veg: [sissel.herstad@trondheim.kommune.no](mailto:sissel.herstad@trondheim.kommune.no) VA: [hakon.pedersen@trondheim.kommune.no](mailto:hakon.pedersen@trondheim.kommune.no)



## Spørsmål & svar – Markedsansvarlig v/ ASAK

---

- Permeabilitet over tid
  - o Mange av deltakerne er bekymret for permeabiliteten over tid, hvilke tanker har dere til det?
    - SVAR: Infiltrasjonskapasiteten til et permeabelt dekke med belegningsstein kan settes til 1000 l/s\*ha (avhengig av brukte masser). Når dekket er nytt er kapasiteten opp mot 5000 l/s\*ha men over tid reduseres denne pga tilsmusning i fugen.
    - Det betyr at dekket etter flere år fortsatt har en tilfredsstillende kapasitet (1000 l/s\*ha er mye!)

Se kurve side 2 i Asak brosjyre / rapport fra Soenke Bogwardt.

    - Asak forholder seg til rapporten fra Dr Soenke Borgwardt, Tyskland. Et nytt dekke har mer enn 5000 l/s\*ha. Dekket har da en stor overkapasitet. Overkapasiteten reduseres jevnt, etter 7 år ligger det på 1000l/ha, og har fortsatt en overkapasitet. Erfaringene i Norge viser at det kun er de øverste 2-3 cm av fugene, ikke lenger ned i fundamenteringen.
  - o Hvilken dokumentasjon har dere til permeabiliteten?
    - SVAR: ASAK bruker rapporten fra Dr Soenke Borgwardt, og ser den opp mot forskningsfeltet på Sveberg. Det sammenfaller. Rapporten bekrefte. Norske forhold.
  - o Har dere erfaring med måling/kontroll av permeabiliteten?
    - SVAR: ~~Lintho kontrollerer permeabiliteten. (Stina Lintho) De måler ikke permeabiliteten, men de følger opp anlegget og ser at alt fungerer.~~ Denne typen dekker har vært i bruk i Norge i mange år nå og erfaringene er helt uovertrufne.
- Estetiske verdier
  - o Mange av deltakerne synes også at det er for få valgmuligheter å velge imellom når det kommer til form og farge. Er det noe som kan komme til å forbedres i tiden fremover?
    - SVAR: Ja. Har jobbet med Snøhetta. Utformet for torg og plasser. Produktene fra samarbeidet med Snøhetta blir lansert i høsten 2022.
    - Formleveranser og produksjon, 3 mnd leveringstid vanlig. Stål har lang forsinkelse. Råvareproblematikk.
  - o Hvilke former, mønstre og farger har dere mulighet til å lage?
    - SVAR: Ingen begrensning på former. Prinsippet, men det er selvsagt begrensinger produksjonsteknisk.

Det må være en viss bæreevne. Produktet skal ha en teknisk funksjon. Må ha en viss form pga belastningen skal være i henhold til standarden. Farger er ingen begrensning. Samarbeidet med KOI m/ Dagny kan brukes i permeable dekker. De grå steinene ble valgt. Har hatt sortiment med andre naturfarger, kosksfarger. Samme sjattering som dagens. Rød og gyllen miks. Det er et skifte nå, pågått i 20 år. For 20 år siden var det mye mer farger.
- Universell utforming

- Når dere har utformet betongsteinene, har dere tatt hensyn til UU?
  - SVAR: Ikke spesifikt, men steinene gir ingen begrensinger i forhold til mobilitet og kan kombineres med taktile heller. en produktene er relativt sklisikre.
- Kan man lage betongsteiner som er mer tilrettelagt for UU?
  - SVAR: Asak har noen forskjellige steiner allerede som har ulike «egnethet».
- Miljø
  - Dere har utviklet en EPD, gjelder den for alle deres betongprodukter?
    - SVAR: Ja den beregner 1 tonn belegningsstein / heller/ mur. Innholdet er likt i samtlige produkter.
  - Tror dere ikke at det er en fordel å ha en EPD for hvert produkt?
    - Eller er ikke det nødvendig?
    - SVAR: Nei, se svaret over.
  - Er det mulig å lage steiner som er lagd av lavkarbon-betong?
    - SVAR: Lavkarbonbetong er ikke diskutert, men Norcem jobber med utvikling av nye typer sement. Det er sementen som er CO2 drivende. Vi jobber med å se på muligheter for å bruke gjennbruksmaterialer osv, men dette er lange prosesser så her behøver vi tid. heller satsning på andre områder. Som noe gjennbruk av sand. Gjennbruksmaterialer er utfordrene. Massene som brukes må være «rene». Får sement fra Norcem. Flyveaske brukes i dag. Må være i henhold til standardene. Et vulkansk materiale fra Island blir testet i blandinger nå. Produseres i henhold til en standard, kan ikke endre for mye. Er litt låst. Brenning av kalkstein som er mest CO2 drivende. Erstatte med et annet tilslag. Litt tidlig i prosessen.
  - Panteordning:
    - Ingenting er bestemt enda, men det er diskutert. ~~Det kreves stor kontroll av de materialene som skal inn i den nye betongen. Er utfordrene i dagens marked.~~ Gjelder spørsmålet over – gjennbruksmaterialer (f.eks knust betong) er utfordrende å bruke i nye produkter
- Dokumentasjon
  - Hvilken dokumentasjon har dere til de ulike produktene deres?
    - Kan jeg få tilsendt et eksempel?
    - SVAR: Det viktigste er infiltrasjonskapasiteten. Har en veileder om permeable dekker. Den gamle var basert på utenlandske kilder. Den nye er basert på norske, da vi får stadig ny informasjon. Byggfokus/betongfokus. EPD. Hvor mye de tåler blir referert til standarden.
  - Hvordan skal en aktør innenfor grøntanleggsbransjen få tak i relevant dokumentasjon?
    - SVAR: Vi jobber hver dag med å fortelle bransjen om permeable dekker = naturbasert overvannshåndtering. Produktdatablader til hvert produkt. FDVer. All relevant info ligger under hvert produkt.
  - Syns dere at den dokumentasjonen dere har er tilstrekkelig og har god kvalitet?
    - SVAR: Skjønner at det er vanskelig å finne frem. Bedre hjemmesider er på veg. ~~Dokumentasjonen blir bedre ettersom tiden går.~~
  - Har dere noen form for «databank», der dere kan samle erfaringer fra brukere, for så å viderefremde til andre aktører?

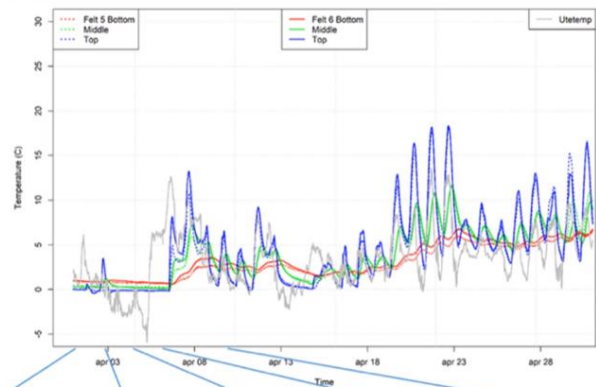
- Hvis ikke, er det noe dere kunne vært interessert i å lage? [Vi bli mer prosjekteksampler på nye asak.no](#)
- SVAR: De har ikke det i dag.

- Drift

- Når det gjelder drift og vedlikehold, hva anbefaler dere å gjøre for å opprettholde permeabiliteten så godt det går?
  - Feiebil vs sugebil?
    - SVAR: Det er to forskjellige biler. Pumpe/suge bil. Kan gå mellom ca. 8 år før man trenger å bruke sugebil og refuge.
- Hvordan anbefaler dere at man drifter et slikt dekke på vinteren?
  - Har dere noen erfaringer knyttet opp til det?
    - SVAR: Ingen problemer, man brøyter på samme måte som på alle andre steder. Snøen pakker seg heller ikke i fugene, slik at det tetter og hindrer vann å trenge igjennom.
- Vet dere hvordan is og snø påvirker permeabiliteten?
  - SVAR: Det fungerer veldig bra, det legger seg ikke vann på et permeabelt dekke. Snøen blir borte først på et slikt dekke. Temperaturen på overflaten er ofte lik temperaturen rett under steinen. Det vil ikke legge seg noe frost noe sted. Det legger seg ikke is på et permeabelt dekke.



## Temperatur



- Generelt

- Hva tror du må til for å øke bruken av betongsteiner i permeable dekker?
  - SVAR: bevissthet. Man må fortelle bransjen om det. Norge har vært vant til å føre vannet ned i rør. Det er det slutt på. Etterslep på oppgradering av vann og avløpsrørene. Blå-grønn strategi er aktuelt. Permeable dekker må brukes på steder der det må være faste dekker. Uvitenhet er grunnen for at det ikke blir brukt mer. Billig å legge asfalt i Norge. Nå stilles det krav. VA avdelingene i kommuner blir lært til å føre vann ned i rør og kummer.

- I hvilke typer anlegg mener du det er potensiale for økt bruk?
  - Hva med f.eks. veganlegg?
  - SVAR: Ikke egnet til veg. Da må det være permeabelt på ytterkanten og i midten. Blir ukomfortabelt å kjøre på. Boligområder er potensielt anlegg som kan øke bruken. Torg og åpne plasser, parker. De områdene som ikke er egnet er der undergrunnen ikke er optimal. Må foreta grunnundersøkelser. Og veier er egentlig ikke egnet.
- Når det gjelder betong vs granitt, hvordan vil du «forsvare» betongsteinen?
  - Hvilke styrer har den i forhold til f.eks. granittplater?
  - Hva med styrke og holdbarhet?
  - SVAR: Granitt er naturstein som tas ut av berget, ikke fornybar. Er ikke permeabelt, men har meget lang levetid. Det er et sjikt mellom granitt og asfalt. Det er der konkurransen er størst, mot asfalt. Produseres i nærmiljøet. Kort avstand. Norske arbeidsplasser. Strengt regulerte forhold. Har lang levetid (ca. 60 år).
- Hvordan opplever dere markedet?
  - Er det etterspørsel?
  - Hvem etterspør?
  - SVAR: Har en økt etterspørsel nå, mulig grunnet råvaremangel hos andre produsenter. Økt interesse for produktene. Interesse for farger og nye produkter. Miljø tvinger seg på. Granitten har fra Asia har blitt 50% dyrere. Landsasarkitektene/prosjekterende etterspør og er mest interessert. Konsulentvirksomheter henvender seg til ASAK for informasjon.

Norge er meget godt egnet for permeable dekker. Det må graves ned uansett for å unngå telehiv.





**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway