

Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

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

## **Forvaltning, drift og vedlikehold av granittdekker i utemiljø**

Management, operation and maintenance of granite  
pavers in outdoor environments

**Stian Tobias Lilletveit**  
Landskapsingeniør

Tittel: Forvaltning, drift og vedlikehold av granittdekker i utemiljø

Title: Management, operation and maintenance of granite pavers in outdoor environments

Forfatter: Stian Tobias Lilletveit

Veileder: Kristin Marie Berg

Sideantall: 43 uten forside, bakside og vedlegg.

## Forord

Denne bacheloroppgaven markerer avslutningen min på landskapsingeniørstudiet ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Arbeidet med oppgaven startet våren 2021 og avsluttet våren 2022. Oppgaven utgjør 15 studiepoeng.

Bachelorgraden min hadde oppstart sommeren 2019, og alt virket normalt første semester. Det tok ikke lang tid før pandemien var et faktum. Dette var en utfordrende tid for alle, men jeg synes NMBU håndterte situasjonen bra.

Pandemien gjorde at vi som studenter måtte vært mer selvdisiplinerte i studietiden. Det har medført at tiden som student har vært annerledes enn først tenkt. Men jeg sitter igjen med nye venner og gode minner etter disse tre årene. Den viktigste årsaken til at jeg klarte å holde motivasjonen oppe gjennom studietiden har vært samholdet med mine medstudenter.

Jeg vil rette en stor takk til hovedveilederen min Kristin Marie Berg for et fint samarbeid gjennom bachelorskrivingen. Hun har vært til stor hjelp i skriveprosessen, med gode tilbakemeldinger og korrekturlesing av oppgaven. Jeg vil også takke Rene Kierstein som bidro med faglig kompetanse, og gode synspunkter knyttet til oppgaven. Videre vil jeg takke venner for korrekturlesing av oppgaven.

Til slutt vil jeg takke NMBU for mine tre år som student ved universitetet. Det har vært en fin tid både faglig og sosialt. Jeg har utviklet meg som person, og fått inspirasjon til veien videre i livet.

Stian Tobias Lilletveit

Ås, mai 2022

## **Sammendrag**

Denne bacheloroppgaven belyser utfordringer knyttet til forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker. I denne teksten ønsker jeg å fremheve nødvendigheten av kvalitetssikring som er bygget på kompetanse. Formålet med oppgaven er å øke egen kunnskap rundt bruk av naturstein. Jeg ønsker å få en dypere forståelse av tekniske krav, og hvordan drift og vedlikehold påvirker kvaliteten på et steindekke.

Kvalitetssikring av natursteinsdekker er et viktig tema i flere sammenhenger. Natursteinsdekker er bygget for å opprettholde bestemte funksjoner i bymiljø. Ofte er det som gang- og sykkelvei, eller et oppholdssted. Til denne bruken er det viktig at dekket sikrer universell utforming og trygg ferdsel. Hvis bestiller av natursteinsdekker fremlegger manglende beskrivelse av hvordan dekket skal bygges, eller hvis gjennomføringen av arbeidet blir gjort med manglende faglig kompetanse – kan det medføre svikt i hele dekket, som kan forringe levetiden. Ikke minst er naturstein en stor investering som burde bevares med passende drift og vedlikehold.

I denne oppgaven legger jeg vekt på behovet for samarbeid mellom alle involverte aktører, fra planlegging av dekket, til utføring av driftsoppgaver. Basert på dybdeintervju og samtaler med fagpersoner blir det i denne oppgaven gjort en case-analyse av ulike natursteinsdekker i Oslo. Det styrker konklusjonen for oppgaven som ser på behovet for kompetansekrav i kontrakter.

### **Nøkkelord**

Naturstein, granittdekke, byrom, drift og vedlikehold, kompetanse

## **Abstract**

This bachelor thesis sheds light on challenges related to the management, operation and maintenance of natural stone pavements. In this study I want to emphasize the need for quality assurance that is built on competence. The purpose of the thesis is to increase my knowledge about the use of natural stone in urban environments. I want to get a deeper understanding of technical requirements, and how operation and maintenance influence the quality of stone pavements.

Quality assurance of natural stone pavements is an important topic in many contexts. Natural stone pavements are built to maintain specific functions in an urban environment. Often like a pedestrian and bicycle path, or a place where people can meet. For this use its important that the pavements ensure requirements for universal design and safe travel. If the owner presents a lack of description of how the pavement is to be built, or the execution of the work is done with a lack of professionalism - it can lead to a failure in the entire construction, which can impair how long the pavement will hold up. Natural stone is a major investment that should be preserved with the appropriate operation and maintenance.

In this thesis I emphasize the need for cooperation between all involved partners, from planning, to the performance of operational tasks. Based on in-depth interviews and conversations with professionals a case-analysis is made of various natural stone pavements in Oslo. This strengthens the conclusion for the thesis, which looks at the need for higher expertise requirements in contracts.

### **Keywords**

Natural stone, granite pavement, urban space, operation and maintenance, expertise

# 1. Innhold

<b>Forord</b> .....	2
<b>Sammendrag</b> .....	3
<b>Abstract</b> .....	4
<b>Kapittel 1 Innledning og oppbygging av oppgaven</b> .....	7
1.1 Innledning .....	7
1.2 Kontekst .....	8
1.3 Problemstilling .....	8
1.4 Avgrensning .....	8
1.5 Oppgavens oppbygning .....	9
<b>Kapittel 2 Metode</b> .....	10
2.1 Metode .....	10
2.2 Intervjuer .....	11
2.3 Case-områder .....	11
2.4 Litteratur .....	12
2.5 Egne observasjoner .....	12
2.6 Termer og definisjoner.....	12
<b>Kapittel 3 Natursteinsdekker av granitt</b> .....	14
3.1 Et historisk perspektiv.....	14
3.2 Steinbryting av granitt.....	15
3.3 Leggemåte og oppbygging av granittdekker.....	15
3.3.1 Leggemåte for granittbelegg og granittplater med ubunden utførelse .....	15
3.3.2 Oppbygning av overbygning for granittdekker i ubunden montering.....	18
3.3.3 Krav og dokumentasjon for dimensjonering.....	20
<b>Kapittel 4 Drift og vedlikehold</b> .....	21
4.1 Hva menes med drift og vedlikehold .....	21
4.2 Driftsplaner .....	22
4.3 Driftsoppgaver og utførelse .....	24
4.3.1 Sommerdrift .....	24
<b>Kapittel 5 Case-områder i Oslo-området</b> .....	26
5.1 Rådhusplassen.....	26
5.1.1 Analyse av granittdekket med årsakssammenheng.....	27
5.2 Spikersuppa.....	29

5.2.1 Analyse av granittdekkene med årsakssammenheng .....	30
5.3 Aker Brygge.....	32
5.3.1 Analyse av granittdekkene med årsakssammenheng .....	33
<b>Kapittel 6 Drøfting</b> .....	34
6.1 Forvaltning, drift og vedlikehold .....	34
6.2 utfordringer knyttet til drift og dimensjonering .....	35
6.3 Driftskontrakter og krav.....	35
6.4 Metode for oppgaven .....	37
<b>Konklusjon</b> .....	38
<b>Litteraturliste</b> .....	40
<b>Figurliste</b> .....	42
<b>Tabeller</b> .....	43
<b>Vedlegg</b> .....	43
Vedlegg 1 .....	43
Vedlegg 2 .....	44
Vedlegg 3.....	44

# Kapittel 1 Innledning og oppbygging av oppgaven

Dette kapittelet er en innledning til oppgaven. Det gir en rask oversikt av tema med avgrensninger for oppgaven, og i tillegg vil problemstillingene presenteres.

## 1.1 Innledning

Denne studien handler om hvordan forvaltning, drift og vedlikehold av natursteindekker planlegges og utføres i praksis. Dette er et tema jeg synes er viktig i flere sammenhenger. Ikke bare er det knyttet høye kostnader til nyetablering av natursteinsdekker, men også funksjonen til dekket skal opprettholdes, og det estetiske holdes ved like. Etter mitt syn er natursteinsdekker noe av det peneste man kan smykke et anlegg med når det kommer til utenomhus.

Jeg har lagt merke til at steindekker i bygater og byrom ofte står for fall, og det blir gjort lite for å bevare dem. Det kan være avvik som ujevnheter mellom steiner som kan medføre skumle snublekanter. Det kan også være knusing og avskaling av hjørner og kanter på steinen, eller lite til ingen fugemasse i fugene. Dette synes jeg er trist siden det blir lagt mye tid og penger i etablering av natursteinsdekker. Derfor er jeg opptatt av at oppbyggingen av natursteinsdekker blir gjort korrekt, og at det stilles høye krav til faglig kompetanse for prosjekterende og utførende.

Oppbyggingen av et dekke korrelerer eller samsvarer med hvordan, og hvor ofte, drift og vedlikehold må utføres. Det er naturlig at det vil være behov for mer drift på et dekke hvor grunnarbeidet er dårlig, eller hvor ujevnheter i løsmassene i fundamenteringen kan gi setninger på dekket. Det kan medføre flere operasjoner for drift og vedlikehold, og at det blir behov for kortere intervall mellom driftstiltak. Hele prosessen fra prosjektering til daglig drift av et anlegg er avgjørende for at steindekket fungerer som tenkt. Drift og vedlikehold sikrer også at dekket holder de estetiske verdiene som var planlagt, og det forlenger levetiden.

Årsaken til at jeg har valgt å se nærmere på akkurat dette temaet er på bakgrunn av tidligere erfaringer jeg har fra bygg- og anleggsbransjen. Jeg har i mange år jobbet som anleggsgartner og grunnarbeider i små og store firmaer i Tromsø. Gjennom egen erfaring i bransjen har jeg fått stor respekt for arbeidet knyttet til steinlegging. Målet med denne oppgaven er å tilegne en dypere kompetanse rundt forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker. Det er et tema som mange kanskje ikke tenker er så viktig siden materialet som brukes er stein, og naturstein sies jo å være et «evigvarende» produkt. Gjennom dybdeintervju, og befaringer på natursteinsdekker i Oslo, skal jeg i denne oppgaven utforske dette temaet.



Jeg håper også at oppgaven også kan være med på å sette søkelys på nødvendigheten av drift og vedlikehold.

## 1.2 Kontekst

Forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker er viktig for å unngå at steindekker må gjennom en større reparasjon, eller i verste fall totalrenoveres. Det er viktig med god dokumentasjon fra utførende og tiltakshavere når nye anlegg gjennomføres. Det er avgjørende for at forvaltning, drift og vedlikehold utføres på en mest hensiktsmessig måte. Gode rutiner for drift vil holde dekker funksjonelle, attraktive, og ikke minst vil det unngå unødvendig renoveringer som kan koste store summer.

## 1.3 Problemstilling

Problemstillingene jeg har valgt for oppgaven er følgende:

1. Hva inngår i forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker i granitt.
2. Hva er dagens utfordringer med forvaltning og bevaring av natursteinsdekker?
3. Hva slags krav bør inngå i framtidige kontrakter?

## 1.4 Avgrensning

Granitt og skifer er de vanligste naturproduktene som brukes til dekker utomhus. Jeg har valgt å avgrense denne oppgaven til natursteinsdekker av granitt. Jeg valgte granitt siden det er den vanligste steinsorten i Norge. Dette er antagelig siden vi har store forekomster av naturlig granitt i Norge, og det har blitt en tradisjon å bruke denne steinsorten. Riktignok er mesteparten av granitten vi bruker i Norge importert fra utlandet. Granitt har også kvaliteter som godt kløv, og styrke, som gjør det til et bra valg på belastede områder. Det kan være fra f.eks. gang og sykle, eller moderat biltrafikk.

Denne oppgaven avgrenser seg til granittdekker på områder som er beregnet til gange og opphold. Det vil si steindekker på torg, gangveier og oppholdsplasser. Jeg har også avgrenset oppgaven til å gjelde spesielt for sommerdrift. Jeg tar opp problemer knyttet til vinterdrift, men går ikke inn på metoder. Dette av hensyn til oppgavens lengde.

Dimensjonering og leggemåte har stor betydning for hvor store belastninger et steindekke tåler. Det vil også være avgjørende for hvordan driften utføres, og setter begrensninger for hvilke maskiner som kan

brukes under drift. Leggemåter kan deles inn i to metoder: bundet og ubundet utførelse. Forskjellen på disse to leggemåtene handler om hvilke materialer som brukes i fugene og for fundamenteringen. For et granittdekke i bundet form settes steinene i betong, det samme gjelder for fugene. Dette gir et dekke som er veldig solid, og som tåler høy belastning uten at det medfører avvik mellom steiner. Det er dyrere å sette granitt i betong fremfor løsmasser. Det er først og fremst fordi materialkostnadene ved bundet setting koster mer, det er også en mer krevende byggeprosess (Holgensen & Dam, 2002, s. 274).



Figur 1 Granittbelegning satt bundet. Det vil si et steindekke med betong som sette- og fugematerialet. Inngangsparti til Rådhuset i Oslo. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)

Granittdekker i ubundet form derimot settes i løsmasser, med løsmasser også i fugene. Det gir ikke like god bæreevne som et dekke satt i betong. Med riktig oppbygging, drift, og vedlikehold er løse fuger sterke nok til å håndtere moderat biltrafikk. Ubunden granittdekker har også til fordel i evnen til å gi etter for belastninger uten å gi sprekkdannelser (ibid, s. 274). Begge de to leggemåtene medfører ulike fordeler og ulemper knyttet til funksjon, drift og vedlikehold.



Figur 2 Brosteinbelegning satt ubundet. Bildet viser råhogd granittsteiner satt i knas, med løsmasser som sette- og fugematerialet. Kaia på Rådhusplassen. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)

Jeg har avgrenset meg til ubundet leggemåte for denne oppgaven. Jeg valgte ubundet leggemåte siden denne måten antagelig følger større utfordringer knyttet til drift og vedlikehold. Jeg er også interessert i å utforske hvordan granittdekker i løsmasser håndterer belastninger i travle urbane miljøer.

## 1.5 Oppgavens oppbygning

**Kapittel 1** – Dette kapittelet er en innledning til oppgaven. Det gir en rask oversikt av tema med avgrensninger for oppgaven, og i tillegg vil problemstillingene presenteres.

**Kapittel 2** – Dette kapitlet er en oversikt over hvilke metoder som brukes for denne oppgaven. Det viser hvordan jeg skal gå fram for å svare på problemstillingene. Case-områder som er valgt for oppgaven presenteres.

**Kapittel 3** – Dette kapitlet er en faktadel om bruken av granitt som natursteinsdekker. Det starter med en kort historie rundt bruk av granitt i Norge. Hvorfor granitt ofte blir brukt som byggemateriale, og prosessen ved uttak av granitt. Bruk av gatestein presenteres, og kapitlet avsluttes med en teknisk del for dimensjonering av granittdekker.

**Kapittel 4** – Dette kapitlet definerer drift og vedlikehold. Videre går det inn på driftskontrakter og driftsoppgaver.

**Kapittel 5** – Dette kapitlet presenterer tre case-områder i Oslo. Case-områdene blir presentert hver for seg etterfulgt av egne observasjoner for hvert område.

**Kapittel 6** – Dette kapitlet drøfter data hentet fra litteraturstudie, dybdeintervju og egne refleksjoner fra case-områdene – og knytter det opp mot problemstillingene for oppgaven. Avslutningsvis kommer en konklusjon for hver problemstilling.

## Kapittel 2 Metode

Dette kapitlet er en oversikt over hvilke metoder som brukes for denne oppgaven. Det viser hvordan jeg skal gå fram for å svare på problemstillingene. Case-områder som er valgt for oppgaven presenteres.

### 2.1 Metode

Arbeidet med oppgaven startet med å kontakte ulike aktører i anleggsbransjen. Det ble gjort hovedsakelig over telefon. Hensikten med nettverksbyggingen i starten var for å få tips til anlegg jeg kan bruke som case-områder, samt for å få en liste over hvem jeg kan intervju senere i prosessen. Videre samlet jeg inn litteratur om temaet og startet skriveprosessen.

Tabellen under gir en oversikt over de ulike problemstillingene jeg har valgt, og hvilke metoder som skal brukes for å svare på problemstillingene.

<b>Problemstilling</b>	<b>Metoder</b>
1. Hva inngår i forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker i granitt.	Intervju, og samtaler med fagpersoner. Litteraturstudie.
2. Hva er dagens utfordringer med forvaltning og bevaring av natursteinsdekker?	Intervju, og samtaler med fagpersoner. Befaringer på case-områder. Litteraturstudie.
3. Hva slags krav bør inngå i framtidige kontrakter?	Intervju, og samtaler med fagpersoner. Refleksjon fra case-områder og litteraturstudie.

## 2.2 Intervjuer

Før oppstart av prosjektoppgaven var jeg bevisst på at det ikke nødvendigvis finnes mye litteratur på området jeg undersøker. Jeg var forberedt på å bygge mye av oppgaven gjennom samtaler med fagpersoner og dybdeintervju. Intervjudelen ble gjennomført ved utforming av en spørsmålsliste (se vedlegg 3) jeg sendte til de aktører som har sagt seg villige til å bli intervjuet.

Spørsmålslisten ble gjennomgått av veileder før de ble sendt ut til aktørene. Intervju ble gjort over e-post og telefon, og opptak ble gjort av samtalen. Det ble skrevet referat av intervjuet som ble sendt tilbake til intervjuobjektet.

## 2.3 Case-områder

For å få en bedre forståelse rundt problematikken som angår drift og vedlikehold, har jeg valgt å se på noen eksempelområder hvor det er brukt granitt som dekke. Jeg valgte granittdekker i Oslo-området siden det gir et bredt utvalg av dekker som blir utsatt for betydelige påkjenninger. Ved å bruke case-områder med intensiv trafikk av myke trafikanter håper jeg at det gir større rom for egne observasjoner knyttet til avvik eller skader fra drift.

Jeg fikk gode innspill fra veileder og andre aktører i anleggsbransjen for hvilke anlegg jeg kunne bruke til oppgaven. Endelig valg av anlegg ble gjort etter en befaring på ulike granittdekker i Oslo. Jeg endte med å velge følgende case-områder som har granittdekker satt ubundet:

1. Rådhusplassen
2. Spikersuppa
3. Aker brygge

Rådhusplassen valgte jeg siden det er et eldre granittdekke fra midten av 1990-tallet. Her er det brukt granittplater i store dimensjoner.

Spikersuppa valgte jeg siden det er et travelt område som har granittbelegninger av både storgate- og smågatestein. Denne type belegning finner man ikke mye av på Aker brygge, eller Rådhusplassen. Så jeg valgte denne for å få et bredere spekter av granittdekker å undersøke.

Aker brygge er et nyere anlegg hvor det er granittdekker i ulike mønster og formater. Jeg ble anbefalt dette anlegget fra flere aktører, og visste på forhånd at stedet har omfattende drift og vedlikehold.

## 2.4 Litteratur

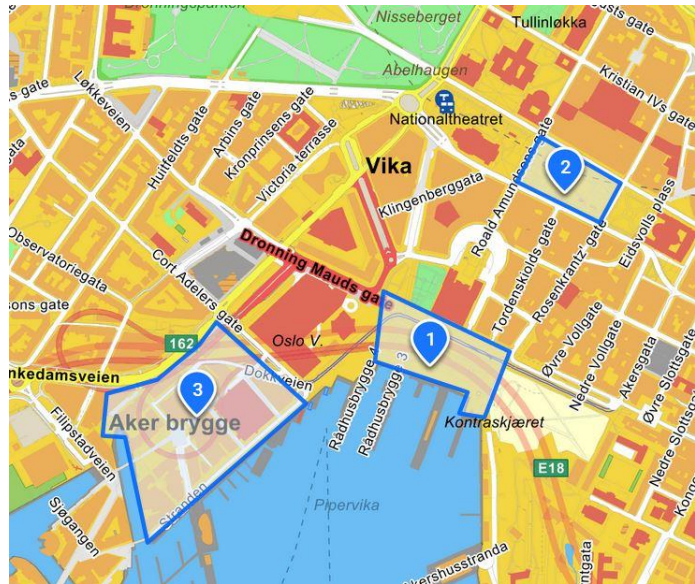
Litteraturstudiet for oppgaven foregikk gjennom hele skriveprosessen. Hensikten var å innhente kunnskap, samt tekniske anbefalinger og krav, i faget hva angår grunnarbeid og anleggsgartner. Litteratur angående drift og vedlikehold ble også brukt, men det eksisterer ikke like mye litteratur på det feltet. Statens vegvesen sine håndbøker var viktig for å angripe temaet på bakgrunn av tidligere forskning. I første rekke er det håndbok N200-Vegbygging og håndbok V262-Steindekker oppgaven bygger på. Boken Befæstelser av Holgersen & Dam var også en god kunnskapskilde.

## 2.5 Egne observasjoner

Erfaringer jeg gjør selv bygges på bakgrunn av flere befaringer på case-områdene. Befaringene ble gjort våren 2022. Det ble gjort målinger av fuger, avvik og andre tekniske elementer.

## 2.6 Termer og definisjoner

I denne oppgaven gjelder følgende definisjoner av faguttrykk:



Figur 3 Kartutsnittet viser en oversikt over case-område som brukes for denne oppgaven. 1. Rådhusplassen 2. Spikersuppa 3. Aker brygge (Kart: Gulesider)

**Dekke**: Overflaten på et areal for gange, sykling eller kjøring med lav fart, og konstruksjon med fast og slitesterk overflate.

**Gatestein**: Hugget eller kløyvd naturstein i kubisk eller rektangulær form.

**Brosteinsbelegning**: Råhogd granitt satt i knas. Steinformater under 30 x 30 cm.

**Granittbelegningsstein**: Saget granittstein satt uten låsing mellom steinene. Steinformater under 30 x 30 cm.

**Granittplater**: Granittstein i formater over 30 x 30 cm

**Overbygning**: Alle lagene som legges fra traubunn opp til toppen av dekket. Dimensjonering av overbygning vil normalt omfatte filterlag, (frostsikringslag), forsterkningslag, bærelag, settelag og slitedekke.

**Fundament**: Alle lagene med løsmasser for granittdekket.

**Knas**: En granittbelegning hvor stein hviler tett inntil hverandre slik at de «låses fast».

**Løsmasser**: En masse med mineralsk opphav.

**Settelag**: Øverste laget i overbygning for råhogd stein med ujevn tykkelse. Settelaget er løsmassene som steinen settes i.

**Avrettingslag**: For utlegging av gatestein og granittplater med helt jevn tykkelse – slik som granittplater og granittbelegningsstein.

**Bærelag**: Laget som ligger under settelaget eller avrettningslaget. «Hovedfunksjonene til bærelaget er å oppta spenninger knyttet til ringtrykk og å fordele laster til underliggende lag» (Statens vegvesen, 2021).

**Krakelering**: Steinene forskyver seg slik at det blir stor avstand mellom dem og det medfører hull i belegget.

**Fuge**: Mellomrommet mellom steinene i en belegning fylt med løsmasser med bestemt krav til korning.

**Etterfuging**: Etterfylle løsmasser i fugene.

**Slitedekke**: Harde dekker som asfalt, belegningsstein, natursteindekke og lignende. Skal tåle slitasjen fra trafikk på området, og overvann skal ledes vekk med fall på minimum 2% (Sikkeland, 2016, s. 116).

**FDV**: Forvaltning, drift og vedlikehold

**Byggverk**: «Bygning, konstruksjon eller anlegg» (Direktoratet for byggkvalitet, 2020)

**Steinmjøl**: Knuste masser med finstoff 0/4 – 0/8 mm. Brukes ofte som fugemasser.

**Dimensjonering**: Teknisk beregning av overbygning for natursteinsdekke.

**Setning**: Depresjoner på langs eller tvers i et dekke. Årsaken er at undergrunnen eller et lag i fundamentet har satt seg (Holgersen & Dam, 2002, s. 351).

**Råhugget**: Ingen bearbejdede flater på natursteinen.



## Kapittel 3 Natursteinsdekker av granitt

Dette kapitlet er en faktadel om bruken av granitt som natursteinsdekker. Det starter med en kort historie rundt bruk av granitt i Norge. Hvorfor granitt ofte blir brukt som byggemateriale, og prosessen ved uttak av granitt. Bruk av gatestein presenteres, og kapitlet avsluttes med en teknisk del for dimensjonering av granittdekker.

### 3.1 Et historisk perspektiv

Granitt er en dypbergart som kommer fra størknet magma under jordoverflaten. Magma er smeltet berg som har smeltet under trykk og høye temperaturer. Smelting skjer normalt i et magmakammer i jordskorpen. Dypbergarter har en lang avkjølingsprosess, det gir tid for krystalldannelse som synker til bunnen av magmakammeret. Ved krystallisering blir sammensetningen i magmaet rikere på silika, det vil si mineraler som kalifeltspat, kvarts og glimmer (Fossen, 2008, s. 41).

Granitt består hovedsakelig av feltspat og kvarts, men det er ofte også innblandet med biotitt og muskovitt (Granitt, 2021). Kvarts er det hardeste mineralet blant de vanligste mineralene. Feltspat er ikke like hardt som kvarts, men til gjengjeld har det et godt kløv (Fossen, 2008, ss. 33-34). Det gjør granitt til et solid materiale for dekker i utemiljø siden bergarten har stor styrke, samtidig som den er lettere å bearbeide enn andre bergarter.

Når isen trakk seg tilbake etter siste istid var det ikke mangel på stein i Norge. Utfordringen kommer med å bryte den ut fra fjellet, behandle og transportere steinen – som er en kostbar og tidskrevende prosess (Bredal, 2007). Bruk av stein har vært et viktig byggemateriale så langt tilbake vi kjenner. Da kristendommen ble den offisielle religionen i landet tidlig på 1000-tallet bidro det til økt kunnskapen rundt bruken av naturstein. Steinhoggerkunsten ble også introdusert gjennom steinarbeidere fra utlandet (Trømborg, 2003, s. 11). Det var hovedsakelig steinkirker som ble bygget de første århundrene.

Etter hvert som byene i landet vokste ble det behov for gater som kunne håndtere trafikken med gående i tillegg til hest og kjerre. Gatene hadde blitt gjørmete og ujevne som følge av økt belastning fra trafikken. På den tiden ble det brukt steiner fra nærområdet som hadde en flat side man kunne bruke som overside. Siden steinene hadde ujevn form ble de satt så tett som mulig mot hverandre, og fugene ble fylt med sand og småstein. De eldste eksemplene av brosteinsbelegninger av naturstein vi kjenner til i Norge, finner vi i Bergen. Det er fra 1520-tallet, og arbeidet ble trolig ledet av danske eller tyske steinleggere (Sikkeland & Thorvaldsen, 2015, s. 5).

Gatestein slik vi kjenner den i dag med standardiserte formater kom rundt 1850-tallet. Arbeidet med å hugge steinen i bestemte formater førte til at granitt ble mye brukt fordi bergarten har gode hogstegenskaper. Det førte også til at kravene til materialet med tanke på kanter og form ble strengere (ibid, s. 5).

### 3.2 Steinbryting av granitt

For å få produkter av granitt må man bryte steinen ut fra fjellet. Naturstein deles inn i to kategorier; blokkstein og skifer (Trømborg, 2003, s. 83). Utvinning av granitt utføres gjennom uttak av, og behandling av, blokkstein. Kvaliteter som farge, struktur og fasthet på bergarten kan variere mye, selv fra samme fjell hvor uttaket foregår. Det vil alltid være variasjoner i kvalitet, og det har innvirkninger for videre produksjon og bruk.

Granitt blir mye brukt som byggemateriale siden steinen har tre kløyvretninger. Det gjør uttaking av granitt til en enklere oppgave enn f.eks. uttak av gneis, som bare har ei god kløyveretning (Ekle et.al, 2013, s. 153).

Det kan utvinnes mange ulike produkter i granitt, men til denne oppgaven holder jeg meg til tre vanlige granittprodukter: smågate-, storgatestein og granittplater.



Figur 4 Kløyving av granittblokk. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 15)

### 3.3 Leggemåte og oppbygging av granittdekker

#### 3.3.1 Leggemåte for granittbelegg og granittplater med ubunden utførelse

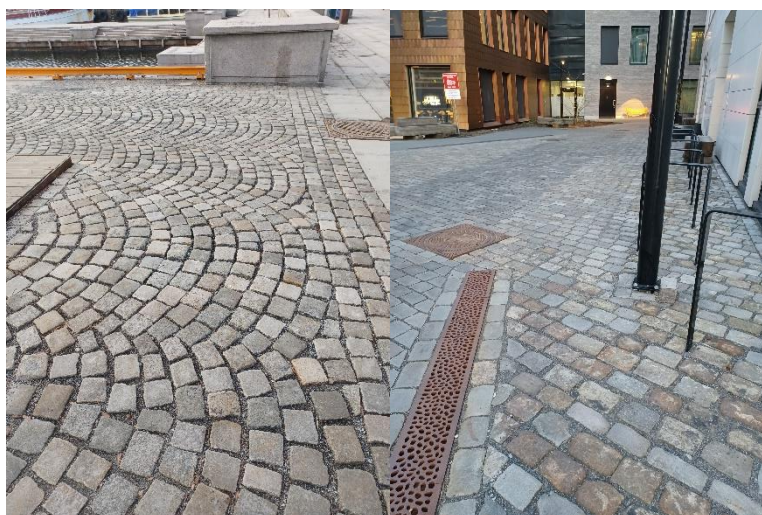
«Med gatestein menes naturstein som er hugget eller kløyvd til en tilnærmet kubisk eller rektangulær form» (Statens vegvesen, 2018, s. 9). Det er tre kjente gatesteinprodukter man ofte ser i byrom: mosaikk, smågate- og storgatestein. Gatestein blir mye brukt på offentlige og private uteareal. Gatesteinprodukter egner seg godt i oppkjørsler, adkomstveger, gangarealer, torg, parkeringsplasser og lignende.

Natursteinsdekker av gatestein egner seg dårlig på områder med tung trafikk. Det følger av Statens Vegvesen håndbok N200-Vegbygging at granitt- og brosteinsbelegninger kan benyttes på gater og veier med hastighet under 50 km/t (Statens vegvesen, 2021, s. 175).



Mosaikk i granitt er den minste gatesteinen med mål 40x40x40 mm. Den brukes mest som prydstein eller for tilpasning mot f.eks. kummer. Smågatestein har et standardformat på 100x100x100 mm. På fagspråket har den benevnning «smågatestein 9/11». Det er fordi det er toleransemuligheter til steinen i produksjonen (NMBU, 2021). Smågatestein har bredt bruksområde og brukes ofte på torg, og for brolegging av gater. Storgatestein er den største gatesteinen med mål (h/b/l) 140x140x200 mm. Den har tilnærmet samme bruksområdene som smågatestein, men steinen er ikke kubisk, som gjør at den ikke kan settes i like mange mønster. Det gjør at den brukes mest på steder hvor det er større belastninger fra trafikk: som rundkjøringer, busslommer eller som kantstein (Statens vegvesen, 2018, s. 27).

Gatestein skal settes i knas, med det gis tøyelig tillatt avvik etter NS-EN 1342 (Statens vegvesen, 2021, s. 285), det medfører en del sortering av steinen etter hvilket mønster det settes i. Fugebredden bestemmes av ujevnheter mellom steinene. Fugene blir fylt med natursand eller knust berg, og hvilken sorteringsgrad man velger tas i betraktning til fugebredden (ibid, s. 281). Settlaget skal bestå av drenerende masser.

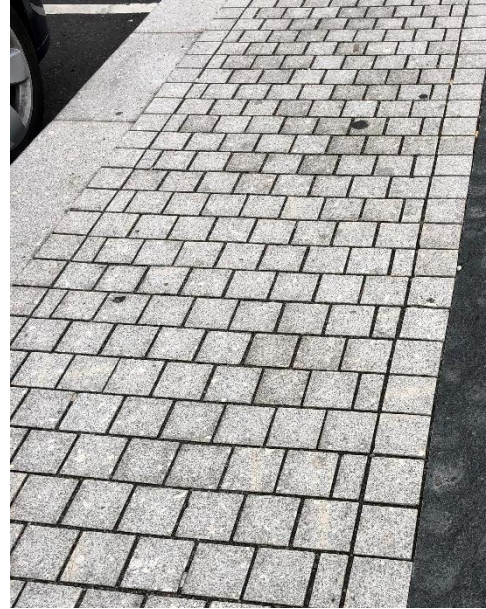


Figur 5 Brolegging (buesetting) med smågatestein. Kaia på Rådhusplassen. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

Figur 6 Granittbelegg med storgatestein. Rettsetting med forbandt. Fra bakgård i Bjørvika. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)

De vanligste settemønstrene for gatestein i Norge er; rettsetting, V-setting, diagonalsetting, buesetting og sirkelsetting (Statens vegvesen, 2018, s. 29). Buesetting er det mest vanlige mønsteret, og fordelene med buesetting er at det gir en ekstra låsing og styrke til belegget. Det er viktig at buen settes i riktig retning dersom det er helning på gaten. Det er fordi det oppstår store krefter mot underlaget når et kjøretøy brekker i gang etter stopp. Buene skal gå oppover stigningen på gaten, fordi selve styrken i belegget ligger i buene (NMBU, 2021).

Jeg vil også nevne at de siste årene har det kommet et nytt produkt på markedet: Granittbelegningsstein som brukes omtrent på samme måte som belegningsstein av betong. Den skiller seg ut fra andre gatesteinsbelegninger med at granitten er saget i rette kubiske formater. Fordelen med denne type dekke er raskere, og billigere, utlegging siden steinen legges på et ferdig komprimert avrettingslag. Dette i motsetning til råhogd gatestein som settes med en og en stein i et settelag. Den skiller seg også ut siden granittsteinsbelegninger ikke settes i knas. Det er viktig å være klar over at denne type belegning ikke har samme styrke som tradisjonelle gatesteinsbelegg. Det er siden det ikke blir låsing mellom steinene, av den grunn må det kun brukes på steder med lite trafikk.



Figur 7 Granittbelegningsstein på Trelastgata i Oslo. Foto: Kristin Berg (u.å)

Når formatet på granitten overstiger 30 x 30 cm, blir det definert som granittplate. Granittplater egner seg bra på gangarealer, torg, fortau og andre uterom. Ved belastninger fra kjøretøy anbefales det at hastigheten ikke overstiger ganghastighet (Statens vegvesen, 2018, s. 10). Granittplater kan bestilles i mange ulike mål. Krav til tykkelse, lengde og bredde for platene følger av Tabell 3.23 i håndbok N200 (Se vedlegg 1). Det ligger en formel man burde være oppmerksom på når det gjelder format på granittplater. «Det gyldne format» er et gammelt prinsipp som har røtter tilbake til antikken (Hansen, 2006). Det sier hvilke forhold mellom lengde og bredde som bør følges for å få ut en ideell formatstørrelse. Det er med tanke på estetisk uttrykk og håndtering av platene – men også funksjonelt for å unngå over- eller underdimensjonering av tykkelsen for granittplatene. Hvis man går opp i platetykkelse så kan forholdet mellom lengde og bredde økes betraktelig (NMBU, 2021).



Figur 8 Maskinell gradhugging av granittblokk. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 15)

Overflatebehandling av granittplater kommer i flere varianter. På gangbaner er flammet/sandblåst eller gradhugget behandlingsmetode anbefalt (Statens vegvesen, 2018, s. 49). Overflatebehandling er viktig i

sammenheng med sklisikkerhet. Flammet/sandblåst behandling beholder teksturen på steinen, samtidig som glansen ikke forsvinner (ibid, s. 49). Gradhugget behandling vil si å bearbeide overflaten med verktøy for å gjøre den ru, og dette kan gjøres med maskin eller for hånd.

### 3.3.2 Oppbygning av overbygning for granittdekker i ubunden montering

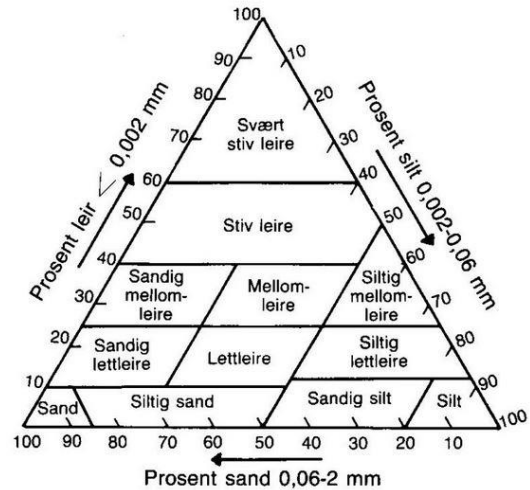
I mine øyne er det viktig å ta med faktorer for dimensjonering av et granittdekke. Hvordan grunnarbeidet er dimensjonert, og utført, har stor innvirkning på hvordan et dekke oppfører seg. Grunnarbeidet korrelerer direkte til kvaliteten, og funksjonen dekket har. Det har ringvirkninger til hvor intens drift og vedlikehold det blir behov for på stedet.

For at dimensjoneringen til et fundament skal bli gjort på en sikker måte, er kunnskap om løsmasser en viktig faktor. Det er viktig både for ubunden og bunden montering, men når det fundamenteres for ubunden granittdekker blir det brukt flere fraksjoner av løsmasser. Viktige momenter som er gjeldende for ubunden dekker er hvordan vannet beveger seg gjennom fundamentet, og at dimensjoneringen har tilstrekkelig bæreevne.

Hvilke undergrunnsmasser det er på stedet er et viktig tema. Skal fundamentet bygges på leirholdige masser, må dimensjoneringen være betydelig bedre enn hvis det er grusholdig masse på stedet (Ekle et.al, 2013, s. 141). Det har med nødvendig drenering å gjøre, slik at overflødig vann ikke blir stående i fundamentet og fryser til is om vinteren. Ved isdanning eller tele utvider vannet seg, og det blir telehiv – dvs. hele overflaten hever seg. Løsmassene i et fundament skal lede vannet ut fra overbygningen for granittdekket.

Jordarter med høy mengde finstoff i seg har evnen til å holde på mye vann siden vannet legger seg som tynn vannfilm rundt enkeltkorn. Grove masser er bra fordi det leder vannet hurtig bort fra en belegning. På den andre siden gjør grove masser at frosten går hurtigere ned i undergrunnen. Det er derfor et motsetningsforhold her. Samtidig bidrar finere masser til bedre stabilitet ved at de enkelte kornene låser seg bedre til hverandre, noe som gir bedre friksjon.

Så før man dimensjonerer for et dekke, må man bedømme jordkvaliteten for å finne egenskapene til massene. Det må være en klar formening om hvilken belastning dekket skal kunne tåle. Jordkvaliteten kan bedømmes ved å ta prøvegravninger hvor fagpersoner bedømmer jordstrukturen. For større prosjekter kan det være nødvendig med geotekniske undersøkelser av jorda (Holgensen & Dam, 2002, s. 8). Da sender man jordprøver til et laboratorium som analyserer strukturen og gir en oversikt over andel av silt, leire og større fraksjoner i jorda. Jordtrekanten (se figur 9) er et bra verktøy man kan bruke etter en jordprøve er tatt for å bestemme jordtype.



Figur 9 Teksturklasse for mineraljord. (NIBIO)

Når man vet hvilken jordtype som er på stedet, har man bedre forutsetning for å dimensjonere overbygningen for riktig dekke med tanke på dimensjoner, bæreevne og vannhåndtering. Et viktig poeng med å analysere egenskapene til jorden i et område, er at det bidrar til å forutsi hvordan overvann vil oppføre seg når det trenger ned i undergrunnen.

Hvis det er dårlig drenering i jorda vil vann samle seg opp i fundamentet, og det gir større risiko for frostskafer. Når vannmettet jord fryser til is, vil det heve opp belegget fordi vannet ekspanderer. Når isen smelter blir det ofte setninger fordi terrenget kan synke ujevnt, og det kan bli skader i overflaten. Det kan forekomme krakelering i belegningen som igjen kan utløse at steiner blir løse fra konstruksjonen. Hvis en stein i belegget blir borte, gir det fort en dominoeffekt på steinene rundt siden belegningen har mistet styrken sin hvor stein hviler mot stein.

Dersom man bygger opp fundamentet med jevne lag – og undergrunnen er tilnærmet lik over det hele – kan belegg bygget på løsmasser tåle en del telehiv. Det er fordi heving og senkning vil være ganske jevnt fordelt. Det er det som ligger i begrepet «dynamiske dekker» – at de har en viss bevegelse i seg uten at dekkets overflate skades.

Kunnskap om bæreevnen til løsmassene er avgjørende. Bæreevnen til en jordart øker ved større kornstørrelser (Ekle et.al, 2013, s. 135), og av at jorda ikke er våt eller fuktig. Ved høy jordfuktighet vil porene i jorden presse seg sammen ved belastninger, og det fører til at trykket ned i fundamentet går horisontalt. Det presser massene ut til sidene, og resulterer i deformasjoner i fundamentet. Ved å bruke



grove løsmasser med god dreneringsevne, vil det fordele trykket ned i fundamentet, og samtidig vil det redusere risikoen for frostsprengninger (ibid, s. 142).

Fundamentering for granittdekker av granittplater, eller smågate-, storgatestein, bygges opp etter de samme prinsippene. Undergrunnen undersøkes for å bestemme hvor telefarlig massene er, og dimensjoneringen kalkuleres deretter. Hvis det ikke er telefarlige masser i undergrunnen, kan fundamenteringen reduseres. Er det derimot telefarlige masser må det graves ut et større volum, isoleres eller legges et frostsikringslag.

### 3.3.3 Krav og dokumentasjon for dimensjonering

Når det prosjekteres for et natursteinsdekke på et område, er det første man må tenke på hvilken funksjon steindekket skal tilfredsstille. Er det en travel gågate, adkomstvei for levering eller oppholdsareal? Dimensjoneringen av fundamenter kalkuleres ut fra: egenskapene til eksisterende masser, hvilken overflate man ønsker og hvor stor vekt dekket må kunne bære (Zimmermann, 2015, s. 215).

For å bestemme hvilken vekt et dekke skal tåle på trafikkerte områder er ÅDT-tall en viktig faktor. ÅDT er summen av alle kjøretøy som passerer et valgt punkt i løpet av ett år, og divideres med antall dager i året (Statens vegvesen, 2014, s. 10). Når det skal dimensjoneres for et granittdekke på torg eller gågater, vil ÅDT-beregninger ikke gi samme effekt som på trafikkerte områder. Det er ikke samme trafikkbilde på disse områdene, men man kan ikke se bort fra hvordan vekten av kjøretøyet vil fordeles (akseltrykk). Det må også beregnes for eventuelle vridninger på belegget. Det som er viktig er hvor ofte lastebiler, kranbiler, søppelbiler og andre store kjøretøy vil kjøre på dekket, og hva slags kjøremønster man må regne med. Det er viktig å identifisere alle bruksmål dette området skal håndtere, før man kan bestemme hvilken dimensjon man trenger på steinen, og hvor stor bæreevne dekket skal tåle.

Ofte er det tunge hjullastere som brøyter om vinteren. Det kan også være nødvendig for søppelbiler å kjøre inn på dekket, eller det blir brukt til varelevering. Fundamentering handler om å skape et stabilt underlag for steindekket. Framtidig bruk av området bør også bli tatt med i beregningene. Kanskje vil det være naturlig at området må kunne håndtere andre funksjonskrav ti år frem i tid. Hvis dekket er dimensjonert for realistiske planendringer i fremtiden, kan det spare eieren av steindekket for en fremtidig totalrenovering.

Funksjonen av fundamentet er å fordele lasten fra all trafikk ned i grunnen, og skåner dekket for deformasjoner. Dokumentasjon som skal følge dette arbeidet er framstilt av Statens Vegvesen gjennom

Vegnormal N200, minimumsdokumentasjon er følgende:

- Forutsetningene som gjelder for dimensjoneringen
- Grunnundersøkelser
- Årsdøgsntrafikk (ÅDT)
- Metoder for dimensjoneringen
- Tykkelse på lagene, og hvilke materialer som brukes i lagene
- Spesielle løsninger eller forhold (Statens vegvesen, 2021, s. 152)

## Kapittel 4 Drift og vedlikehold

Dette kapittelet definerer drift og vedlikehold. Videre går det inn på driftskontrakter og driftsoppgaver.

### 4.1 Hva menes med drift og vedlikehold

Før vi går videre i kapittelet er det behov for å definere hva som menes med drift og vedlikehold. Det kan fort bli brukt som en samlebetegnelse. For å være presis i hva som menes med drift og vedlikehold videre i oppgaven henviser jeg til *tabell 1* under. Tabellen gir en definisjon på hva som menes med drift og vedlikehold på gangveier og oppholdssteder for denne oppgaven. Tabellen er utarbeidet ut fra inspirasjon fra tiltakskatalogen som er et samarbeid mellom Statens vegvesen og andre forskningsmiljø (Øvstedal & Brembu, 2021).

<b>Drift</b> Oppgaver som utføres regelmessig for å holde dekket til en gitt standard	<b>Vedlikehold</b> Oppgaver som utføres ut fra et langsiktig perspektiv
Drift innebærer alle tiltak og prosedyrer som må til for å sikre at infrastruktur fungerer gunstig med tanke på gang- og sykkeltrafikk. Eksempler på driftstiltak: <ul style="list-style-type: none"><li>- Brøyting, strøing med grus eller salt</li><li>- Renhold, kosting og spyling</li><li>- Ugressbehandling</li><li>- Etterfuge</li></ul>	Vedlikehold innebærer fysiske tiltak som gjøres i overbygningen eller på overflaten av dekket. Det skal sikre at dekket er innenfor kravene som er satt til funksjon og levetid. Eksempler på vedlikeholdstiltak: <ul style="list-style-type: none"><li>- Reparasjoner, og andre opprettinger av belegning eller plater</li><li>- Utredning av deler av et dekke</li><li>- Sjekklistener/ettersyn</li></ul>

--	--

Tabell 1 Definisjon drift og vedlikehold

Formålet med drift av et område er å bevare investeringen man har gjort i et prosjekt, og samtidig skal driften tilfredsstillende de behovene vi har til bruken av området. Kvaliteter som utseende, sikkerhet og komfort til et granittdekke holdes ved like gjennom driftsoppgaver. Det er viktig at gangveier og oppholdssteder driftes jevnlig for å sikre trygg ferdsel for alle som ferdes på stedet. Personulykker som kan oppstå på bakgrunn av lav drift kan være: fallulykker på glatte gangveier, eller velt med sykkel eller sparkesykkel. Fallulykker er nok vanligst om vinteren, og ofte hvis det ikke er varmekabler i grunnen for oppvarming av dekket. Dårlig, eller manglende, strøing øker også risikoen for personskader som følge av fall på isen.

Statens vegvesen utviklet i 2012 en nasjonal gåstrategi. Hensikten med strategien er å få flere personer til å gå mer i bygater og tettsteder. Hovedmålet med strategien er at det skal være attraktivt å gå for alle. Der la Statens vegvesen frem seks innsatsområder som skal møte målene med strategien. Drift og vedlikehold er ett av seks innsatsområder som må utbedres. Områdene innen drift og vedlikehold som sees på som viktigst i denne rapporten, er bedre vinterdrift og generelt vedlikehold. Det gjelder spesielt med tanke på eldre fotgjengere og personer med nedsatt funksjonsevne. Vedlikehold av gangveier er satt til høy prioritet for å opprettholde funksjonen til universell utforming (Berge & Kolbenstvedt, 2019). Statens vegvesen legger frem hva som bør kartlegges bedre, de legger vekt på organisering, ansvarsfordeling og driftsplaner som viktige punkt (Haug, 2014). Det ser vi nærmere på i neste underoverskrift.

## 4.2 Driftsplaner

Formålet med å utarbeide en drift og vedlikeholdsplan er å sikre at arbeidet er i henhold til satte krav, da ivaretas funksjonen og kvaliteten på driftsrelaterte aktiviteter (Statens vegvesen, 2012, s. 11). Gode driftsplaner for slitedekker av naturstein er et tema som etter min mening ikke har fått tilstrekkelig oppmerksomhet. Denne påstanden er bygget på egne observasjoner, og forsterkes gjennom samtaler med andre fagfolk. Innholdet i en driftsplan kan variere, men det følger vanligvis med en beskrivelse av hvilke driftsoppgaver som gjelder for anlegget. Som regel etterfulgt av utfyllende spesifikasjoner for hver av arbeidsoppgavene (Sikkeland, 2016, s. 10).

Norsk Standard (NS) er standarder som utvikles av Standard Norge. Hensikten med standarder er å beskrive et produkt, en tjeneste eller framgangsmåte for arbeidsoppgaver (Hofstad, 2018). Det er ikke lovpålagt å bruke NS-standarder for kontraktsarbeid og beskrivelse. Det er derimot vanlig praksis å

bruke NS som forvaltningsverktøy. NS 3420, del ZK: Skjøtsel og drift av park- og Landskapsområder, gjelder beskrivelser for skjøtsel og drift, og er verktøyet som brukes som mal for mange driftsplaner.

Det følger av plan- og bygningsloven § 21-10 at ved overlevering av et anlegg skal det følge ferdigattest (pbl, 2008). I en ferdigattest skal det foreligge nødvendig dokumentasjon som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold (Direktoratet for byggkvalitet, 2011, s. 335). For utarbeidelse av FDV-dokumentasjon er det normalt ansvarlig prosjekterende eller ansvarlig utførende som skal fremlegge dokumentasjonen. Videre skal ansvarlig søker påse at dokumentasjonen er levert, og at det er i samsvar med forskriften. Siste ledd i et prosjekt er overlevering, og som del av dette – godkjenning av FDV-dokumentasjon som leveres til eier under ferdigattest (ibid, s. 336-337). Krav til innhold for FDV-dokumenter blir regulert under kapittel 4 i Byggteknisk forskrift (TEK17).

Kapittel 4 i TEK 17 gir føringer på hvilket grunnlag FDV-dokumentasjon skal imøtekommes for å sikre at driften utføres på en god måte. Den gir ikke bestemmelser for hvordan selve utførselen av driftsoppgaver skal gjennomføres. Det den sier er hva som skal framlegges av dokumenter. Dokumentene som leveres, brukes så til utforming av rutiner og tiltak for drift og vedlikehold (Direktoratet for byggkvalitet, 2020, s. 49). Dette gir grunnlaget som brukes i bearbeidelse av driftsplanen. *Vedlegg 1* gir en oversikt over hvilke dokumenter som normalt må følge av FDV-dokumentasjon. Når det gjelder FDV-dokumentasjon for granittdekker, vil jeg trekke frem følgende punkter (se *figur 10*) som er avgjørende for utvikling av en fullstendig driftsplan.

- d) plantegninger
- e) representative snitt
- f) bebyggelsesplan med veier, parkering, beplantning, utendørs VVS-ledninger, el-ledningsplan
- g) statiske beregninger og tegninger av bærende bygningsdeler
- j) arbeidstegninger
- k) produktblader

*Figur 10 Dokumenter som må foreligge i et FDV-system. (Byggteknisk forskrift)*

Dokumentene gir et godt grunnlag til å fastsette nødvendige tiltak for regelmessig drift. En viktig funksjon for FDV-dokumentasjon er muligheten til å se kvalitetsbeskrivelse av materialer, og dimensjonering av byggverk. Det kan være avgjørende for senere reparasjoner eller ombygging av granittdekker.



## 4.3 Driftsoppgaver og utførelse

### 4.3.1 Sommerdrift

#### **Renhold:**

Feiing og spyling er de vanligste vedlikeholdsoppgavene som utføres på granittdekker. Ved feiing fjernes løv, grus og andre fragmenter på overflaten. Spyling fjerner tilgrising og misfarging som kan oppstå på dekket (Sikkeland & Thorvaldsen, 2015, s. 60). Dette arbeidet utføres ofte med høytrykksspyler, mindre gatefeiemaskiner og hjullaster med påmontert kostesystem.

Renholdsmaskiner kan ofte være årsaken til skader i dekket ved for høy vekt på kjøretøyet, eller for høy hastighet. Feie-, og sugemaskiner bør ikke brukes på granittdekker med løse fuger, siden det kan forårsake fugeutvasking (Holgersen & Dam, 2002, s. 274).

#### **Etterfuging:**

Fugemasser er spesielt utsatt for utvasking de første årene. Etterfuging er ekstra viktig på nyetablerte granittdekker siden det tar tid før steinmjøl får satt seg. Steinmjøl for fuging kommer normalt i fraksjonen 0/4 mm til 0/8 mm. Finstoffene i fugemassene trenger tid for å trenge ned, og pakke seg sammen (Heldal, 2013, s. 88).

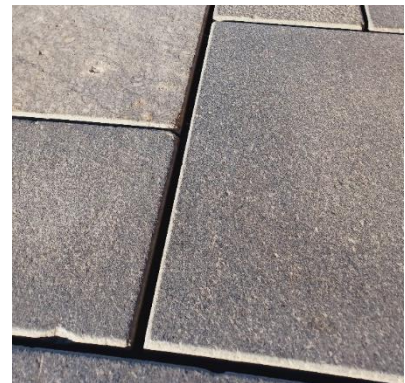
Massetettheten pakker seg naturlig sammen gjennom kontakt med vann, organiske og uorganiske partikler, støv, belastninger m.m. (Holgersen & Dam, 2002, s. 275). Etterfuging utføres på samme måte som vanlig fuging, som vil si at det koster ned. Hvis ikke fugene er godt pakket, kan det bli forskyvninger i dekket når større renholdsmaskiner gjør svingoperasjoner. Det er også en fare for at steiner løsner helt fra belegningen hvis ikke fugene er fylt.

#### **Reparasjoner/oppretting av dekke:**

Arbeidsoppgaver med å reparere granittdekker må regnes med, særlig hvis dekket er i et belastet miljø. En vanlig årsak for denne type arbeid



Figur 11 Gatefeiemaskin som koster og spylar Aker brygge. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)



Figur 12 Manglende fugesand i granittdekke. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)



Figur 13 Smågatestein mangler i dekke. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)

er eksempelvis oppgravingsarbeid med det formål at ledninger i grunnen må repareres. Det kan også komme fra frostsprengning i grunnen, eller av setninger fra trafikk eller andre påkjenninger. Arbeidet bør utføres av anleggsgartnere for å sikre at arbeidet blir utført korrekt.

### **Ugressbehandling:**

For å bevare et granittbelegg med permeable fuger av sand, er ugressbekjempelse en viktig oppgave. Ugress kan føre til fysiske skader på granittdekker. Flerårig ugress er de mest trøblete artene. Hvis flerårig ugress får etablert seg i dekket kan rotutløpere trenge ned i fundamentet, og sprekke opp konstruksjoner rundt. Hvis ugress ikke bekjempes regelmessig, kan det få store økonomiske konsekvenser (Lilleveit et.al, 2021, ss. 2-3).

Forebyggende tiltak mot ugress er: godt fylte fuger med mineraljord uten organisk materiale, avgrensning mellom steindekket og plen/blomsterbed, drenerende løsmasser i fundamentet og feiing (ibid, s. 6).

Direkte tiltak mot ugress kan vi dele inn i kjemiske og ikke-kjemiske metoder. Av miljøhensyn er det satt strenge krav til bruk av plantevernmidler i Norge. Kjemiske tiltak med glyfosat er stort sett faset ut i Norge. Ikke-kjemiske metoder er alltid å foretrekke så fremt det er mulig. Ikke-kjemiske metoder innebærer mekanisk bekjempelse med lusing, og termisk bekjempelse med damp og varmt vann (ibid, s. 7).



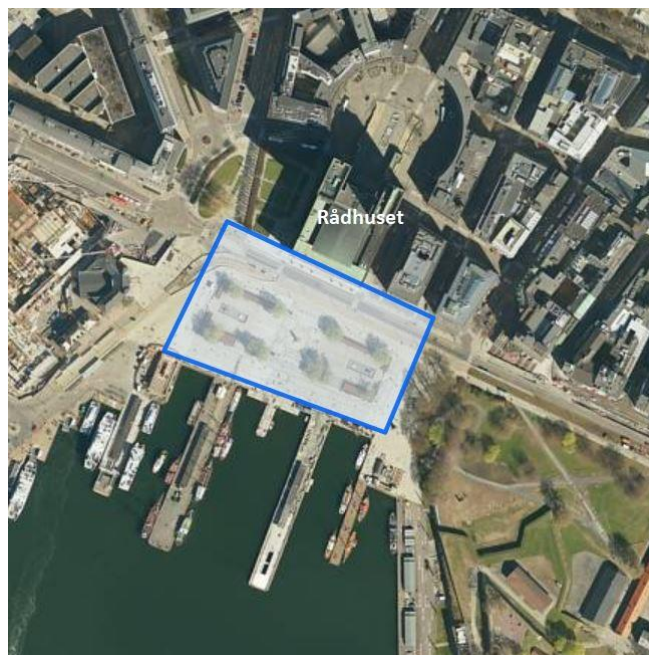
*Figur 14 Gress og løvetann som vokser i fugene, og langs kanten. Foto: Stian Lilleveit (2022, april 30)*

## Kapittel 5 Case-områder i Oslo-området

Dette kapitlet presenterer tre case-områder i Oslo. Case-områdene blir presentert hver for seg etterfulgt av egne observasjoner for hvert område.

### 5.1 Rådhusplassen

Rådhusplassen ligger langs Pipervika, mellom Akershus festning og Aker brygge. Denne plassen var lenge et høyt trafikkert område siden det var en gjennomfartsåre for biltrafikk. I 1990 ble den verste trafikken avviklet ved at ny senketunnel ble åpnet i fjorden for trafikken på E18, og området fikk ny funksjon som festplass (Oslo byleksikon, u.å). Det er ikke lenger biltrafikk her, kun trikk, stedet brukes nå for arrangementer og samlinger. Det er et viktig samlingssted i Oslo, man kan blant annet oppleve festivaler og konserter her i sommerhalvåret.



Figur 15 Rådhusplassen (kart: Gulesider)

Granittdekket ved Rådhuset ble anlagt i perioden 1994 – 1995. Oslo kommune Park og Idrett var prosjekterende, og etter mine opplysninger ble plassen bygget i egenregi av kommunen. Bymiljøetaten er driftsansvarlig for dette uteområdet, og fra og med 2021 er det en egen avdeling ved Bymiljøetaten som utfører driften.

Bymiljøetaten ved seksjon Vei og gate har ansvar for drift og vedlikehold av steindekkene på Rådhusplassen. Driftskontrakten til Bymiljøetaten er en helårlig kontrakt for hele området innenfor Ring2. Kontrakten omfatter veier, fortauer, gang- og sykkelveier, plasser og torg.

Hvis det blir nødvendig med tiltak som reparasjoner, etterfuging eller andre arbeid med steindekket, blir det bestilt for hver enkelt jobb. Da etterspørres en pris fra en ansvarlig entreprenør, prisingen følger av kontraktens kvm-priser for resetting av stein. Eventuelt settes en pris ut fra personell og maskinbruk for det aktuelle arbeidet. Det er ingen funksjonskontrakt som sier direkte hva som skal utføres på dekket. En



funksjonskontrakt angir ikke direkte hvilke arbeidsoppgaver som skal gjøres – kun hvordan sluttproduktet skal være – rent, sklisikkert, uten snø eller hindringer osv. Dette er ulempen med slike kontrakter – for mer spesifisering bør man inngå en enhetspriskontrakt. Bymiljøetaten har ingen krav eller funksjoner i kontrakten for drift og vedlikehold av steindekker. <sup>1</sup>

### 5.1.1 Analyse av granittdekket med årsakssammenheng



Figur 16 Rådhusplassen sett mot Nobels Fredssenter. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

Granittplatene på Rådhusplassen er fra Kuppam i India. Platene kommer i ulike tykkelser fra 8 til 14 cm, med håndpigget overflatebehandling. Leggemåte er i fallende lengde, og platene er i 40,50,60,70 og 80 cm bredde (Beer sten, u.å).

#### **Søl/avfall/ugress:**

Jeg fant ikke mye ugress på dekket, det ugresset jeg fant var langs kanter og i hjørner. Det må tas i betraktning at siste befarings ble gjort 30. april. Årsaken til ugresset mistenker jeg er at ugressbehandlingstiltaket stort sett er med feiebil som ikke kommer til på trange plasser. Det var noe søl ved en avfallsbeholder, men jeg kan ikke si om det er søl som har vært der lenge. Årsaken til sølet tenker jeg er lekkasje av søppelvann fra selve beholderen. Jeg fant også noe søl ute på plassen. Jeg tror dette er diesel- eller oljesøl som kommer fra maskiner som brukes for drift eller annet utstyr under arrangementer. Vi har hatt en lang periode uten regn, så det kan også være fra brusbokser, hundetiss eller annet søl som gir avmerking.

---

<sup>1</sup> Samtale over e-post med fagperson i Oslo kommune Bymiljøetaten



Figur 17 Ugress i fugene, og løvetann vokser opp muren. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)



Figur 18 Gris rundt en avfallsbeholder. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)



Figur 19 Mulig diesel- eller oljesøl. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

### Setninger:

Selv om dekket stort sett er jevt, fant jeg flere setninger på dekket. De største høydesprangene fant jeg langs et fonteneanlegg. Jeg tror årsaken her er at fontenen er satt på et helstøpt betongfundament, og setningen oppstår på punktet hvor betonggulvet slutter. Løsmassene som ligger på betonggulvet mister de dynamiske egenskapene man får fra ubunden fundamentering. Det største høydespranget mellom platene var opp mot 6 cm. Dette er snublekanter som kan medføre alvorlige fallulykker. Spesielt hvis det kommer noen med fart på skateboard eller sparkesykkel. Det er også hinder for rullestolbrukere og personer med nedsatt funksjonsevne.



Figur 20 Setning i dekket langs fonteneanlegg. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)



## Reparasjon:

Et sted manglet det noen granittplater. Løsningen som er gjort her er å fylle hullet med betong. Lappeteppe av betong er en rask og enkel løsning, men det trekker ned utseendemessig. Selve styrken i dekket blir ikke nødvendigvis svekket.

Årsaken kan være av økonomiske grunner. Eller kanskje det ikke var mulig å få tak i nye granittplater av samme geologiske opprinnelse. FDV-dokumentasjon skal inneholde informasjon om hvor steinene er fra, og hvilken kvalitet det er på steinen. Det kan være smart når man har et nytt prosjekt å bestille noen ekstra stein som kan ligge på lager. Det er ikke å ta for gitt at man får tak i samme type stein som i sin tid kom fra Kina/India. Kanskje bruddet er nedlagt, eller steinen nå har en annen fargevariasjon (Kierstein, 2022).



Figur 21 Lappeteppe av betong på granittdekke.  
Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)

## 5.2 Spikersuppa

Spikersuppa ligger midt i Oslo sentrum, mellom Stortinget og Nasjonalteateret hvor det arrangeres ulike arrangementer. Jul i vinterland er et populært julemarked som arrangeres her, i 2019 var det over 2,6 millioner besøkende (Jul i vinterland, u.å). På julemarkedet er det matservering og ulike aktiviteter for store og små. Blant annet er det gratis konserter, og et pariserhjul settes opp hvert år.

Jeg fant ikke bakgrunnsinformasjon for når granittdekkene her ble anlagt, og heller ikke hvem som var prosjekterende eller entreprenør. Bymiljøetaten er driftsansvarlig for dette uteområdet, og egen avdeling ved Bymiljøetaten drifter dette stedet samme som Rådhusplassen.



Figur 22 Spikersuppa. (Kart: Gulesider)

Spikersuppa, som Rådhusplassen, er innenfor ring 2. Her gjelder den samme driftskontrakten for veier, fortauer, gang- og sykkelveier, plasser og torg.<sup>2</sup>

### 5.2.1 Analyse av granittdekkene med årsakssammenheng



Figur 23 Spikersuppa sett fra uteområde ved Stortinget. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

Inne på plassen er store deler av slitedekket i råhugget storgate- og smågatestein. Storgatesteinen blir mest brukt som kantstein, og smågatestein er satt med rettsetting mønster. Det er også dekker med granittplater i fallende lengder på gangveier og oppholdssteder.

#### **Fugebredde:**

Gatesteinprodukter, som nevnt tidligere, skal settes i knas. Figurene under viser eksempler jeg fant på Spikersuppa av smågatestein i rettsettingmønster. Jeg fant fugebredder opp mot 4 cm flere steder. En fugebredde på 5 mm i overflaten ansees ofte som passende (Holgensen & Dam, 2002, s. 273); opp til 12 mm bredde er akseptabelt (Thorvaldsen & Sikkeland, 1996, s. 9) . Det er også steiner som har løsnet helt fra dekket, det kan være en direkte følge av brede fuger, fordi lastoverføringen i dekket er svekket siden steinene ikke låser mot hverandre. Jeg tror ikke dette er fra dårlig steinleggingsarbeid, siden kvaliteten på granittdekket ser bra ut i sin helhet. Årsaken tror jeg er setninger i undergrunnen eller noen av lagene i fundamentet som følge av for høy last og vridninger på overflaten.

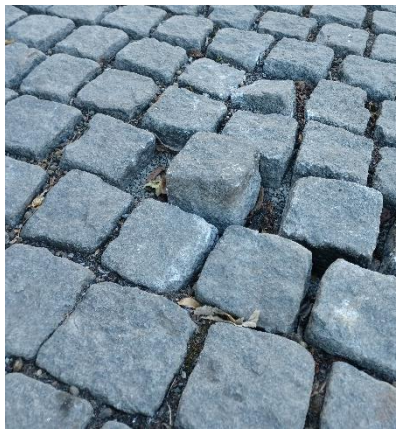
---

<sup>2</sup> Samtale over e-post med fagperson i Oslo kommune Bymiljøetaten





Figur 26 Løse smågatestein. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)



Figur 25 Løse smågatestein. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)



Figur 24 Fugebredde opp til 4 cm. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

### **Knusing i sidekanter og hjørner:**

Figur 27 viser granittplater med kantskader. Saget granittplater skal settes med fugebredde, helst med mellomrom på 7 mm til 10 mm (NMBU, 2021). Fugene fylles med løsmasser i fraksjonen 0/4 mm eller tilsvarende. Det skal ikke store vridninger til før det blir knusing hvis sagete granittplater står i knas. Dette er en skade som skyldes feil beskrivelse/utlegging hvis det var et nyetablert dekke. Det kan også være en skade som kommer fra driften av dekket. Det kan være i form av fugeutvasking fra sugemaskiner brukt under drift. Da vil løsmassene i fugene suges opp, og platene trekkes mot hverandre under belastning.



Figur 27 Avskalning på hjørner. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

En måte man kan unngå avskalinger på sidekanter og hjørner på er å bruke avstandsløsninger. Neopren er et vanlig produkt å bruke som avstandsplate. Platene kommer i avstander fra 2 mm til 12 mm, og legges der hjørnene møtes (NMBU, 2021). Det kan også være aktuelt å beskrive granittproduktene med avrundete hjørner på oversiden. Helt rette hjørner i et steindekke er et svakt punkt mot belastninger og brøyteskjær.



### 5.3 Aker Brygge

Aker brygge er en bydel som ligger vest for Pipervika. Fra brygga har man utsikt mot Akershus festning, Hovedøya og Lindøya. Dette området har en lang historie, så tidlig som på starten av 1800-tallet var det et voksende industriområde her, blant annet med Akers mekaniske verksted, et skipsverft som var med på å modernisere verftsindustrien i Norge. I 1982 ble verftet lagt ned, noe som var starten på det første store ombyggingsprosjektet. Det ble bygget nye bydeler, og gamle produksjonslokaler ble omgjort til kontorbygg. Det neste store renoveringsarbeidet startet i 2011, som er resultatet vi ser der i dag. Aker brygge er i dag et moderne boligområde med et stort utvalg av restauranter og butikker (Aker brygge, u.å).



Figur 28 Aker Brygge. (Kart: Gulesider)

Det er fortsatt uterom på Aker brygge som har slitedekker fra de tidligere byggefasene. For denne oppgaven skal jeg holde meg til det nyeste granittdekket som sto ferdig i 2016. Det nye dekket går over store deler av Akers brygge. Det ble prosjektert av Linklandskap, hvor Norwegian Property var oppdragsgiver. Braathen Landskapsentreprenør var utførende entreprenør<sup>3</sup>. Driftsansvarlig for området er Bryggedrift, og det er MSS-Maskinell snøservice som utfører driften der i dag både sommer og vinter.

Aker brygge driftes intensivt, og det er stor fokus på å holde en høy kvalitet. Driften pågår 356 dager i året. De mest omfattende oppgavene er feiing og spyling på sommeren og brøyting om vinteren. Ved en samtale med en driftsoperatør på stedet, fikk jeg informasjon om at de største utfordringene de ser på Aker brygge knyttet til drift er søl, hvor diesel- og oljesøl er verst<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Samtale over e-post med fagperson i Braathen Landskapsentreprenør

<sup>4</sup> Muntlig samtale med fagperson i MSS-Maskinell snøservice

### 5.3.1 Analyse av granittdekkene med årsakssammenheng



Figur 29 Stranden gågate på Aker brygge. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

For natursteinentusiaster er dette et utrolig flott område å besøke hvis man vil se natursteinsbelegg i ulike leggemåter og mønster av høy kvalitet. Det er hele 60 ulike granittplateformater som utgjør dette puslespillet langs Stranden gågate (Byggeindustrien, 2014).

#### **Fugesand:**

Det første som slo meg da jeg var på befaring her var at det ikke var antydning til fugesand i fugene noen steder. Dette syntes jeg var merkelig siden granittdekket sto ferdig i 2016, og det stilles høye krav til kvalitet på Aker brygge. Det viser seg at årsaken til dette er feil beskrivelse av fugematerialet. Det ble beskrevet finpukk 2/4 mm i fugene, altså ingen finstoff i blandingen. Det betyr at kornene ligger løst i fugene. Når det kommer regn, og når det koster og spyles, så tar det med seg kornene som ligger løst i fugene (Kierstein, 2022). Det er heller ikke gjort noe for å utbedre problemet, og det fine granittdekket har begynt å vise tegn til skader i form av forskyvninger av granittplater og avskaling i hjørner. En enkel og billig oppgradering kunne være med å hindre at enorme kostnader går tapt.



Figur 32 Manglende fugemasser. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11)



Figur 31 Forskyvninger i dekket p.g.a. manglende fugesand. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)



Figur 30 Forskyvninger i dekket p.g.a. manglende fugesand. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)

## Kapittel 6 Drøfting

Dette kapittelet drøfter data hentet fra litteraturstudie, dybdeintervju og egne refleksjoner fra case-områdene – og knytter det opp mot problemstillingene for oppgaven. Avslutningsvis kommer en konklusjon for hver problemstilling.

### 6.1 Forvaltning, drift og vedlikehold

Forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker er en krevende prosess som starter allerede ved regulering av et område. Regulering fastsetter hvordan området skal brukes, og det er avgjørende for videre planlegging av et natursteindekke. Selve driftsoppgaver, og metoder for drift og vedlikehold, er stort sett standard rutine og trenger ikke å være komplisert. Kunnskap rundt bruk av utstyr er viktig for å oppnå et godt driftsresultat. Det kan være bruk av høytrykksspyler på granittdekker hvor det brukes for kraftig vannstråle, og strålen blir rettet direkte mot fugen, som kan tømme fugene helt. Ved feiing av et natursteinsdekke er det ikke bra at kostene går langs fugene. For å minimere utvasking bør det kostes på tvers. Når kostene går diagonalt over dekket får ikke børsten like god heft på fugemassene (Kierstein, 2022).

Det som er viktig for å få et godt resultat, selv om ikke driften egentlig er krevende, er at grunnarbeidet, dimensjoneringen, leggeprosessen og videre driftsprosess styres av fagpersoner med høy kompetanse.

Man kan si at et steindekke er bare så bra som underlaget (Kierstein, 2022). Det kan kanskje virke synd at store deler av investeringen av dekket går til fundamenteringen som ikke er synlig. Da kan det virke fristende å investere minst mulig i fundamenteringen, og heller sette flere midler til andre deler av prosjektet f.eks. toppdekket. Dette vil kunne straffe seg i lengden ved behov for drift og vedlikeholdskostnader. Ikke minst vil det gi direkte resultat på overflaten med skjemmende avvik i form av setninger og ujevn overflate, som i neste omgang kan føre til brekkasje og avskalinger.

## 6.2 utfordringer knyttet til drift og dimensjonering

Et granittdekke kan vare i mange tiår, kanskje hundrevis av år, med riktig etablering og drift. Dårlig utførelse ved dimensjonering av overbygning kan gi svikt av selve konstruksjonen. Det kan føre til at dekket må håndtere større last enn tiltenkt eller beregnet. I noen tilfeller er det for dårlig beskrevet, det er valgt feil fraksjon eller det er alt for tykke løsmasselag. Dette kan komme fra manglende kompetanse fra prosjekterende, men tiltakshaver skal fortsatt godkjenne planene før arbeidet gjennomføres. Det er en utfordring at det er mange ledd som må samarbeide og ta ansvar for kvalitetssikring, og dette kan vise seg i etablering og gjennomføring av et natursteinsdekke. Grunnarbeidet og steinleggingen er ofte utført av ulike aktører, og det er ikke sikkert en grunnarbeider f.eks. vet at det stilles strenge krav til bærelagets jevnhet og kontroll av bæreevnen for natursteinsdekker (Statens vegvesen, 2018, s. 11). For å få et godt resultat må alle involverte aktører bidra med god ekspertise. Gode beskrivelser og fokus på kvalitetssikring i alle situasjoner med grensesnitt mellom ulike aktører, er også avgjørende for å møte ønsket resultat.

Når man oppdager en skade på steindekket er det viktig at man forstår hvordan skaden har oppstått. Er årsaken setninger, tomme fuger, dårlig fugemasser, overbelastninger, for tykt settelag, svikt i bærelag eller skade på rør i underliggende lag? (Kierstein, 2022). For å kunne utføre riktige tiltak, er det viktig å forstå årsakssammenhenger. Setninger i et granittdekke er et gjentakende problem på belastede områder, og det kan ha ulike årsaker som stammer fra undergrunnen eller belastninger på overflaten. I samtale med en faglig rådgiver viser det seg ofte at det er tykkelsen på sette- og/eller bærelaget som er den utløsende faktoren for ujevnheter i overflaten. Ujevn tykkelse vil gi ujevn bæring, og dekket vil oppføre seg ulikt ved belastninger på overflaten som gir utslag i setninger.

## 6.3 Driftskontrakter og krav

Gode rutiner og oppfølging av steindekket er noe som bør komme tydelig frem i driftskontrakter. Det kan være sjekkpunktlistene for de som har ansvar for driften, hvor de sjekker og melder inn små skader. Det gjør kvalitetssikringen mer effektiv, og sparer tid for driftsansvarlig med befaringer. Oppfølging av



dekket bør minimum utføres før og etter vinteren for å se at dekket tåler påkjenningene (Kierstein, 2022). Gode rutiner for skadeoppfølging bør beskrives i kontrakten. Det er viktig siden små avvik som man kanskje ikke vil definere som en skade, kan utvide seg over tid. Gjennom dybdeintervju og samtaler med fagpersoner virker det for meg som om det er mye fokus på vinterdrift, men det er lite fokus på steinarbeid som erstatning/oppretting av stein, etterfuging og ettersyn av dekket. Det medfører dårlig kompetansekrav i konkurransebeskrivelsen. Her stilles det ofte lave krav til den utførende med tanke på kompetanse. Det er ikke bra hvis en maskinfører blir satt til å opprette et parti med kantstein, hvis ikke maskinføreren har grunnlag til å si noe om krav til utførelsen (Kierstein, 2022).

Det kan være aktuelt å dele opp driftskontraktene med tanke på ansvarsfordeling, hvor det stilles klare kompetansekrav for vinterdrift og drift av steindekket (Kierstein, 2022). Det vil sikre at man får kvalifiserte anleggsgartnere til å gjøre steinleggingsarbeid. Vinterdrift er viktig i Norge, det er også et tema som er utforsket og dokumentert grundig gjennom håndbøker fra Statens vegvesen. Hvis bestillere ikke vet hvordan steinleggingsarbeid skal beskrives i kontrakter, med tilhørende krav til kompetanse og oppfølging, vil det kunne resultere i redusert kvalitet på steindekket. Det er viktig at man sikrer kvalitetssikring, det er nok dessverre pris som styrer dette mye.

Jeg har laget et enkelt eksempel på en ettersynsplan (*Se tabell 2*), som viser hva jeg ville ha vurdert i et skjema for visuelt ettersyn av natursteinsdekker. Jeg mener alle arbeidsoppgavene i denne planen burde være med i en driftsplan uansett hvor travelt området er, og hvor store belastninger det er på området. Hyppighet på arbeidsoppgavene burde vurderes etter behov på eget anlegg.

Visuelt ettersyn av natursteinsdekker				
Type arbeid	Hyppighet/tidspunkt	Alvorlighetsgrad (0-3)	Årsak	Sign. kontrollør
Sjekk av hjørner, sidekanter og overflater av stein	Befaring før og etter vinter. Utførende skal melde inn skader/avvik fortløpende			
Sjekk av brekkasjer	Befaring før og etter vinter. Utførende skal melde inn skader/avvik fortløpende			

Sjekk av fugemateriale mellom steiner	Befaring før og etter vinter. Utførende skal melde inn skader/avvik fortløpende			
Sjekk av forskyvninger i belegget	Befaring før og etter vinter. Utførende skal melde inn skader/avvik fortløpende			
Sjekk av setninger på belegg	Befaring før og etter vinter. Utførende skal melde inn skader/avvik fortløpende			
Sjekk av flekker/misfarging på overflate	Befaring før og etter vinter. Utførende skal melde inn skader/avvik fortløpende			
Sjekk av manglende stein i belegg	Befaring før og etter vinter. Utførende skal melde inn skader/avvik fortløpende			

Tabell 2 Skjema for ettersyn av natursteinsdekker som bør følge i en driftsplan

\* Alvorlighetsgrad vurderes fra 0-3

0 ubetydelig skade

1 mindre skade

2 alvorlig skade

3 meget alvorlig skade

I tillegg til denne ettersynsplanen bør det følge en plan for skadeoppfølging. Den sier hvordan de ulike skadene som kan oppstå på et dekke skal repareres/håndteres. Det er viktig om man ikke sitter med kompetansen til å produsere en skadeoppfølgingsplan, at man har samarbeidspartnere eller kontakt med fagpersoner som kan bistå med faglig kompetanse.

## 6.4 Metode for oppgaven

Jeg startet tidlig i oppgaveprosessen med å ringe rundt til aktører i bransjen. Dette gjorde at jeg fikk mange forslag til hvilke områder jeg kunne bruke som case-områder. Jeg brukte kanskje litt for lang tid på å fastsette områder. I starten hadde jeg Bjørvika, Karl Johans gate og Aker brygge som aktuelle case-områder, men det forandret seg etter en befaringsrunde i Oslo. Det tok lengre tid enn jeg hadde forutsett å finne informasjon om de forskjellige områdene, og det var en langsom prosess som gikk over telefon og e-post. Siden jeg var rask i starten med å kontakte relevante aktører, trodde jeg at den delen av oppgaven

var godt i gang. Det viste seg å være mer tidskrevende enn jeg trodde, og jeg kunne vært mer aktiv midt i oppgaveprosessen da jeg hadde for mye fokus på en annen krevende oppgave.

Intervjuprosessen gikk som planlagt, og med det første dybdeintervjuet jeg gjorde fikk jeg mye data å arbeide med. Derfor valgte jeg foreløpig å fokusere på skrivingen fremfor å gjennomføre flere intervju. Når jeg var lenger inn i skriveprosessen så jeg at jeg hadde nok data for oppgaven min, så det ble ikke gjort flere dybdeintervju for oppgaven. Informasjon jeg fikk gjennom dybdeintervjuet var nyttig for kapittel 6 hvor jeg drøfter oppgaven.

## Konklusjon

Dette var problemstillingene jeg hadde satt opp i starten av oppgaven og metodene som jeg hadde tenkt å bruke for å svare på spørsmålene.

Problemstilling	Metoder
1. Hva inngår i forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker i granitt.	Intervju, og samtaler med fagpersoner. Litteratursøk.
2. Hva er dagens utfordringer med forvaltning og bevaring av natursteinsdekker?	Intervju, og samtaler med fagpersoner. Befaringer på case-områder. Litteratursøk.
3. Hva slags krav bør inngå i framtidige kontrakter?	Intervju, og samtaler med fagpersoner. Refleksjon fra case-områder og litteratursøk.

### Problemstilling 1

Dette viste seg å være et omfattende tema, og det er vanskelig å sammenfatte med noen setninger.

Forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker er en lang prosess som starter før første graveskuffe er tatt. Overordnet planlegging av funksjon, kvalitet, bruk og driftsmetode, deretter prosjektering er alle viktige ledd som krever høy kompetanse for å oppnå et godt resultat. For denne oppgaven har jeg lagt vekt på behovet for kvalitetssikring, spesielt i gjennomføringsfasen av fundamenteringen og steinleggingen for å forebygge omfattende drift og vedlikeholdsoppgaver. Men

jeg ser nå at helheten og kunnskapen om alle delene av prosessen er like viktige elementer. Dette omhandler alt fra den første planleggingen til endelig ferdigstilling av et anlegg og videre forvaltning av bruken og nødvendige driftsoppgaver.

### **Problemstilling 2**

Som vi har sett i denne oppgaven er det mange utfordringer knyttet til forvaltning og bevaring av natursteinsdekker. Etter denne studien vil jeg si at kjernen for å få et vellykket natursteinsdekke, som er bygget for å vare, er godt samarbeid mellom alle involverte aktører. Det er derfor helt nødvendig at ansvarlige for ulike faser i et anleggs antatte levetid snakker sammen fra første stund. Kompetanse og kunnskap rundt steinleggerfaget har vært et sentralt tema i denne oppgaven. Jeg vil si at dagens utfordringer er at det er for få fagpersoner i bransjen. Det gjelder fra overordnet planlegging til prosjektering, konkurransebeskrivelser, grunnarbeid, anleggsgartnerarbeid og driften.

### **Problemstilling 3**

Jeg mener kompetansekrav burde settes til høy prioritet i driftskontrakter. Det gjelder både for gjennomføring av anleggsgartnerarbeid, og ettersyn av steindekker. Riktig kompetanse gir steindekker av høy kvalitet. Erfarne fagpersoner som følger opp steindekkene har grunnlag for å si hva som er nødvendig av tiltak for å bevare steindekkene over tid. For denne oppgaven konsentrerte jeg meg om driftskontrakter, å la vekt på ettersyn og skadeoppfølging av natursteinsdekker som en viktig del i driftsplaner. I mine øyne står landskapsingeniører godt rustet til å utvikle krav for opplæring til de som skal utføre inspeksjon. Landskapsingeniører har også faglig tyngde til å se årsakssammenhenger av skader som har oppstått på natursteinsdekker, og kan bistå med kunnskap til utforming av skadeoppfølgingsplaner.

### **Oppsummering**

Avslutningsvis vil jeg understreke behovet for kvalitetssikring og kompetansekrav i framtidige driftsplaner for å ta vare på investeringene vi har i natursteinsdekker. Forvaltning, drift og vedlikehold av natursteinsdekker bør ikke sees på som en utgift, men heller en investering av noe som kan vare i flere hundre år. Derfor er kompetanse om alle delene av prosessen like viktige for å oppnå et bra resultat.



## Litteraturliste

- Aker brygge. (u.å). *Aker Brygge og Den Utrolige Reisen*. Hentet April 14, 2022 fra Akerbrygge.no: <https://www.akerbrygge.no/aker-brygge-den-utrolige-reisen/>
- Beer sten. (u.å). *Rådhusplassen i Oslo*. Hentet Mai 14, 2022 fra Beersten.no: <https://www.beersten.no/referansegalleri/profil/radhusplassen-i-oslo>
- Berge, G., & Kolbenstvedt, M. (2019). *Nasjonal gåstrategi og gåregnskap*. Hentet April 20, 2022 fra Tiltak.no: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-4-tilrettelegging-gange/b-4-10/>
- Bredal, D. (2007). *Steinriket Norge – Byggeskikk til begeistring*. Oslo: Hathon forlag.
- Byggeindustrien. (2014, Mai 7). *Aker Brygge har fått nytt dekke*. Hentet April 19, 2022 fra Bygg.no: <https://www.bygg.no/aker-brygge-har-fatt-nytt-dekke/1194099/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2011). *Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning*. Hentet April 21, 2022 fra Direktoratet for byggkvalitet: <https://dibk.no/regelverk/sak/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2020, Oktober 1). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet April 21, 2022 fra Direktoratet for byggkvalitet: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-3/>
- Ekle, A., Holo, K., Koteng, T., Vestre, Ø., & m. fl. (2013). *Anleggsteknikk for anleggsgartnere* (1. utg.). (K. A. Melbøe, Red.) Oslo: Byggenæringens Forlag AS.
- Fossen, H. (2008). *Geologi - Stein, mineraler, fossiler og olje* (1. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Granitt*. (2021, Desember 1). Hentet April 19, 2022 fra Norges geologiske undersøkelse (NGU): <https://www.ngu.no/emne/granitt>
- Hansen, L. D. (2006, Juni 28). *115 år gammelt format*. Hentet Mai 12, 2022 fra Aftenposten: <https://www.aftenposten.no/norge/i/OrxOE/115-aar-gammelt-format>
- Haug, E. (2014, Februar 14). *Lokale gåstrategier og planer for gående*. Hentet April 18, 2022 fra Statens vegvesen: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/miljovennlig-transport/gangtrafikk/lokale-gastrategier-og-planer-for-kommuner-2014.pdf>
- Heldal, T. (2013). *Naturstein utemiljø*. Hentet April 21, 2022 fra Norsk Bergindustri.no: <https://www.norskbergindustri.no/siteassets/publikasjoner/utemiljo.pdf>
- Hofstad, K. (2018, August 15). *Norsk Standard*. Hentet April 21, 2022 fra Store Norske leksikon: [https://snl.no/Norsk\\_Standard](https://snl.no/Norsk_Standard)
- Holgensen, S., & Dam, T. (2002). *Befæstelser* (2. utg.). (S. Holgensen, Red.) Frederiksberg: Forlaget Grønt Miljø.
- Jul i vinterland. (u.å). *Dette er Jul i Vinterland*. Hentet Mai 14, 2022 fra Julivinterland: <https://julivinterland.teamtailor.com/jobs/1244980-utstiller-2022>
- Kierstein, R. (2022). Muntlig intervju med spesialrådgiver i Veidekke Rene Kierstein. (S. Lilletveit, Intervjuer)

- Lillevit, S., Hommen, N., & Moen, M. H. (2021). *Ugressbehandling på grå arealer – NMBU Parken*. Hentet Mai 10, 2022 fra NMBU database.
- NMBU, L. v. (Regissør). (2021). *Gulv i uterom* [Film]. Hentet April 19, 2022
- Oslo byleksikon. (u.å). *Rådhusplassen*. Hentet Mai 5, 2022 fra Oslo byleksikon.no: <https://oslobyleksikon.no/side/R%C3%A5dhusplassen>
- pbl. (2008, Juni 27). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. Hentet April 15, 2022 fra Lovdata: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/\\*#&#x2a;](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/*#&#x2a;)
- Sikkeland, J. (2016). *Anlegg og vedlikehold av uteanlegg - Fundamentering og Geoteknikk*. Lier: A-88 Undervisning.
- Sikkeland, J., & Thorvaldsen, K. (2015). *Hogging og legging av skifer og natursteinsplater*. Lier: A-88 Undervisning.
- Sivertsen, Å., Lysbakken, K. R., Nonstad, B., Thomassen, R., & Larsen, Ø. (2015, Juni 30). *Lærebok Drift og vedlikehold av veger*. Hentet Mai 10, 2022 fra Statens vegvesen: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2659628>
- Statens vegvesen. (2012). *R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Hentet Mai 8, 2022 fra Statens vegvesen: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r610.pdf>
- Statens vegvesen. (2014, Juni 1). *V713 Trafikkberegninger*. Hentet April 28, 2022 fra Statens vegvesen: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v713.pdf>
- Statens vegvesen. (2018). *V262 Steindekker - Belegningsstein, heller, gatestein og plater*. Hentet Mai 9, 2022 fra Statens vegvesen: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v262-steindekker.pdf>
- Statens vegvesen. (2021, Oktober). *Definisjonsliste for Statens vegvesens håndbøker*. Hentet April 15, 2022 fra Statens vegvesen: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/definisjoner/>
- Statens vegvesen. (2021). *N200 Vegbygging*. Hentet April 22, 2022 fra Statens vegvesen: <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859924?filePath=N200%20Vegbygging%20v1.1.pdf>
- Thorvaldsen, K., & Sikkeland, J. (1996). *Setting av brostein*. Lier: A-88 Undervisning.
- Trømborg, D. (2003). *Stein på stein – Stein som byggemateriale i Norge*. Trondheim: Tapir Akademisk forlag.
- Zimmermann, A. (. (2009). *Constructing landscape – Materials, techniques, structural components*. Switzerland: Birkhäuser Verlag AG.
- Øvstedal, L., & Brembu, S. (2021). *Drift og vedlikehold av gangveger, fortau og gangfelt*. Hentet April 19, 2022 fra Tiltak.no: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-4-tilrettelegging-gange/b-4-3/>

## Figurliste

Figur 1 Granittbelegning satt bundet. Det vil si et steindekke med betong som sette- og fugematerialet. Inngangsparti til Rådhuset i Oslo. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11) .....	9
Figur 2 Brosteinbelegning satt ubundet. Bildet viser råhogd granittsteiner satt i knas, med løsmasser som sette- og fugematerial. Kaia på Rådhusplassen. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11) .....	9
Figur 3 Kartutsnittet viser en oversikt over case-område som brukes for denne oppgaven. 1. Rådhusplassen 2. Spikersuppa 3. Aker brygge (Kart: Gulesider) Hentet fra Kart gulesider. Hentet April 30, 2022 fra Gulesider.no: <a href="https://kart.gulesider.no/">https://kart.gulesider.no/</a> .....	12
Figur 4 Kløyving av granittblokk. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 15).....	15
Figur 5 Brolegging (buesetting) med smågatestein. Kaia på Rådhusplassen. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30).....	16
Figur 6 Granittbelegg med storgatestein. Rettsetting med forbandt. Fra bakgård i Bjørvika. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11) .....	16
Figur 7 Granittbelegningsstein på Trelastgata i Oslo. Foto: Kristin Berg (u.å).....	17
Figur 8 Maskinell gradhugging av granittblokk. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 15).....	17
Figur 9 Teksturklasse for mineraljord. (NIBIO) Hentet fra <i>Teksturgrupper i plogsjiktet</i> . Hentet April 19, 2022 fra NIBIO.no: <a href="https://www.nibio.no/tema/jord/jordkartlegging/jordsmonnkart/teksturgrupper-i-plogsjiktet">https://www.nibio.no/tema/jord/jordkartlegging/jordsmonnkart/teksturgrupper-i-plogsjiktet</a> .....	19
Figur 10 Dokumenter som må foreligger i et FDV-system. (Byggteknisk forskrift) Hentet fra <i>Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning</i> . Hentet April 21, 2022 fra Direktoratet for byggkvalitet: <a href="https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-3/">https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-3/</a> .....	23
Figur 11 Gatefeiemaskin som koster og spylar Aker brygge. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30).....	24
Figur 12 Manglende fugesand i granittdekke. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11).....	24
Figur 13 Smågatestein mangler i dekke. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11) .....	24
Figur 14 Gress og løvetann som vokser i fugene, og langs kanten. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30)	25
Figur 15 Rådhusplassen (kart: Gulesider) Hentet April 30, 2022 fra Gulesider.no: <a href="https://kart.gulesider.no/">https://kart.gulesider.no/</a> .....	26
Figur 16 Rådhusplassen sett mot Nobels Fredssenter. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30).....	27
Figur 17 Ugress i fugene, og løvetann vokser opp muren. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	28
Figur 18 Gris rundt en avfallsbeholder. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	28
Figur 19 Mulig diesel- eller oljesøl. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30).....	28
Figur 20 Setning i dekket langs fonteneanlegg. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11) .....	28
Figur 21 Lappeteppe av betong på granittdekke. Foto: Stian Lilletveit (2022, mars 11) .....	29
<b>Figur 22 Spikersuppa. (Kart: Gulesider)</b> Hentet April 30, 2022 fra Gulesider.no: <a href="https://kart.gulesider.no/">https://kart.gulesider.no/</a> .....	29
Figur 23 Spikersuppa sett fra uteområde ved Stortinget. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30).....	30
Figur 24 Fugebredde opp til 4 cm. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30).....	31
Figur 25 Løse smågatestein. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	31
Figur 26 Løse smågatestein. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	31
Figur 27 Avskalning på hjørner. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	31
<b>Figur 28 Aker Brygge. (Kart: Gulesider)</b> Hentet April 30, 2022 fra Gulesider.no: <a href="https://kart.gulesider.no/">https://kart.gulesider.no/</a> .....	32
Figur 29 Stranden gågate på Aker brygge. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	33
Figur 30 Forskyvninger i dekket p.g.a. manglende fugesand. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	34
Figur 31 Forskyvninger i dekket p.g.a. manglende fugesand. Foto: Stian Lilletveit (2022, april 30) .....	34

## Tabeller

Tabell 1 Definisjon drift og vedlikehold..... 22  
 Tabell 2 Skjema for ettersyn av natursteinsdekker som bør følge i en driftsplan ..... 37

## Vedlegg

### Vedlegg 1

Statens Vegvesen. (2021) *N200 Vegbygging*. Hentet 2022, mai 4 fra Statens vegvesen: <https://svv-cm-sv-apppublic-prod.azurewebsites.net/product/859924?filePath=N200%20Vegbygging%20v1.1.pdf>

**Tabell 3.23 — Minstekrav til platetykkelser for plater av naturstein. Tykkelsen kan reduseres med 20 mm dersom platene har en bøyestyrke på minst 14,0 kN.**

Type belastning	Største plate-lengde (mm)	Minste tykkelse (mm) ved forhold lengde : bredde					
		Mekanisk stabilisert settelag			Fast settelag		
		1:1	1,5:1	2:1	1:1	1,5:1	2:1
Kun fotgjengertrafikk, lett utstyr til drift og vedlikehold	400 – 600	120	140	160	100	110	120
	600 – 800	140	160	180	120	130	140
	800 – 1000	160	180	200	140	150	160
Fotgjengertrafikk, noe trafikk av lette biler, og noe trafikk med 10 tonn aksellast, trafikkhastighet ikke over ganghastighet	400 – 600	140	160	180	120	130	140
	600 – 800	160	180	200	140	150	160

## Vedlegg 2

Direktoratet for byggkvalitet. (2020, Oktober 1). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet April 21, 2022 fra Direktoratet for byggkvalitet: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-3/>

Dokumenter som vanligvis må foreligge som grunnlag for overføring til et FDV-system er:

- a) miljødokumentasjon som miljøoppfølgingsplaner (forprosjekt)
- b) brannkonsept
- c) fasadetegninger
- d) plantegninger
- e) representative snitt
- f) bebyggelsesplan med veier, parkering, beplantning, utendørs VVS-ledninger, el-ledningsplan
- g) statiske beregninger og tegninger av bærende bygningsdeler
- h) energiberegninger
- i) branntekniske tegninger/planer
- j) arbeidstegninger
- k) produktblader

## Vedlegg 3

Spørsmålsliste for dybdeintervju.

- 1. For å få en start på samtalen har jeg lyst å spørre hva du tenker er de mest krevende driftstiltakene for denne type dekker? Da tenker jeg på arbeidskraft/maskinbruk og tidsforbruk som må inn for å holde dekket opp til ønsket kvalitet og funksjon.*
- 2. Er det noen typiske skader man kan se oppe på dekke som er fra driften, som knusing krakelering. Er det noen skader som går igjen, som er vanlig?*



*3. Naturstein kan sies å være et tilnærmet evigvarende produkt, men man kan kanskje ikke si det samme når stein er behandlet og satt i et belegg. Hva kan man si om levetiden på et granittdekke hvor det driftes jevnlig? Hvor mye forringes levetiden ved f.eks. lav drift og vedlikehold eller dårlig grunnarbeid?*

*4. Jeg er interessert i hvordan man må gå fram for å reparere et belegg hvor det er løse stener fra skader. Hvordan skal man bygge det opp igjen for at det skal oppføre seg likt som belegget rundt? Hvordan behandle oppbyggings masser og komprimering?*

*5. Når det kommer til driftskontrakter lurere jeg på etter hvilke parametre de blir tildelt etter? Hva er det som legges til grunn i kontraktene?*

*6. Grunnarbeid spiller selvsagt en stor rolle for hvordan dekket oppfører seg på overflaten, jeg merker gjennom oppgaveskrivingen at det er hovedsakelig forarbeidet og kvaliteten på utførelsen av dekker som er den avgjørende faktoren for hvor bra et dekke holder seg til forventningene man har til det.*

*Er det noen gjengangere i oppbygningen av natursteinsdekke som er årsaken til et dårlig resultat?*

*7. Hva vil du si er det viktigste man bør gjøre av driftstiltak, og hvor ofte bør man utføre tiltakene for å beholde kvaliteten og funksjonen som dekket skal tilfredsstillere?*



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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway