



Steindekker

Belegningsstein, heller, gatestein og plater

VEILEDNING

Håndbok V262



Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i Statens vegvesens håndbokserie. Vegdirektoratet har ansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Denne håndboka finnes kun digitalt (PDF) på Statens vegvesens nettsider, www.vegvesen.no.

Statens vegvesens håndbøker utgis på to nivåer:

Nivå 1: • **Oransje** eller • **grønn** fargekode på omslaget – omfatter *normal* (oransje farge) og *retningslinje* (grønn farge) godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2: • **Blå** fargekode på omslaget – omfatter *veiledning* godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

Steindekker

Belegningsstein, heller, gatestein og plater V6262 i Statens vegvesens håndbokserie

Forsidefoto: René Kierstein

ISBN: 978-82-7207-738-8

Forord

Denne håndboken er en veiledning og beskriver dekkeløsninger for steindekker; dvs. følgende dekketyper:

- Dekker av belegningsstein av betong
- Dekker av heller av betong
- Dekker av gatestein av naturstein
- Dekker av plater av naturstein

Veiledningen understøtter kravene i håndbok N200 Vegbygging, og veiledningen gjengir noen krav fra håndbok N200 (gjengitt med grå bakgrunn). Veiledningen gir anbefaling om prosjektering, bygging og drift og vedlikehold av dekker av belegningsstein, heller, gatestein og plater.

Veiledningen er utarbeidet av en arbeidsgruppe bestående av:

- Nils Sigurd Uthus, Statens vegvesen Vegdirektoratet
- Terje Lindland, Statens vegvesen Vegdirektoratet
- René Kierstein, Statens vegvesen Region øst/Stein & Veg Consult
- Ragnar Evensen, VIANOVA Plan og Trafikk
- Mirza Begic, Ålesund kommune
- Marius Løvig Husby, Drammen kommune/HR Prosjekt AS

Dette er første utgave av veiledningen.

Vegdirektoratet

Vegavdelingen 2018

Innhold

	Forord	3
1	Type dekker av naturstein og betong	7
	1.1 Generelt	7
	1.2 Bruksområder	8
	1.2.1 Generelt om bruksområder	8
	1.2.2 Belegningsstein av betong	8
	1.2.3 Gatestein av naturstein	9
	1.2.4 Heller av betong	9
	1.2.5 Plater av naturstein	10
	1.3 Overvannshåndtering	10
	1.4 Gatevarme	10
2	Dimensjonering	11
	2.1 Generelt om dimensjonering og frostsikring	11
	2.2 Settelag av mekanisk stabiliserte materialer	11
	2.2.1 Dekke av belegningsstein og gatestein	11
	2.2.2 Dekke av heller og plater	11
	2.3 Fast settelag	12
	2.3.1 Generelt om fast settelag	12
	2.3.2 Dekke av belegningsstein og gatestein	12
	2.3.3 Dekke av heller og plater	12
3	Belegningsstein	13
	3.1 Innledning	13
	3.2 Valg av konstruksjon	13
	3.3 Settelag	13
	3.4 Valg av type dekke	14
	3.4.1 Generelt	14
	3.4.2 Type belegningsstein	14
	3.4.3 Leggemønstre	15
	3.4.4 Kantavslutninger	15
	3.5 Fuger	17
4	Heller av betong	19
	4.1 Innledning	19
	4.2 Valg av konstruksjon	19
	4.3 Settelag	20
	4.3.1 Krav til kontroll av bærelag	20
	4.3.2 Settelag av mekanisk stabiliserte materialer	20
	4.3.3 Settelag av betongmørtel	20
	4.4 Valg av type dekke	21
	4.4.1 Generelt	21
	4.4.2 Type heller	21
	4.4.3 Leggemønstre	22
	4.4.4 Kantavslutninger	23
	4.5 Fuger	25
5	Gatestein	27
	5.1 Bruksområder for gatestein	27
	5.2 Valg av konstruksjon	27
	5.2.1 Generelt	27
	5.2.2 Valg av mønster	29

5.3	Settelag	29
5.3.1	Settelag av mekanisk stabiliserte materialer	29
5.3.2	Settelag av betongmørtel	29
5.4	Valg av type gatestein	29
5.4.1	Typer gatestein	29
5.4.2	Krav til gatestein	30
5.4.3	Generelle regler for utførelse av steinsetting	31
5.4.4	Leggemønster	32
5.4.4.1	Rettsetting	33
5.4.4.2	Diagonalsetting	35
5.4.4.3	V-setting	36
5.4.4.4	Buesetting	36
5.4.4.5	Sirkelsetting	39
5.4.4.6	Generelle regler ved tilslutninger	40
5.5	Fuger	40
5.5.1	Generelt	40
5.5.2	Fuging med løsmasser	40
5.5.3	Fuging med bundne materialer	42
5.6	Krav planhet og fuger	43
5.7	Gjenbruk av stein	43
6	Plater av naturstein	45
6.1	Bruksområder for plater	45
6.2	Valg av konstruksjon	45
6.3	Settelag	46
6.3.1	Settelag av mørtel	46
6.3.2	Settelag av mekanisk stabiliserte materialer	47
6.3.3	Settelag på betongplate med begrenset byggehøyde	47
6.3.4	Platebelegg på betongplater og tette konstruksjoner	47
6.4	Valg av plater	48
6.4.1	Momenter ved valg av plater	48
6.4.2	Aktuelle steintyper	49
6.4.3	Dimensjonering og krav til plater	51
6.4.4	Leggemønster	53
6.5	Fuger	54
7	Drift og vedlikehold	59
7.1	Drift	59
7.1.1	Vinterdrift	59
7.1.2	Sommerdrift	60
7.1.3	Spesielle tiltak	61
7.2	Vedlikehold	63
7.2.1	Generelt	63
7.2.2	Etterfuging	63
7.2.3	Utbedring av lokale skader i dekket	65
7.2.4	Reetablering etter gravearbeider	66
7.2.5	Bekjempelse av ugress	68
7.2.6	Reforsegling	69
8	Referanser	71
Vedlegg 1	Typiske skader i dekker av gatestein	73
V1.1	Skader og årsaker til skader i bunden utførelse	73
V1.2	Skader og årsaker til skader i ubunden utførelse	77

1 Type dekker av naturstein og betong

1.1 Generelt

Denne veiledningen bygger på kravene i håndbok N200 Vegbygging [14] og omfatter følgende dekketyper:

- Dekker av belegningsstein av betong
- Dekker av heller av betong
- Dekker av gatestein av naturstein
- Dekker av plater av naturstein

Gatestein er noen ganger også betegnet som brostein¹. Felles for alle dekketyperne som er omtalt over, er at selve dekket inkluderer et settelag som kan bestå av mekanisk stabiliserte materialer (knust berg) eller betongmørtel.



Belegningsstein av betong, Rena leir
(foto: René Kierstein)



Heller av betong, Sundvollen
(kilde: Asak Miljøstein AS)



Storgatestein, sentrumsgate i Bergen
(foto: René Kierstein)



Plater av naturstein
(foto: René Kierstein)

Figur 1.1 Dekker som omfattes av veiledningen

For hver av de fire dekketyperne finnes det flere varianter. For gatestein skiller man f.eks. mellom storgatestein, smågatestein og mosaikkstein. Det finnes forskjellige løsninger med hensyn på valg av materiale i bærelag, i settelag og i fuger mellom steinene. Det er satt flere begrensninger i hvilke materialkombinasjoner som kan brukes til fuger, settelag og bærelag. Disse er kort omtalt nedenfor

¹ I Norge brukes betegnelsen brostein både om storgatestein og smågatestein, i motsetning til i f.eks. Danmark hvor storgatestein er brosten og smågatestein betegnes chaussésten.

og er beskrevet mer detaljert i de etterfølgende kapitler.

Faste fuger (fuger av f.eks. plastmodifisert, sementbasert mørtel) krever et fast settelag (settelag av sementbasert mørtel) og et stabilisert bærelag (drensaft eller drensbetong). Denne utførelsen er ofte beskrevet som en bunden utførelse.

Fuger av sand eller finkornet knust berg krever et settelag av knust berg med egnet korngradering og gode mekaniske egenskaper. Som bærelag kan både knust berg og stabiliserte materialer benyttes. Materialvalget til bærelag avhenger blant annet av de trafikkbelastninger dekket blir utsatt for. Denne utførelsen er ofte beskrevet som en ubunden utførelse.

1.2 Bruksområder

1.2.1 Generelt om bruksområder

De fire dekketyperne har mange bruksområder. Dette omfatter alt fra kjørearealer i gater og den trafikkerte delen av rundkjøringer til fortau, trafikkøyer, gågater og torgarealer. For alle dekketyperne er det noen begrensninger i anvendelsen. Dette inkluderer trafikkhastighet, trafikkmengde og tillatt aksellast.

Det er ofte ønskelig å bruke kombinasjoner av forskjellige belegninger innen det samme arealet. Dette kan by på noen praktiske utfordringer.

Dersom det benyttes settelag av mekanisk stabiliserte materialer, vil dekker av belegningsstein og gatestein kreve et settelag av velgradert knust berg i sorteringen 0/8 eller 0/11. Dette materialet kan også benyttes i settelag under heller og plater, men det setter særlig strenge krav til utførelsen. Selv små svanker eller rygger i settelagets overflate, eventuelt litt ujevn komprimering av settelaget, medfører en risiko for at plater og heller knekker ved belastning.

Som settelag under heller og plater kan man benytte mer ensgradert materiale, som f.eks. finpukk 2/8. Dette materialet kan vibreres til å danne et jevnt og homogent underlag. Også finpukk 2/4 er benyttet en del, men materialet er mer ustabilt og risikoen for knekte heller og andre skader etter kort tids bruk er betydelig. Sammenliknet med et settelag av velgradert knust berg setter settelag av ensgradert finpukk enda større krav om liten og jevn tykkelse på settelaget.

1.2.2 Belegningsstein av betong

Av de fire dekketyperne som behandles i denne veiledningen, er dekker av belegningsstein den typen som har flest anvendelsesområder. Dette kan benyttes på kjørearealer, fotgjengerområder og sykkelveger, parkeringsplasser og utendørs og innendørs handleområder.

Et dekke av belegningsstein er fleksibelt samtidig som det har høy trykkstyrke. Dette innebærer at et dekke av belegningsstein også er velegnet på industriarealer, terminalanlegg, parkeringsområder for fly, kaier og andre arealer hvor stående, store laster vil sette «fotavtrykk» i et tradisjonelt asfaltdekke i varme, solrike perioder.

Dekker av belegningsstein kan normalt ikke benyttes dersom skiltet hastighet er mer enn 50 km/time.

Belegningsstein av betong leveres i forskjellige tykkelser, farger og former. På offentlige områder er belegningsstein med tykkelse 80 mm mest benyttet. Valg av farger bestemmes normalt av hvilket visuelt inntrykk man ønsker dekket gir, men ta hensyn til at fargen kan endres over tid avhengig av en rekke forhold. Man kan til en viss grad beholde steinenes opprinnelige farge ved å forsegle overflaten.

Også forseglingen slites og forseglingen gjentas med jevne mellomrom for å opprettholde effekten.

Det skilles mellom låsestein og ikke låsestein. En låsestein har en form hvor steinenes bevegelse hindres i de horisontale retninger, En rektangulær stein betegnes som en ikke låsestein. I tillegg til steinenes form vil også leggemønsteret innvirke på hvordan steinene fungerer i dekket. Dette er nærmere omtalt i kapittel 3 i veiledningen.

Låsestein har også en positiv innvirkning på overbygningens bæreevne, men dimensjoneringsreglene i håndbok N200 forutsetter at selve dekket i liten grad bidrar til overbygningens totale bæreevne.

Også i Norge er det i de seinere år kommet på markedet noen typer belegningsstein som er spesielt beregnet på permeable overbygninger hvor hele eller deler av vegfundamentet består av et grovt, åpent steinskjelett som fungerer som et fordrøyningsbasseng for overvann. Slike belegninger er ikke nærmere omtalt i denne veiledningen.

1.2.3 Gatestein av naturstein

Med gatestein menes naturstein som er hugget eller kløyvd til en tilnærmet kubisk eller rektangulær form. Det skilles ofte mellom storgatestein, smågatestein og mosaikkstein avhengig av steinenes størrelse og forholdet mellom lengde, bredde og tykkelse.

Gatestein har normalt en grov, ujevn overflate som kan være ugunstig med hensyn på trafikkstøy dersom trafikkmengden er av betydning. Spesielt av hensyn til støy, men også på grunn av kjørekomfort anbefales det å være forsiktig med å bruke gatestein på gater og veger med skiltet hastighet 50 km/time eller høyere.

Den ujevne overflaten kan i en del tilfeller også være ugunstig for fremkommeligheten for rullestolbrukere og folk med rullator, barnevogner o.l. Brukt på fortau vil man derfor ofte se gatestein benyttet i kombinasjon med belegningsstein, heller eller plater som gir en bedre fremkommelighet.

Det finnes gatestein hvor steinens overside er slipt og flammet eller blastret slik at overflaten er plan uten å være glatt. Et dekke med stein behandlet på denne måten blir mer komfortabelt og har bedre fremkommelighet for rullestolbrukere, folk med barnevogn og andre enn hva man kan oppnå med et tradisjonelt dekke av gatestein.

Normalt vil gatestein være av granitt og ha en grå farge, men det finnes på markedet stein av forskjellige bergarter med forskjellige farger. Dette er blant annet utnyttet ved å kombinere lys granitt med mørk basalt som markering av fotgjengeroverganger.

En rekke bykommuner har for utforming av gaterommet i de eldre bydeler en strategi som inkluderer bruk av gatestein både på kjørearealer og fortau, evt. med en kombinasjon av heller/plater og belegningsstein på fortau.

Dekker av gatestein, spesielt smågatestein, kan settes i mange forskjellige mønstre. Dette er nærmere omtalt i kapittel 5. Med god innspenning mot f.eks. kantstein og stein satt i knas, kan steindekket settes i en vertikal bue slik at dekket i seg selv bidrar til overbygningens bæreevne.

1.2.4 Heller av betong

Heller av betong er først og fremst aktuelt på gangarealer som på fortau, i gågater og på torgarealer. Dersom et dekke av heller utsettes for belastninger fra kjøretøy, er det en forutsetning at trafikkhastigheten ikke overstiger ganghastighet.

Tradisjonelt har heller av betong vært ensbetydende med kvadratiske heller med sidekant ca. 300 mm. Det skiller normalt mellom kjøresterke og ikke kjøresterke heller hvor sistnevnte primært har privatmarkedet som bruksområde. På offentlige områder anbefales det alltid bruk av kjøresterke heller, også på fotgjengerområder som ikke er planlagt utsatt for belastninger fra kjøretøy. De fleste arealer vil fra tid til annen få belastninger fra tungt utstyr, f.eks. i forbindelse med drift og vedlikehold av området.

I de seinere år er det kommet på markedet en rekke dimensjoner av kjøresterke heller som gjør det mulig å kombinere forskjellige dimensjoner og på den måten etablere arealer med større variasjoner. Heller med lengde opp til 900 mm er en del benyttet.

Heller av betong eller annet materiale vil også omfatte heller med taktile indikatorer.

1.2.5 Plater av naturstein

Som for heller av betong er plater av naturstein først og fremst aktuelt på fortau, i gågater og på torgarealer. Dersom et dekke av natursteinsplater utsettes for belastninger fra kjøretøy, er det en forutsetning at trafikkhastigheten er lav og ikke overstiger ganghastighet.

Plater av naturstein vil ofte være større enn heller av betong. Det gjelder både bredde og lengde, men ikke minst tykkelse. Plater av naturstein er et kostbart belegg og det er viktig at dekker får en lang levetid uten sprekke dannelse og avskalling av kanter.

Plater av naturstein kan inkludere en frest overflate slik at platen oppfyller kravene til en taktill indikator. Dette er da som regel mindre plater, ofte med lengde og bredde ca. 300 mm.

1.3 Overvannshåndtering

Dekker av belegningsstein finner man ofte på parkeringsplasser, torg og andre arealer hvor bruken av arealene har store utfordringer dersom overvannshåndteringen ikke er planlagt og opparbeidet på en god måte. Et dekke med vanndammer vil være et problem og til stor irritasjon for både eier og bruker. Om vinteren vil det i tillegg innebære en risiko for spesielt glatte partier. For å sikre en tilfredsstillende vannavrenning settes dekket alle steder med et resulterende fall som angitt i håndbok N200, og vannet ledes bort på en tilfredsstillende måte fra alle lavpunkter.

På dekker av belegningsstein kan riktig valg av fugeretning i forhold til fallretningen bidra positivt til rask borttransport av overvann. Ranker av snø etter snøbrøytingen plasseres på de laveste partier, og smeltevannet ledes til avløp på en god og gjennomtenkt måte.

1.4 Gatevarme

I fotgjengerområder ønsker man ofte å bruke gatevarme for å redusere problemer med is og snø på belegningen. Det har tidligere vært anbefalt at rør med gatevarme legges 12 – 14 cm under dekkets overflate. Dersom rørene med gatevarme ligger nærmere overflaten, legges rørene svært tett for å unngå ujevn oppvarming av dekket. Dersom rørene ligger for dypt, reagerer varmesystemet seint, og det er risiko for at det dannes en snø eller issåle på dekket som medfører at gatevarmen ikke fungerer optimalt. Moderne styringssystemer for gatevarme kan tilpasses og fungere med godt resultat ved ulik dybde av varmekilden som brukes. Det anbefales at overkant av rørene med vannbåren gatevarme legges ca. 1 – 2 cm under overkant av bærelaget. Elektriske kabler kan alternativt ligge nederst i settelaget.

2 Dimensjonering

2.1 Generelt om dimensjonering og frostsikring

Kravene til dimensjonering av overbygningen for veger og plasser med belegningsstein, gatestein, heller og plater er gitt i håndbok N200 Vegbygging [14].

Fra 2012 innførte Statens vegvesen med umiddelbar virkning nye krav til frostsikring av veger. For veger med ÅDT mindre enn 1500 var endringen begrenset til en grundig vurdering og tiltak for å unngå ujevnt telehiv. Ut fra disse reglene vil det for de fleste arealer med dekke av belegningsstein, gatestein, heller og natursteinsplater bare være krav om å unngå risiko for ujevnt telehiv. På arealer med belegningsstein, gatestein, heller eller natursteinsplater vil imidlertid infrastrukturen under dekket, tilpasninger til bygninger o.l. gjøre frostsikring helt nødvendig dersom en vil oppnå tilfredsstillende funksjonsegenskaper for dekket.

Dimensjoneringstabellene i avsnittene nedenfor sikrer overbygninger med tilfredsstillende bæreevne under de ugunstigste forhold. Dimensjoneringen gir ingen sikkerhet mot telehiv. For frostsikring av overbygningen henvises det til reglene i håndbok N200. Det vil normalt være tilstrekkelig å dimensjonere frostsikringen mot en frostmengde tilsvarende F10.

En hovedregel er at overbygningen til dekker i ubunden utførelse, med settelag av mekanisk stabiliserte materialer frostsikres. Overbygningen til dekker i bunden utførelse, med settelag av betongmørtel e.l. sikres mot telehiv.

Dekker av gatestein kan tåle store belastninger over lang tid, dersom de er utført på riktig måte. Derfor er det satt strenge krav til tykkelse på settelaget. Det stilles også strenge krav til kontroll og dokumentasjon av bærelagets jevnhet samt måling av bæreevnen før steinsettingen settes i gang. Før steinsetting utføres det komprimeringskontroll med platebelastning. Krav til komprimering målt med statisk platebelastningsforsøk er gitt i håndbok N200. Kravene til komprimering er strengere enn for veg med bituminøst dekke.

2.2 Settlag av mekanisk stabiliserte materialer

2.2.1 Dekke av belegningsstein og gatestein

Dersom et dekke av belegningsstein utsettes for spesielt store vridningslaster eller andre store horisontale laster, vurderes det å legge et dekke med 10 cm tykk låsestein.

Smågatestein anbefales ikke brukt som dekke for veger og gater i trafikkgruppe D. Gatestein ansees ikke som et aktuelt dekke på de arealer som i håndbok N200 er angitt som «Andre trafikkarealer med tunge kjøretøy».

2.2.2 Dekke av heller og plater

Til en overbygning med dekke av heller av betong benyttes kjørestærke heller. Kjørestærke heller forutsettes som et minimum å ha en karakteristisk bøyestrekfasthet på 4,0 MPa (klasse 2 etter NS-EN 1339 [11]) og en bruddlast på 14,0 kN (klasse 140 etter NS-EN 1339).

Dekker av natursteinsplater på settelag av mekanisk stabiliserte materialer vil normalt ha en fast bredde mens det benyttes fallende (varierende) lengde. Et generelt krav er at forholdet mellom lengde og bredde ikke overstiger 2.

For natursteinsplater for gangarealer anbefales en bøyestyrke på minst 9,0 kN, (klasse 4 etter Tabell B.1 i NS-EN 1341 [9]). For arealer med noe tungtrafikk anbefales en bøyestyrke på minst 14 kN (klasse 5 etter Tabell B.1 i NS-EN 1341). Disse kravene er tatt inn i forutsetningene for dimensjoneringen av overbygning med natursteinsplater.

For dekker med settelag av knust berg hvor resulterende fall overstiger 4 %, anbefales det forankring horisontalt for å unngå at platene forflytter seg.

2.3 Fast settelag

2.3.1 Generelt om fast settelag

Med fast settelag menes et settelag av sementbasert mørtel. Kravene til settelagsmørtel er gitt i håndbok N200. Fast settelag kan bare benyttes dersom fugematerialet består av stabiliserte materialer og at bærelaget består av drengsfalt eller drengsbetong med en kvalitet og i tykkelser som minst er som beskrevet i håndbok N200.

På større arealer med fast settelag etableres det fuger i dekket. Det anbefales at avstanden mellom fugene for arealer i dagen ikke overstiger 6,0 meter. I tunneler, parkeringsgarasjer og andre steder som er beskyttet mot sollys og hvor temperaturvariasjonene er mindre, kan avstanden mellom fugene være opp til 10,0 meter. Også mot alle konstruksjoner etableres det elastiske fuger (ekspansjonsfuger). Krav til ekspansjonsfuger er beskrevet i kapittel 6.5.

Dersom dekket med fast settelag er på et bærelag av drengsbetong, etableres det også i bærelaget fuger. Fugene i bærelaget legges rett under fugene i dekket. Maksimal horisontal forskyvning mellom fuge i dekke og i bærelag er 30 mm.

2.3.2 Dekke av belegningsstein og gatestein

Dekke av belegningsstein og gatestein med fast settelag krever et stivt fundament uten risiko for telehiv. Med fast settelag er så vel storgatestein som smågatestein og mosaikkstein aktuelt som dekke. Anvendelsen av mosaikkstein vil være begrenset til tilpasningsområder uten trafikk og andre mekaniske påkjenninger av betydning.

Dersom mosaikkstein brukes i tilpasningsområder i forbindelse med annen gatestein, forutsettes det at tykkelsen på settelaget økes slik at dekkets totale tykkelse blir ensartet.

2.3.3 Dekke av heller og plater

Dekke av heller av betong og plater av naturstein med fast settelag krever et stivt fundament uten risiko for telehiv. Ved dimensjonering av overbygningen med dekker av betongheller vurderes alltid om det er behov for frostsikring slik at telehiv unngås. Telehiv er uønsket på grunn av risiko for knekte heller. Høydesprang i dekket vil fungere som snublekanter for brukerne og er til stor ulempe for bl.a. vinterdriften.

For dekker av plater og store heller med bærelag av drengsbetong tilpasses plassering av bevegesfuger leggemønsteret for platene. Fugene i bærelaget forskyves maksimalt 30 mm i forhold til fugene mellom platene.

3 Belegningsstein

3.1 Innledning

En overbygning med dekke av belegningsstein kan betraktes som en fleksibel konstruksjon, i motsetning til f.eks. en overbygning med betongdekke. Et dekke av belegningsstein tåler statiske og bevegelige belastninger med høyt kontaktrykk, samtidig som dekket har en viss fleksibilitet. Av den grunn er belegningsstein et velegnet dekke på f.eks. oppstillingsplasser for fly, havneområder og andre terminaler for håndtering av gods. Et annet viktig bruksområde er gatetorg, fortau og andre typer fotgjengerområder.

Et dekke av belegningsstein kan med en beskjeden vedlikeholdsinnsett fungere godt i 30–40 år forutsatt en riktig dimensjonering og utførelse av dekket og dets fundament. Av den grunn er belegningsstein også mye brukt på private gårdsplasser o.l. Dette bruksområdet er ikke direkte dekket av denne veiledningen, men mange av prinsippene for bruk på offentlige arealer er også viktige for innkjørsler, gårdsplasser o.l.

3.2 Valg av konstruksjon

Et dekke av belegningsstein er ikke like fleksibelt som et asfaltdekke. Et mykt fundament vil medføre en risiko for avskallinger og brudd i steinene. Av den grunn er det svært viktig at fundamentet for dekket er dimensjonert slik at belastningene tas opp av et solid fundament slik at bøyepåkjenningene på selve dekket blir små.

For å kunne få et varig godt resultat er det svært viktig at utførelsen er i samsvar med de krav som er satt. Det gjelder både kravene til materialene i forsterkningslag, bærelag og evt. frostsikringslag, og til utførelsen. Utlegging av materialene i bærelaget kan foregå med pukkutlegger eller på annen måte som gir en tilfredsstillende sikkerhet mot separasjon i materialene.

Det er spesielt viktig at komprimering av alle lag i overbygningen blir utført omhyggelig. Utført komprimering dokumenteres, fortrinnsvis ved en kombinasjon av platebelastningsmålinger og responsmålinger med utstyr montert på komprimeringsutstyret. Dokumentasjonen av utført komprimering godkjennes av byggherren før settelaget legges ut.

Et tredje viktig punkt er at overkant av bærelaget oppfyller kravene til prosjekterte høyder og med hensyn på jevnhet. Kravene til topp av bærelag er like strenge som til ferdig dekke. Det er også viktig at topp av bærelag har samme fall som dekket av belegningsstein. Fall på dekket etableres ikke ved å variere tykkelsen på settelaget.

3.3 Settelag

Settelaget kan bestå av knust berg i sorteringen 0/8 eller 0/11. Kravene til materialene er gitt i håndbok N200. Det er svært viktig at finstoffinnholdet er innenfor de angitte toleranser. Et for høyt finstoffinnhold er negativt for settelagets permeabilitet og det gir en risiko for at finstoffet over tid tetter bærelaget under.

Man kan for settelag av knust berg vurdere å legge settelaget ved hjelp av en asfaltutlegger hvis arealet er stort nok til det. Laget komprimeres og finavrettes. Det er viktig at settelaget komprimeres godt slik at materialet får en god og ensartet lagringstetthet, men sluttkomprimeringen foregår etter at dekket av belegningsstein er lagt ut.

3.4 Valg av type dekke

3.4.1 Generelt

Belegningsstein forutsettes å oppfylle kravene i NS-EN 1338 Belegningsstein av betong - Krav og prøvingsmetoder [10]. I denne standarden er det gitt en rekke valgmuligheter. Håndbok N200 har følgende krav til belegningsstein:

- Tillatte avvik i diagonalmåål skal høyst være som angitt for klasse 2 når belegningssteinens lengde er større enn 300 mm, jf. punkt 5.2.4, tabell 2, i NS-EN 1338:2003.
- Frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.2, tabell 4.2, i NS-EN 1338:2003.
- Spaltestrekkfasthet (indirekte strekkstyrke) skal tilfredsstillende krav i henhold til punkt 5.3.3 i NS-EN 1338:2003, ved prøving etter standardens Tillegg F.
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.4, tabell 5, i NS-EN 1338:2003, ved prøving etter standardens Tillegg G. For spesialområder utsatt for stor slitasje (pga. stålbelt og lignende) kan det spesifiseres større slitasjestyrke.
- Skli-/glimotstand: Belegningsstein av betong har normalt en tilfredsstillende skli-/glimotstand, forutsatt at overflaten ikke er slipt eller polert med det formål å oppnå en svært jevn overflate. Dersom det på spesielt utsatte steder kreves en verdi på skli-/glimotstand, skal prøvingsmetoden i NS-EN 1338:2003 Tillegg I benyttes, og den minste verdien på skli-/glimotstanden skal være deklarerert og bør være 60. Dersom overflaten er slipt/polert skal den minste verdien være 45.

For belegningsstein til vegdekker på områder med tungtrafikk gjelder følgende tilleggskrav:

- Det skal benyttes låsestein.
- Byggemål (tykkelse) skal være minimum 80 mm. Ved de største vridningslaster (for eksempel vegbane i rundkjøring) bør byggemål (tykkelse) være 100 mm.
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 4, jf. punkt 5.3.4, tabell 5, i NS-EN 1338:2003, ved prøving etter standardens Tillegg G.

3.4.2 Type belegningsstein

Valg av type dekke omfatter så vel valg av type belegningsstein (steinform, farge og overflatetekstur) som leggemønster og kantavslutninger for dekket.

Med hensyn til steinform skiller man normalt mellom tre typer belegningsstein.

- Ikke låsestein. Selve steinen gir ingen låsing av dekket. Låsingen bestemmes av leggemønsteret.
- Delvis låsestein. Selve steinen har en form som gir låsing i en retning, men ingen låsing i retningen normalt på låseretningen. Denne steintypen er relativt lite brukt i Norge.
- Låsestein. Selve steinen gir en låsing av dekket i begge retninger.



Rektangulær, ikke låsestein



To typer låsestein

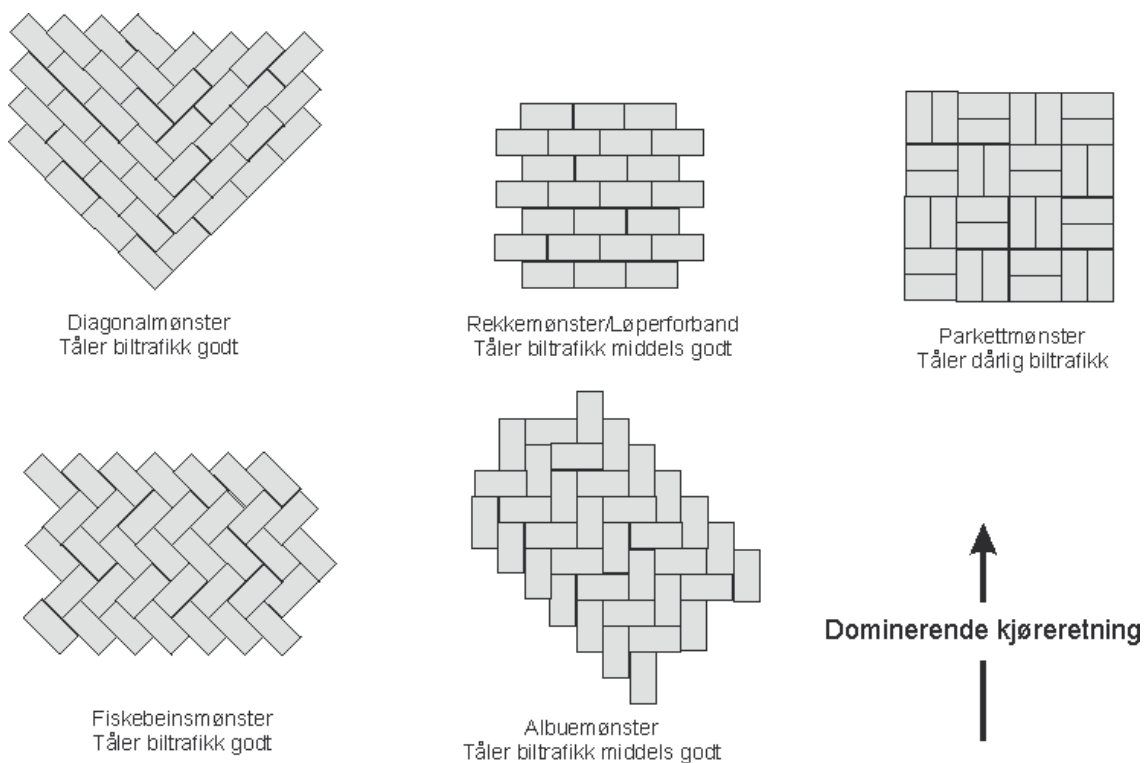
Figur 3.1 Eksempler på låsestein og ikke låsestein (kilde; [12])

Når det gjelder steinenes farge og overflatetekstur, inklusive kombinasjoner av flere farger, vil dette ofte være et resultat av et ønske om å gi dekket et spesielt visuelt inntrykk. Dette er ikke dekket av denne veiledningen.

Når man kombinerer belegningsstein med forskjellig farge og form, evt. kombinerer belegningsstein og heller, kan steintykkelsen varierer så mye at det blir en utfordring å få et jevnt dekke.

3.4.3 Leggemønstre

Figur 3.2 viser noen eksempler på leggemønstre for dekker av belegningsstein. Disse mønstrene kan anvendes både for låsestein og for ikke låsestein. Valg av leggemønster er viktig for både dekkets utseende og funksjonelle egenskaper. Flere av mønstrene anbefales bare benyttet på arealer reservert for fotgjengere og bare sporadisk utsatt for kjøretøy i drift av arealene. Hvor det er biltrafikk av betydning, bestemmes leggemønsteret ut fra hva som er den dominerende kjøreretning. Leggemønster bestemmes av byggherren og fremgår av byggetegningene.



Figur 3.2 Noen typiske leggemønstre for belegningsstein (illustrasjon: Ragnar Evensen)

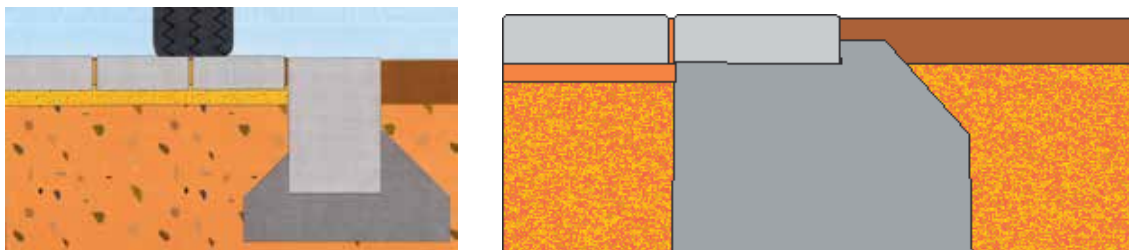
Bruk av låsestein anbefales for arealer som utsettes for biltrafikk eller tyngre vedlikeholdsutstyr. For arealer som utsettes for vridningskrefter, f.eks. på parkeringsplasser, er bruk av låsestein spesielt viktig.

3.4.4 Kantavslutninger

Alle dekker av belegningsstein legges med kantavslutninger som sikrer en god innspenning av dekket på alle sider. Den typiske kantavslutning består av kantstein satt i betongmørtel med en vannrenne av noen rader av rettsatt nedsenket belegningsstein inn mot kantsteinen.

Ofte ønsker man ikke å ha kantstein med kantsteinvis som avslutning av et dekke med belegningsstein. Den beste løsning er da å sette kantstein med vertikale sider og en overflate som flukter med

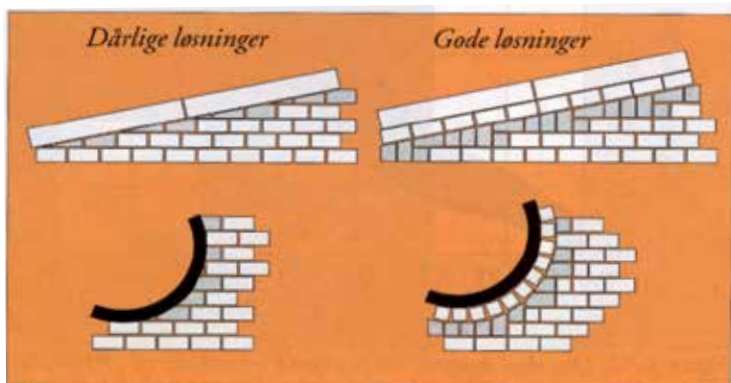
steindekket. Dersom man ikke ønsker et slikt synlig skille, kan kantstein sette slik at toppen av kantsteinen er ca. 3 cm under overkant av belegningssteinene. Begge disse kantavslutninger er vist i figur 3.3.



Figur 3.3 Kantavslutning med synlig og nedsenket kantstein (illustrasjon: Ragnar Evensen)

Det finnes på markedet en rekke typer spesialprodukter som markedsføres til bruk som kantavslutninger. For å kunne fungere tilfredsstillende er det viktig at kantavslutningen er tilstrekkelig robust og stiv slik at det blir minimalt av bevegelse i steindekket. Et vanlig, mykt asfaltdekke vil normalt ikke ha tilstrekkelig stivhet til å fungere som en kantavslutning.

Kantavslutninger og installasjoner i form av kumrammer, sluk o.l. krever tilpasninger i forhold til leggemønsteret i dekket. Resultatet kan bli svært godt, både estetisk og funksjonelt, men det krever god planlegging. Tilpasningsbitene tilpasses slik at de aldri er mindre enn 1/3 av steinens bredde og lengde. Eksempler på gode og dårlige løsninger er vist i figur 3.4 og figur 3.5.



Figur 3.4 Gode og dårlige tilpasninger til kantavslutninger (kilde: [12])



Figur 3.5 Dårlig og god tilpasning til slukramme (foto: Ragnar Evensen, René Kierstein)

3.5 Fuger

Alle dekker med belegningsstein fuges før dekket utsettes for trafikk.

Belegningsstein har knaster på sidene som hjelper til å få en riktig bredde på fugene. Riktig utført har dekket en fugebredde på minst 2,0 mm, maksimalt 5,0 mm. Disse toleransene fanger opp variasjonene som skyldes dimensjonstoleransene på selve belegningssteinene og som skyldes utførelsen.

Etter at dekket av belegningsstein er lagt ut, fuges og komprimeres dekket ved bruk av vibroplate med gummibelegg; se figur 3.6. Mengden fugesand som legges ut på dekket, påføres slik at det er et godt overskudd i forhold til den mengden som vibreres ned i fugene. Fuging kan i prinsippet utføres på to måter:

- Som tørrfuging. Det brukes tørket fugesand og fugene mellom steinene holdes helt tørre. I et typisk norsk klima kan dette være vanskelig å oppnå.
- Som våtfuging. Dette innebærer bruk av vann til fuging. Vannet, sammen med børsting, hjelper da til å få fugesanden ned i fugene i riktig mengde. Vannforbruket tilpasses værforholdene under utførelse, fugematerialet, fugebredde etc. Vannmengden er relativt stor, men det brukes ikke vann med høy trykk.



Vibroplate med gummibelegg



Vibroplate med Stoneguard

Figur 3.6 Komprimering og nedvibrering av fugesand (kilde: Hesselberg Maskin)

Fugesandens kornfordeling tilpasses fugebredden. Normalt vil skarpkantet sand i sorteringen 0/2 fungere godt. Den kritiske perioden for fugesandens funksjon er de første månedene etter utførelse. Trafikk, rengjøringsutstyr o.l. gir en risiko for at fugesanden blir sugd opp av fugene slik at fugene etter kort tid blir bare delvis fylte. For å redusere risikoen for dette anbefales det at fugesanden har et finstoffinnhold (andelen materiale mindre enn 0,063 mm) mellom 2,0 % og 9,0 %.

Etter ferdig fuging er fugene fylt med fugesand fra bunnen av fugene og opp til minst 80 % av fugehøyden.

I noen tilfeller er det ønskelig å forsegle fugene med spesialmidler, først og fremst for å redusere risikoen for at sand plukkes opp av fugene. Forseglingsmiddelet kan også ha til formål å impregnere steinoverflaten og få frem steinenes farge og glans tydeligere. Dersom fugeforsegling ønskes brukt, kan det være riktig å bruke fugesand uten finstoff av betydning slik at forseglingsmiddelet trenger bedre ned i sanden. Noen forseglingsmidler krever en viss fuktighet i fugesanden for å fungere på riktig måte, andre krever at sanden og fugene er helt tørre.

Det er på markedet flere typer permeable belegningsstein og gressarmeringsstein, Noen av disse har en utforming som krever større fugebredder enn det som er beskrevet ovenfor. Denne type belegningsstein er ikke omtalt i denne veiledningen.

4 Heller av betong

4.1 Innledning

NS-EN 1339 [11] definerer heller av betong som et betongprodukt som brukes til belegning av overflate, hvor den største lengden ikke overskrider 1,0 meter og hvor forholdet mellom lengde og tykkelse er mer enn 4.

Heller av betong brukes hovedsakelig på fortau, i gågater og på torgarealer, se figur 4.1. Dersom heller brukes på arealer tillatt for normal biltrafikk, anbefales kjørehastigheten ikke å overstige ganghastighet.



Figur 4.1 Betongheller på gangarealer (foto: René Kierstein)

4.2 Valg av konstruksjon

Et dekke av heller av betong er ikke like fleksibelt som et asfaltdekke. Et mykt fundament vil medføre en stor risiko for avskallinger og knekte heller. Av den grunn er det svært viktig at fundamentet for dekket er dimensjonert slik at belastningene tas opp av et solid fundament og bøyepåkjenningene på selve dekket blir små.

For å kunne få et varig godt resultat er det svært viktig at utførelsen er i samsvar med de krav som er satt. Det gjelder både kravene til materialene i forsterkningslag, bærelag og evt. frostsikringslag, og til utførelsen. Utlegging av materialene i bærelaget kan foregå med pukkutlegger eller på annen måte som gir en tilfredsstillende sikkerhet mot separasjon i materialene.

Det er spesielt viktig at komprimering av alle lag i overbygningen blir utført omhyggelig. Utført komprimering dokumenteres, fortrinnsvis ved en kombinasjon av platebelastningsmålinger og responsmålinger med utstyr montert på komprimeringsutstyret.

Et tredje viktig punkt er at bærelagets overflate oppfyller kravene til prosjekterte høyder og med hensyn på jevnhet. Kravene til topp av bærelag er like strenge som til ferdig dekke. Det er også viktig at topp av bærelag har samme fall som dekket av belegningsstein. Fall på dekket etableres ikke ved å variere tykkelsen på settelaget.

4.3 Settlag

4.3.1 Krav til kontroll av bærelag

Før settelaget legges ut kontrolleres underlaget nøye, både i forhold til fasthet, fall, høyder og jevnhet i forhold til de krav og toleranser som er beskrevet for arbeidene. Det er svært viktig at byggherren får rimelig tid til vurdering av oversendt dokumentasjon før utlegging av settelag starter.

4.3.2 Settlag av mekanisk stabiliserte materialer

Settelag av mekanisk stabiliserte materialer består av finpukk i sorteringen 2/8 eller tilsvarende. Materialet i settelaget velges ikke for ensgradert slik at materialet er ustabil. Kravene til materialene er gitt i håndbok N200.

Settelaget komprimeres og finavrettes. Som underlag for heller er det viktig at settelaget er ensartet komprimert og overflaten er jevn uten kuler og svanker. Toleransene til settelagets tykkelse overholdes strengt.

4.3.3 Settlag av betongmørtel

Som settelag av betongmørtel benyttes fabrikkprodusert mørtel tilpasset bruksområdet. Kravene til settemørtel er gitt i håndbok N200. Det er spesielt viktig å sikre tilfredsstillende permeabilitet for ferdig utlagt settelag.

Tørrmørtel som tilsettes vann på stedet kan benyttes, men det forutsetter at både dosering og innblanding foregår under nøye kontrollerte forhold.

Betongmørtel til settelag har en jordfuktig konsistens. En enkel, praktisk kontroll er at man kan lage en fast «snøball» av materialet uten at det kommer vann på overflaten når man klemmer på ballen.

Etter tilsetning av vann har betongmørtelen en begrenset brukstid, ofte avhengig av omgivelsestemperaturen. Mørtelleverandørene har anbefalinger med hensyn til brukstid.

4.4 Valg av type dekke

4.4.1 Generelt

Heller av betong forutsettes å oppfylle kravene i NS-EN 1339 Betongheller - Krav og prøvingsmetoder [11]. I denne standarden er det gitt en rekke valgmuligheter. Håndbok N200 har følgende krav til heller av betong:

- Værbestandighet/frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.2, tabell 4.2, i NS-EN 1339:2003.
- Bøyestrekfasthet skal tilfredsstillende krav som angitt for klasse 3 i henhold til punkt 5.3.3, tabell 5, i NS-EN 1339:2003.
- Skli-/glimotstand: Heller av betong har normalt en tilfredsstillende skli-/glimotstand, forutsatt at overflaten ikke er slipt eller polert med det formål å oppnå en svært jevn overflate. Dersom det på spesielt utsatte steder kreves en verdi på skli-/glimotstand, skal prøvingsmetoden i NS-EN 1339:2003 Tillegg I benyttes og den minste verdien på skli-/glimotstanden skal være deklarerert og bør være 60. Dersom overflaten er slipt/polert skal den minste verdien være 45.
- Tillatte avvik i lengde, bredde og tykkelse skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.2.4, tabell 1, i NS-EN 1339:2003.
- Tillatte avvik i diagonal mål skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.2.4, tabell 2, i NS-EN 1339:2003.
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.4, tabell 6, i NS-EN 1339:2003, ved prøving etter standardens Tillegg G.
- Byggemål (tykkelse) skal være minimum 70 mm.
- Bruddstyrke dokumenteres i henhold til punkt 5.3.6, tabell 7, i NS-EN 1339:2003.
Bruddlastklasse skal velges avhengig av bruksområde:
 - A. Heller til bruk i områder uten trafikk, skal ha bruddlastklasse minimum 110. (Kun tillatt med vedlikeholdsmaskiner, aksellast inntil 1,5 tonn.)
 - B. Heller for offentlige plasser med begrenset belastning, skal ha bruddlastklasse minimum 140. (Maks. aksellast 8 tonn og sporadisk trafikkering/varetransport.)
 - C. Heller for offentlige plasser med tyngre belastning, skal ha bruddlastklasse minimum 250. (Fri trafikk av renholdsmaskiner og sporadisk trafikk av kjøretøy med aksellast inntil 10 tonn.)

4.4.2 Type heller

Den tradisjonelle betonghelle er kvadratisk med lengde og bredde lik 300 mm. I de seinere år er utvalget av dimensjoner blitt langt større, noe som gir mulighet for større variasjoner i leggemønster og visuelt uttrykk forøvrig.

Med overflatetekstur menes variasjoner i betonghellens overflate. Dette fremkommer som mønster eller tekstur ved at overflaten preges, vaskes, kulebehandles (blastres), slipes, børstes, tromles osv.

Farging av betongheller oppnås gjennom tilsetning av fargepigmenter i betongen og gjennom å velge steintilslag av bergarter som gir fargevariasjoner, se figur 4.2. De fleste betongheller er gjennomfargede, det vil si at fargetilsetningen omfatter hele hellens tykkelse. Bruk av flere sjikt i betongproduktet er også vanlig, tykkelsen på overflatesjiktet er fastsatt i produktstandarden.



Figur 4.2 Betongheller med variasjoner i farge og form. Clarion Hotel The Edge, Tromsø. (kilde: Aaltvedt Betong AS)

Valg av type dekke omfatter så vel valg av type heller (dimensjoner, farge og overflatetekstur) som leggemønstre og kantavslutninger for dekket.

Når det gjelder steinenes farge og overflatetekstur, inklusive kombinasjoner av flere farger, vil dette ofte være et resultat av et ønske om å gi dekket et spesielt visuelt inntrykk. Dette er ikke dekket av denne veiledningen.

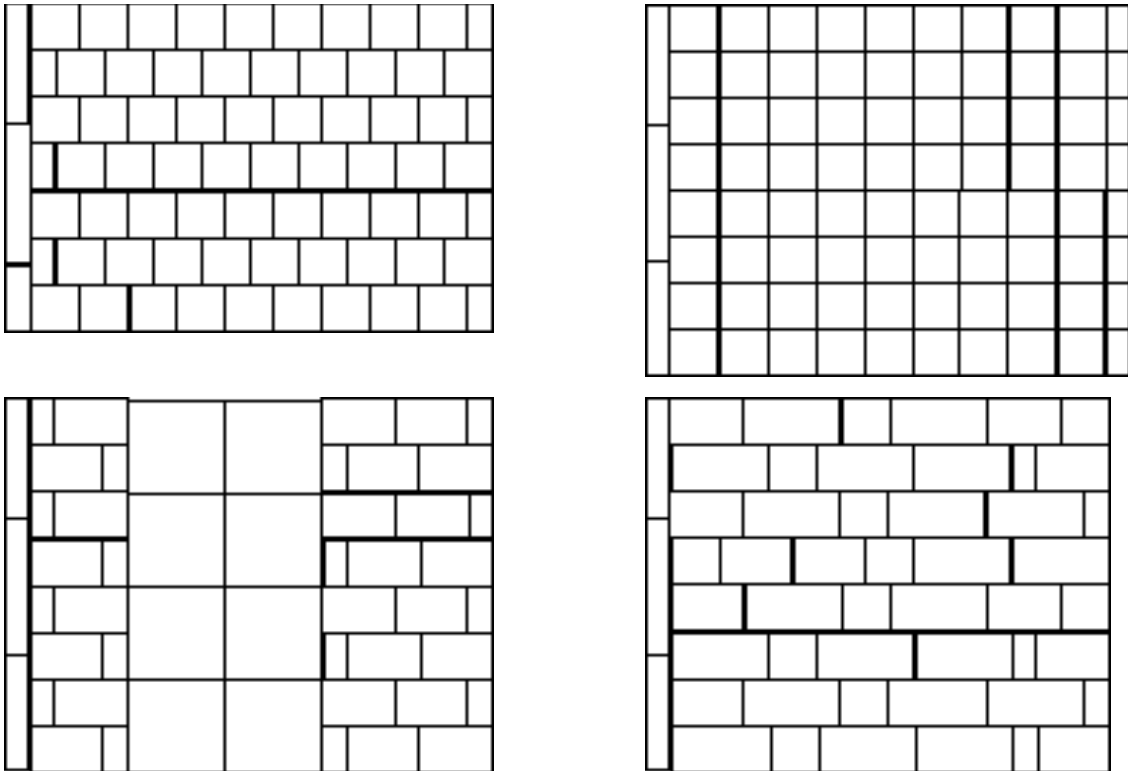
Når man kombinerer heller med forskjellig farge og form, evt. kombinerer belegningsstein og heller, er det viktig at man er spesielt oppmerksom på tykkelsestoleransene og risikoen for at steintykkelsen kan variere så mye at det blir en utfordring å få et jevnt dekke. Ved bruk av betongmørtel i settelaget kan det aksepteres en viss variasjon i settelagets tykkelse. Dersom det brukes settelag av mekanisk stabiliserte materialer, brukes heller og belegningsstein med samme tykkelse.

4.4.3 Leggemønstre

Noen eksempler på leggemønstre for dekker av heller av betong er vist i figur 4.3. Hvor det er biltrafikk av betydning, bestemmes leggemønsteret ut fra hva som er den dominerende kjøreretning. På arealer hvor det brukes en kombinasjon av gatestein og heller, er det vanlig at hellenes plassering er slik at den sikrer god fremkommelighet for rullestolbrukere, barnevogner etc., gjerne i kombinasjon med taktile indikatorer.

Leggemønster bestemmes av byggherren og fremgå av arbeidstegningene.

Minimum overlapp er 1/3 både for bredde og lengde. Dette er spesielt viktig dersom settelaget består av mekanisk stabiliserte materialer.



Figur 4.3 Noen typiske leggemønstre for heller av betong

4.4.4 Kantavslutninger

Alle dekker av betongheller velges med kantavslutninger som sikrer en god innspenning av dekket på alle sider. Den typiske kantavslutning består av kantstein satt i betongmørtel. Dette er vist i figur 4.4.



Figur 4.4 Kantavslutninger (foto: René Kierstein)

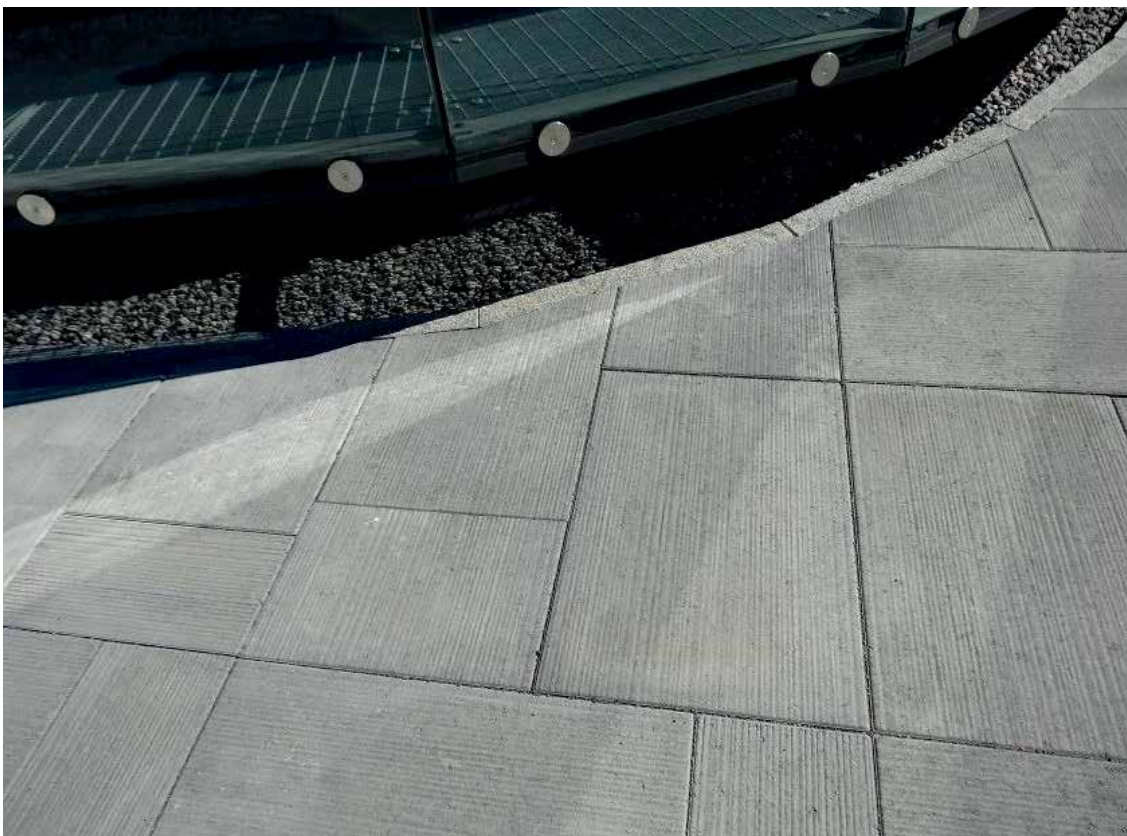
Ofte ønsker man ikke å ha kantstein med kantsteinvis som avslutning av et dekke med betongheller. Den beste løsningen er da å sette kantstein med vertikale sider og en overflate som flukter med dekket.

Det finnes på markedet en rekke typer spesialprodukter som markedsføres til bruk som kantavslutninger. For å kunne fungere tilfredsstillende er det viktig at kantavslutningen er tilstrekkelig robust og stiv slik at det blir minimalt av bevegelse i dekket.

Kantavslutninger og installasjoner i form av kumrammer, sluk o.l. krever tilpasninger til leggemønsteret i dekket. Resultatet kan bli svært bra, både estetisk og funksjonelt, men det krever god planlegging. Eksempler på dårlige og gode kantavslutninger er vist i figur 4.5 og figur 4.6.



Figur 4.5 Eksempler på dårlig tilpasning, for lite bredde og manglende fuge inntil kant og nabostein
(foto: René Kierstein)



Figur 4.6 Eksempel på bra tilpasning med større format (foto: René Kierstein)

4.5 Fuger

Alle dekker med heller av betong fuges før dekket utsettes for trafikk.

Etter utlegging av belegningsstein og før fugging vibreres dekket ved hjelp av vibroplate med gummi-belegg under platen. Dette fungerer samtidig som en sluttkomprimering av settelaget og sikrer at noe av settelagsmaterialet trenger opp i fugene. Etter denne komprimeringen legges det ut fugesand som vibreres ned i fugene. Mengden av fugesand som legges ut, tilpasses slik at det er et godt overskudd i forhold til hva som trenger ned i fugene. Fugging kan i prinsippet utføres på to måter:

- Som tørrfugging. Det brukes tørket fugesand, og fugene forutsettes å være helt tørre. I et typisk norsk klima kan dette være vanskelig å oppnå.
- Som våtfugging. Dette innebærer bruk av vann til fugging. Vannet, sammen med børsting, hjelper da til å få fugesanden ned i fugene i riktig mengde. Vannforbruket tilpasses værforholdene under utførelse, fugematerialet, fugebredde etc. Behov for vann er relativt stort, men det brukes ikke vann med høyt trykk.

Fugesandens kornfordeling tilpasses fugebredden. Normalt vil skarpkantet sand i sorteringen 0/2 fungere godt. Den kritiske perioden for fugesandens funksjon er de første månedene etter utførelse. Trafikk, rengjøringsutstyr o.l. gir en risiko for at fugesanden blir sugd opp av fugene slik at fugene etter kort tid blir bare delvis fylte. For å redusere risikoen for dette, anbefales det at fugesanden har et finstoffinnhold (andelen materiale mindre enn 0,063 mm) mellom 2,0 % og 9,0 %.

Etter ferdig fugging er fugene fylt med fugesand fra bunnen av fugene og opp til minst 80 % av fugehøyden. Figur 4.7 viser ett eksempel på mangelfull fugging.



Figur 4.7 Mangelfull fugging, selv etter tredje forsøk (foto: Ragnar Evensen)

I noen tilfeller er det ønskelig å forsegle fugene med spesialmidler, først og fremst for å redusere risikoen for at sand plukkes opp av fugene. Forseglingsmiddelet kan også ha til formål å impregnere overflaten og få frem hellenes farge og glans tydeligere. Dersom fugeforsegling brukes, kan det være riktig å bruke fugesand uten finstoff av betydning slik at forseglingsmiddelet trenger bedre ned i sanden. Noen forseglingsmidler krever en viss fuktighet i fugesanden for å fungere på riktig måte, andre krever at sanden og fugene er helt tørre.

5 Gatestein

5.1 Bruksområder for gatestein

Gatestein kan brukes som slitelag på gater, torg og andre steder der man vil bevare et eldre miljø, for eksempel i eldre bydeler. Et gatesteindekke som er riktig utført, har god holdbarhet. En steinsatt flate blir oftest vakrere med årene når steinen slites og aldres.

Det anbefales å være forsiktig med å bruke gatestein på gater og veger med skiltet hastighet større enn 50 km/t. De viktigste årsakene til dette er hensyn til støy og kjørekomfort. Den ujevne overflaten kan også være ugunstig for rullestolbrukere og folk med rullator og barnevogn. På fortau benyttes derfor ofte gatestein i kombinasjon med belegningsstein, heller eller plater som gir bedre framkommelighet og komfort.

Tabell 5.1 viser typiske bruksområder for gatestein i forhold til steinstørrelse. Storgatestein, smågatestein og mosaikk er nærmere beskrevet i kapittel 5.4.1.

	Storgatestein	Smågatestein	Mosaikkstein
Bruksområde	Gatebelegg i innkjørsler. Arealer med spesielle belastninger som rundkjøringer, busslommer, striper, renner og kantavslutning.	Belegg på offentlige veger, plasser, torg, gågater, uteanlegg (mer fleksibelt enn storgatestein mht. leggemønster og tilpasninger).	Tilpassing mot kummer, i små arealer, i kombinasjon med heller og fortau Legging av spesielle mønster/bilder

Tabell 5.1 Bruksområder for storgatestein, smågatestein og mosaikk

Framtidige belastninger legges til grunn ved valg av steintype- og konstruksjonsprinsipp. Steinstørrelsen anbefales øket med belastning.

5.2 Valg av konstruksjon

5.2.1 Generelt

Dekker av gatestein med settelag av mekanisk stabiliserte materialer (knust berg) kan anvendes på kjørearealer, fortau og andre gangarealer. På fortau og andre gangarealer er det vanlig å bruke gatestein i kombinasjon med heller av betong eller plater av naturstein. Valg av steintype og leggemønster avhenger av arealenes størrelse og form og av det visuelle uttrykk man ønsker å få frem. Figur 5.1 viser smågatestein ubundet utført i trafikkert sentrumsgate.



Figur 5.1 Velfungerende dekke av smågatestein ubundet utført i trafikkert sentrumsgate (foto: René Kierstein)

Dekker med settelag av mekanisk stabiliserte materialer krever fuger av finkornet knust berg. For å få et varig dekke uten store kostnader til vedlikehold, tar en hensyn til driften av arealene, spesielt til spyling og annen rengjøring av dekket.

Dersom man kombinerer gatestein med andre materialer, er det viktig å ta hensyn til at materialvalget innvirker på valget av materialer til settelag. Gatestein krever settelag av knust berg e.l. mens man for heller og plater ønsker settelag av finpukk 2/8 e.l. I tillegg legges alle settelag med jevn tykkelse. En praktisk anleggsgjennomføring krever at tykkelsen på heller og platestein tilpasses gatesteinens tykkelse. Kombinasjon av flere materialer er som regel enklere dersom man har settelag av betongmørtel og faste fuger.

Settelag av betongmørtel med faste fuger tåler spyling og annen reingjøring langt bedre enn dekker med fuger av knust berg. Ved reetablering av dekket etter f.eks. gravearbeider vil gjenbruk av gatestein være mer krevende for et dekke med faste fuger på grunn av behovet for reingjøring av steinene.

I planfasen av et prosjekt med gatestein som dekke, tar en stilling til en rekke forhold. Gatestein-dekket tilpasses forventningene til brukere og belastningene fra trafikken. Følgende momenter kan benyttes som sjekklister:

- Arealets funksjon
- Forventede belastninger og påkjenninger (mekanisk, termisk, kjemisk)
- Spesielle behov f.eks. universell utforming, sykling, renhold etc.
- Materialvalg dekke, samt dimensjoner, mønster etc.
- Profilering, drenering, fall osv.
- Kummer, fundamenter, ledningssoner (vann, avløp, fjernvarme, kabler)

Allerede i planfasen er det viktig å ta hensyn til eventuelle senere inngrep i steindekket. Inngrep i bundne steindekker kan f.eks. forårsake komplikasjoner ved reetablering og økte vedlikeholdskostnader i ettertid.

Tabell 5.2 viser en oversikt over fordeler og ulemper ved ubunden og bunden utførelse.

Tabell 5.2 Oversikt over fordeler og ulemper ved ubunden og bunden utførelse

	Ubunden utførelse	Bunden utførelse
Brukervennlig	Ja (med unntak)	Bedre
Etableringskostnader	Middels	Høy
Reetableringskostnader	Middels	Høy
Permeabilitet dekke	Ja	Nei
Dynamisk/elastisk dekke	Ja	Nei
Vedlikehold generelt	Lav	Middels
Fugerehabilitering	Enkel	Krevende
Tåle store belastninger	Høy	Høyere
Drift generelt	Krevende	Enkel
Renhold	Krevende	Enkel
Vegetasjon i fugene	Sannsynlig	Nei

5.2.2 Valg av mønster

De mest vanlige mønstrene i Norge er:

- Rettsetting
- V-setting
- Diagonalsetting
- Buesetting
- Sirkelsetting

Disse er nærmere omtalt i kapittel 5.4.4.

Steintype og format vil prege et steinlagt areal estetisk. Mønsteret vil også ha betydning for kraftoverføring og dekkets holdbarhet. Hovedmålet i forhold til holdbarhet er å fordele kreftene over flere steiner. Ved bruk av fiskebensmønster vil kreftene bli fordelt over flere steiner og i tillegg bli vridd «utover».

5.3 Settelag

5.3.1 Settelag av mekanisk stabiliserte materialer

Krav til tykkelse på settelaget, drenerende evne, teletekniske egenskaper og korngradering er gitt i håndbok N200.

5.3.2 Settelag av betongmørtel

Krav til settelag av betongmørtel er gitt i håndbok N200.

For steindekker med store vridningskrefter fra tungtrafikk i gatehjørner og rundkjøringer anbefales det å sette gatestein i betongmørtel.

På bærelag av drensbetong fuktes underlaget før settemørtel legges ut. Steiner fuktes før setting, og steiner med slett underside slemmes på undersiden med egnet lim eller en blanding av sand og sement i forholdet 1:1.

Bærelaget forutsettes å være drenerende for å hindre vannansamling under belegget. Bærelaget anbefales oppdelt i felter av ca. 6 x 6 m hvor bevegesfuger legges inn.

Bevegesfuger legges også mot faste bygningskonstruksjoner, rundt kummer og rundt sluk. Disse fugene kan bestå av løsmasser.

Mosaikkstein settes nesten alltid i mørtel. Steinene settes hammerfast i settemørtelen. Nysatt stein trekkes ikke på før etter 2 døgn og utsettes ikke for annen trafikk før 14 døgn etter setting. Satt areal tildekkes med plast for å hindre uttørking eller utvasking fra regn. Spesielle tiltak gjennomføres for å unngå frost under herdeprosessen.

5.4 Valg av type gatestein

5.4.1 Typer gatestein

Gatestein deles inn i 3 hovedgrupper, mosaikk, smågatestein og storgatestein; se figur 5.2. De to sist gruppene finnes også i halv steinhøyde som i Norge betegnes halv gatestein. På grunn av liten steintykkelse begrenses bruksområdet til arealer med manglende overbyggingshøyde (fundamenter, areaer, underliggende konstruksjoner).

De mest aktuelle dimensjoner for gatestein i Norge er vist i tabell 5.3.

Tabell 5.3 Mest aktuelle dimensjoner for gatestein i Norge

Steintype	Benevning	Behugning	Dimensjoner		
			Bredde B	Lengde L	Høyde H
Storgatestein	14/20/14	Råsplittet	140	200	140
	14/20/10	Råsplittet	140	200	100
Smågatestein	7/9	Råsplittet	80	80	80
	8/10	Råsplittet	90	90	90
	9/11	Råsplittet	100	100	100
	10/12	Råsplittet	110	110	110
Mosaikk	4/6	Råsplittet	40–60	40–60	40–60



Storgatestein



Smågatestein



Mosaikkstein

Figur 5.2 De tre hovedtyper gatestein (Foto: René Kierstein)

Gatestein leveres som standard i grå granitt. De mest vanlige fargene ellers er sort og rød ved leveranser av ny stein. Brukt stein levers gjerne blandet.

Bruk av mosaikkstein begrenses til det private miljøet, park og hage og ikke belastete sidearealer i utemiljøet. Mosaikk egner seg ikke til bruk der belastninger i form av trafikk forventes. Den minste steinstørrelsen brukes til utsmykking og dekorative mønster, tilpasninger rundt kummer og elementer, småarealer ved legging av plater, tilpasninger mot bebyggelse etc. og på fortau.

Hovedregelen er at steinstørrelsen økes med belastningen. Det brukes f.eks. smågatestein i sykkel- og gangarealer, sidearealer som trafikkøyer men også i trafikkert veg under visse forutsetninger. Smågatestein egner seg stort sett til både rettsetting, diagonalmønster og forskjellige buemønstre. Storgatestein har begrensninger ved valg av mønster. Dersom storgatestein brukes i gangarealer eller sykkelfelt, tas det spesielle hensyn til universell utforming og brukervennlighet i forhold til overflate. Overflatebearbeiding som f.eks. flammings i forbindelsen med faste fuger for å få brukervennlig overflate vurderes derfor.

Dersom smågatestein brukes i stedet for storgatestein i arealer med belastning, vurderes mønstervalg og bunden utførelse. I gater/kjørearealer med helning på mer enn 6 % har valg av mønster stor betydning for dekkets levetid.

5.4.2 Krav til gatestein

Storgatestein har rektangulær overside. Smågatestein og mosaikk derimot har en tilnærmet kvadratisk overside. Alle synlige kanter og hjørner settes rettsatte.

Gatestein forutsettes å oppfylle følgende krav i NS-EN 1342 Gatestein av naturstein til utendørs beleg. Krav og prøvningsmetoder [4]. I tabell 5.4 er det vist dimensjonstoleranser etter NS-EN 1342.

Tabell 5.4 Dimensjonstoleranser etter NS-EN 1342 [4]

Tillat avvik fra nominell format			
	Nominell dimensjon	Plandimensjoner (bredde/lengde) og høyde	
		Klasse 1	Klasse 2
Råsplittet ¹	≤ 60 mm	± 10 mm	± 7 mm
Bearbeidet ²		± 7 mm	± 5 mm
Råsplittet	60-120 mm	± 15 mm	± 10 mm
Bearbeidet		± 10 mm	± 5 mm
Råsplittet	>120 mm	± 5 mm	± 12 mm
Bearbeidet		± 10 mm	± 7 mm
Planhet/ruhet i overflaten (fordypninger/forhøyninger)			
Råsplittet		± 10 mm	± 5 mm
Grovbearbeidet		± 5 mm	± 3 mm

¹ Grovt tilhugget side, f.eks. kilt, kløyvd

² Flammet, sandblåst, gradhugget eller hugget

Tillatt avvik i plandimensjoner er ganske romslige. Dette vil kreve sortering for en del leggemønster. For de mest vanlige leggemønster i Norge anbefales det derfor å henvise til steinleveranse i klasse T2 som vil gi snevrere toleranser. Generelt anbefales det å sette følgende krav til gatestein:

Nominell lengde, bredde og tykkelse.	Klasse 2 i Tabell 1 i NS-EN 1342
Avvik fra vertikale sideflater	Klasse 2 i Tabell 2 i NS-EN 1342
Overflateujevnhetet	Klasse 2 i Tabell 3 i NS-EN 1342
Trykkstyrke	min 150 MPa
Vannabsorpsjon	maks 0,3 %

En splittet sides avvik fra rettinklethet sammenlignet med toppflaten, kan være maks. 15 mm. For stein som brukes til buesetting, kreves det en viss variasjon i steinstørrelse, f.eks. ved at ca. 10 % av leveransen har mål som ligger utenfor ovennevnte toleranser, inklusive steiner som ikke har kubisk form. Slike avvik er omtalt i NS-EN 1342. For rettsetting satt i knas brukes min. klasse T2 evt. enda snevrere toleranser for å unngå behov for ekstra sortering.

5.4.3 Generelle regler for utførelse av steinsetting

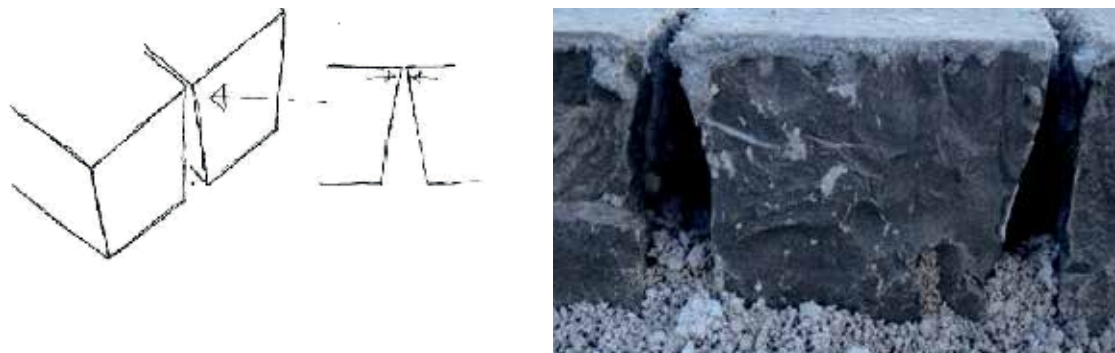
Gatestein settes alltid hammerfast, uansett utførelse eller dimensjonering. Det betyr at stein bankes ned i settelaget ved bruk av egnet utstyr i forhold til steinstørrelse. Ca. ¼ av steinen sitter ned i settelaget for ferdig banket stein. Stein satt i knust berg settes slik at de støtter hverandre. Det oppnås ved at stein settes i knas, tett inntil hverandre. En viss fugebredde tillates men bestemmes i utgangspunkt av steinens uregelmessigheter i sideflater. Slik utført er steindekke motstandsdyktig under byggefasen når fugematerial legges ut eller tilslutninger gjøres.

Tett inntil hverandre sittende stein støtter hverandre. Steinens ruhet på sideflatene vil gi en synlig fuge på toppen til tross for knassetting, se figur 5.3. Knassetting brukes kun i forbindelsen med ubunden utførelse.



Figur 5.3 Prinsipp for knassetting (illustrasjon og bilde: René Kierstein)

Ved bruk av koniske stein, dvs. bredere på toppen og smalere i bunn, settes ikke steinene i knas. Knassetting ved koniske stein vil føre til en pressfuge på toppen og resultere i avskalinger. Her etableres det en viss fugebredde i setteprosessen, se figur 5.4.



Figur 5.4 Prinsipp for setting av koniske stein (illustrasjon og bilde: René Kierstein)

Kjøring med anleggsmaskiner e.l. samt lagring av steinmaterialer i større grad på ikke fugete og komprimerte arealer tillates ikke. Steinene til umiddelbar bruk plasseres alltid bak steinleggeren, som har ferdig satt stein foran seg.

I trafikkerte og belastete arealer settes gatestein alltid i forband på tvers mot kjøreretningen. Gjennomgående fuger i belastningsretningen tillates ikke. I gangarealer og på arealer uten belastningen kan langsgående gjennomgående fuger aksepteres. I områder med mye helning (> 4 %) begynner en alltid ved lavbrekket og jobbes oppover. Gatestein satt i vegbane etableres fortrinnsvis med overhøyde/avrundet takprofil/W-profil for å bygge opp spenning gjennom bru effekten.

I områder med varierende og vekslende kjøreretninger som f.eks. kryss deles arealet opp i felt hvor leggeretningen endres eller det lages overganger i selve mønsteret. Dette vil være viktig for overføring av horisontale krefter som vridningskrefter.

Det settes alltid minst et rullskift (løpestein) langs kanter, bebyggelse, rundt kummer, sluk, fundamenter etc. Allslags mønster i belastete arealer krever satt stein med overlapp 1/3 som også indikerer minimum steinstørrelse ved tilpasninger. Gatestein tilpasses alltid ved bruk av hammer og meisel, steinsaks (stein kløyves) e.l. Saging tillates ikke.

5.4.4 Leggemønster

I tabell 5.5 er det vist en oversikt over valg av mønster i forhold til belastning og trafikkgruppe, se håndbok N200.

Tabell 5.5 Valg av mønster i forhold til belastning og trafikkgruppe

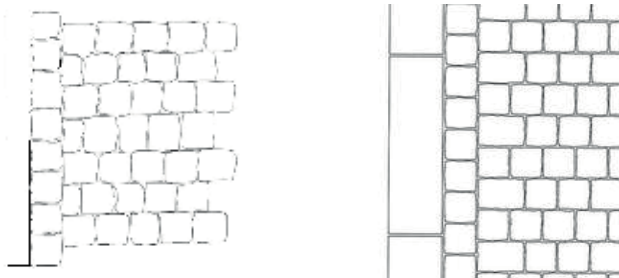
Trafikkgruppe	Sidearealer gangarealer	Trafikkgruppe				Parkeringsplasser	
		A	B	C	D	Lett trafikk	Tung trafikk
Forband	R D B	R D B	R D B	R D B	R D B	R D B	R D B
Smågatestein	+ + +	0* + +	- 0 0	- - 0		+ + +	
Storgatestein	+ + 0	+ + 0	+ + 0	+ + 0	+* +* 0	+ + 0	+* +* 0

R rettsetting
D diagonalsetting, V-/W-setting
B buemønster

+ godt egnet
0 egnet med forbehold
- ikke egnet
* vurderes i forhold til dimensjonering og profil

5.4.4.1 Rettsetting

Som rettsetting betegnes et forband (mønster) hvor steinene settes i rette linjer. Figur 5.5 viser eksempler på rettsetting. Alle steinstørrelser er egnet til rettsetting, men det krever som regel en sortering av steinene slik at steiner i samme rekke har mest mulig lik bredde. Dekker med rettsetting har begrensninger mht. belastningsevne.



Smågatestein

Storgatestein

Figur 5.5 Eksempler på rettsetting (illustrasjon: René Kierstein)

Regler for rettsetting:

- Steinene settes på tvers av belastningsretning (gateløp eller kjøreretning). Mønsteret preges av gjennomgående fuger på tvers av belastningsretningen
- På fortau eller på områder med moderat belastning tillates det langsgående gjennomgående fuger
- Overlapp ved tverrfuger legges slik at min. 1/3 av steinstørrelse overlapper
- Minste tillatte steinstørrelser for tilpasningssteiner er 1/3 mens halv stein ansees som optimalt
- Start mønsteret med minimum hel eller halv stein
- Steinen sorteres da det kreves like store stein i en og samme rekke
- For gjennomgående hovedmønsterretning danner steinen rette linjer
- Tverrfugene legges parallelle
- Optimalt sett oppstart med binderstein
- Legg alltid et løpeskift langsmed kanter, bebyggelse, rundt kummer, fundamenter etc.

Det brukes snor for å angi høyde og retning, og det anbefales ikke å sette mer enn 3 rekker samtidig for å opprettholde kravet til rette linjer. Ved for store toleranser i dimensjon vil det være vanskelig å sette stein i knas med rette linjer tross sortering. En viss mengde sortering legges inn uansett uten at sorteringen fører til urasjonell framdrift. Enkelte rekker kan være forskjellige i bredde.

Alle steinstørrelser kan settes i rett mønster, men i gater med trafikk anbefales at rettsetting utføres med storgatestein.

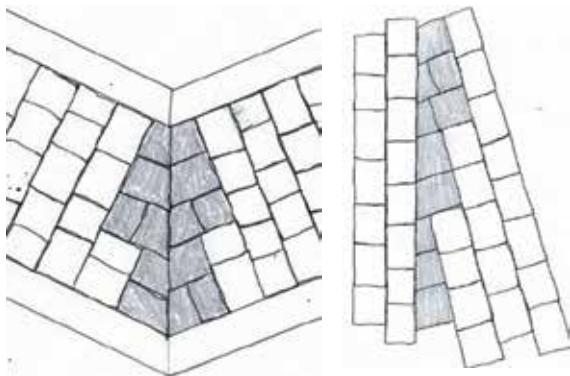
Smågatestein satt i rette rekker egner seg ikke til bruk i kjørearealer. Ved moderate belastninger av lette kjøretøy, som i lavere trafikkgrupper, kan smågatestein satt i rekker vurderes i bunden utførelse med stabilisert bærelag.

Tabell 5.6 viser fordeler og ulemper med rettsetting.

Tabell 5.6 Fordeler og ulemper ved rettsetting

Fordeler med rettsetting	Ulemper med rettsetting
<ul style="list-style-type: none"> - Mest vanlig i Norden - Lett å sette, krever minst kunnskap av utførende - Forholdsvis allsidig i bruk - Flere forskjellige leggeretninger mulig under betraktning av belastningsretning 	<ul style="list-style-type: none"> - Krever forholdsvis lite avvik i steinstørrelse og dimensjon - Sortering er nødvendig, dermed kan framdrift bli urasjonell - Vanskelig ved knassetting og krav til rette linjer - Dårlig med hensyn på overføring av horisontalkrefter - Reparasjoner utføres av fagkyndige

Figur 5.6 viser to forskjellige måter å løse retningsendringer på. Ved tilpasning unngås småstein. Småstein unngås ved at stein legges mot retningen i stedet.



Figur 5.6 Retningsendring ved rettsetting (illustrasjon: René Kierstein)

I T- og X-kryss gjøres det ikke noe forskjell i forhold til leggeretningen i kryssområdet. Trafikanter som svinger i krysset vil alltid ligge i en vinkel i forhold til leggeretningen. Hovedkjøreretningen legges som ellers på tvers gjennom kryssområdet, mens rettsettingen i sidevegen legges inntil rettsettingen i hovedtraseen. Se figur 5.7.



Hovedkjøretrasé legges rett gjennom krysset



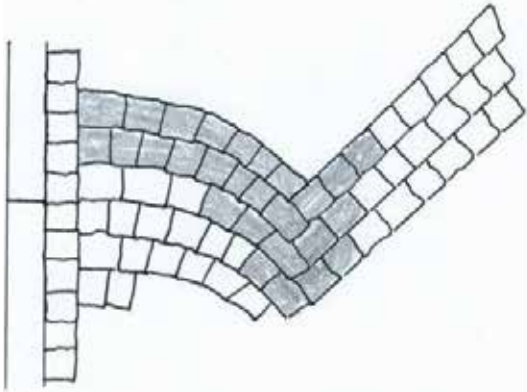
Kryssarealet deles i 4 felt hvor stein legges diagonal i hvert felt for optimal kraftoverføring

Figur 5.7 Eksempler på leggemønstre i kryssområder (foto: René Kierstein)

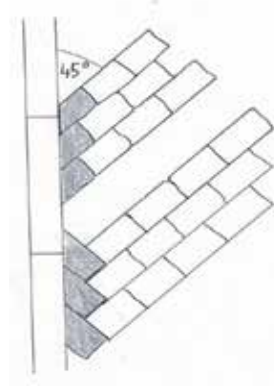
5.4.4.2 Diagonalsetting

Diagonalsetting er i slekt med rettsetting. I utgangspunktet gjelder samme regler, men ved diagonalsetting settes rekkene i en vinkel mot belastningsretningen. Figur 5.8 viser eksempler på diagonalsetting.

Ved diagonalsetting startes det med en halvbue eller trapesstein. Mønsteret egners seg både til små- og storgatestein.



Diagonalsetting, oppstart med bue



Diagonalsetting, vanlig oppstart



Figur 5.8 Eksempler på diagonalsetting (illustrasjon og foto: René Kierstein)

Regler for diagonalsetting:

- Leggeretning 45° sammenlignet med hovedretning
- Generelle regler som rettsetting
- Storgatestein: Oppstart med rektangulære stein med tilhøgd vinkel, legges i forhold til leggeretninger eller på tvers (se figur 5.9)
- Smågatestein: Oppstart enten med trekantstein (anbefales ikke i trafikkerte arealer)
Oppstart og avslutning med halvbue anbefalt
- Ved større belastninger anbefales storgatestein med rektangulær steinform

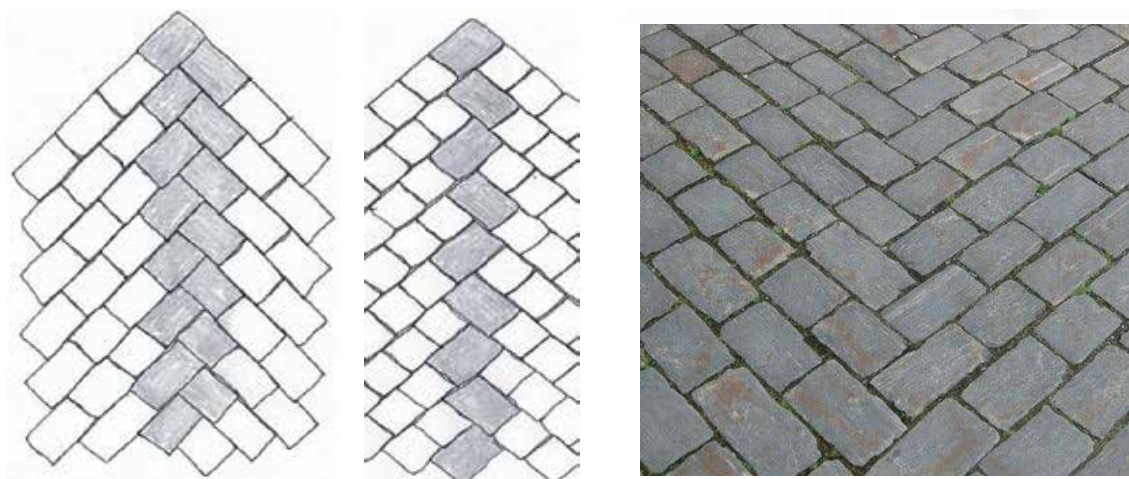
Tabell 5.7 viser fordeler og ulemper med diagonalsetting.

Tabell 5.7 Fordeler og ulemper ved diagonalsetting

Fordeler med diagonalsetting	Ulemper med diagonalsetting
<ul style="list-style-type: none"> - Forholdsvis enkelt å legge - Veldig allsidig mønster - Betydelig bedre overføring og nedbrytning av horisontal krefter enn rettsetting - Anbefales framfor rettsetting i trafikkerte arealer 	<ul style="list-style-type: none"> - Lite avvik i steindimensjon - Sortering av stein ved avvik kan føre til urasjonell framdrift - Utfordring ved knassetting samt retthetskrav ved avvik i steinstørrelse - Begrenset egnethet ved større arealer i forhold til bredde, anbefales i så fall å bruke V-setting i stedet - Reparasjoner utføres av fagkyndige

5.4.4.3 V-setting

For V-mønsteret gjelder i utgangspunktet det samme som for diagonalsetting. Forskjellen er at diagonale rekker legges mot hverandre med 90° overgang ved midten. Ved V-setting startes det med en bue eller trapesstein. Figur 5.9 viser eksempler på V-setting.



Figur 5.9 Eksempler på V-setting (illustrasjon og foto: René Kierstein)

Regler for V-setting:

- Som diagonalsetting ved legging, oppstart og steinstørresler
- Ved midten møtes diagonale rekker i en vinkel av 90°
- Retningsskifte ved midten skaper en form for fortanning

Fordeler og ulemper er tilnærmet de samme som for diagonalsetting. V-setting anses som mer estetisk enn diagonalsetting. V-setting passer bedre på større plasser, da mønsteret kan legges som «sikksakk» mønster.

5.4.4.4 Buesetting

Buesetting er et vanlig mønster ved bruk av smågatestein. Storgatestein egner seg ikke på grunn av steinstørrelsen og behov for tilpasninger. Smågatestein satt i buer er den mest allsidige leggearianten og kan brukes der det stilles høye estetiske krav eller der belastninger forventes. Figur 5.10 viser eksempler på buesetting.



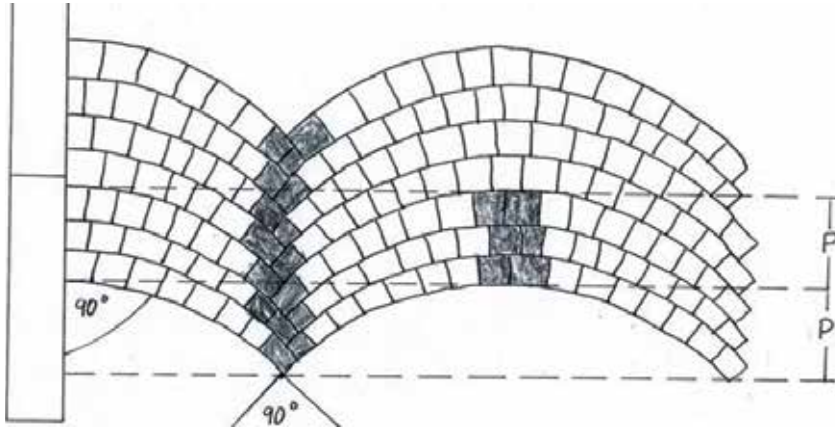
Figur 5.10 Eksempler på buesetting (illustrasjon og foto: René Kierstein)

Regler for buesetting:

- Oppstart med halv bue i 90° fra kanten
- Oppstart med trapes eller trekantstein
- Buebredde beregnes og tilpasses til totalbredde
- Minimum overlapp $1/3$ og opp til $1/2$ stein
- I «buehjertet» (der 2 buer møter) møtes steinene i vinkel av 90°
- Et løpeskift legges langs kanter, bebyggelse, rundt kummer, fundamenter etc.
- Buen peker alltid mot fallretningen, oppover
- Legging starter ved lavbrekk og det jobbes mot fallretningen (med buens retning mot høydebrekk)
- Flere steinstørrelser av samme type er nødvendig
- Maksimalt 3 kryssfuger
- Overganger ved høybrekk/lavbrekk

Figur 5.11 viser detaljer ved legging av stein ved buesetting. De røde firkantene viser følgende (fra venstre):

- Mot kantstein/kantavslutning har buen av gatestein en vinkel på 90° i forhold til kantavslutningen
- Buene av kantstein møtes i en vinkel på 90° i forhold til hverandre
- Pilhøyden i buehjertet (buesentrum) er lik pilhøyden på midten, målt over 3 steiner



Figur 5.11 Detaljer ved legging av stein med buesetting (illustrasjon: René Kierstein)

Figur 5.12 viser bueretning og fallretning ved buesetting.



Figur 5.12 Bueretning og fallretning ved buesetting (foto: René Kierstein)

Tabell 5.8 viser fordeler og ulemper med diagonalsetting.

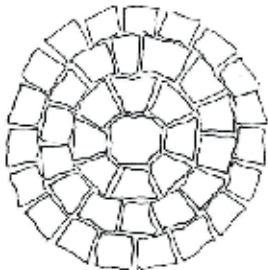
Tabell 5.8 Fordeler og ulemper med buesetting

Fordeler med buesetting	Ulemper med buesetting
<ul style="list-style-type: none"> - Allsidig anvendbart mønster med høy estetikk - Tåler høye vertikale belastninger som vridningskrefter eller krefter forårsaket av oppbremsing og akselerasjon - Best egnet i gater/arealer med helning, påkrevet med helning over 4,5 % - Ved dynamiske belastninger som trafikkbelastninger bedre egnet enn storgatestein - Flere steinstørrelser av samme type - Ingen sortering nødvendig - Høy rasjonalitet ved erfarne utførelse - Lettere å sette i knas enn rettsetting - Bedre egnet ved sykling enn andre mønster - Lavere støynivå enn ved rettsetting - Mye egenspenning i dekke ved fagkyndig utførelse allerede i settefasen - Senere dynamiske belastninger fra trafikk vil øke spenningsnivået i dekke 	<ul style="list-style-type: none"> - Krever fagkyndig planlegging og oppfølging, krav til meget erfarne steinleggere - Mer avhengig av planlegging og gjennomføring pga. avhengighet av fall og leggeretning - Delvis utfordrende i forhold til tilkomst med materialer - Ved mye helning ukomfortabelt å jobbe oppover - Reparasjoner utføres av fagkyndige

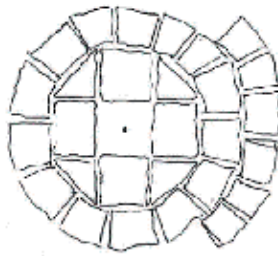
5.4.4.5 Sirkelsetting

Sirkelsetting følger reglene til rettsetting og brukes enten til utsmykking men også i trafikkerte arealer som i den overkjørbare delen av rundkjøringer. Det kan benyttes alle typer gatestein. I figur 5.13 er det vist eksempler på sirkelsetting.

Sirkel med tilhogd senterstein og trapesstein i etterfølgende rader



Oppstart med hel- og trekantstein



Figur 5.13 Eksempel på sirkelsetting (illustrasjon og foto: René Kierstein)

Regler for sirkelsetting:

- Grunnregler som for rettsetting, som jevne linjer og sirkler, overlapp ved tverrfuger
- Noen kryssende tverrfuger tillates for maksimalt 2-3 rader på enkelte stein, kryssfuger over flere stein i bredden tillates ikke
- Kreves tilhogging av stein i senteret og etterfølgende rader. Store kilefuger tillates ikke
- Brukes stort sett til utsmykking. Ved bruk i trafikkerte arealer som i den overkjørbare delen i rundkjøringer kreves bruk av storgatestein i bunden utførelse samt innspenning med kantstein på begge sider.

Tabell 5.9 viser fordeler og ulemper med sirkelsetting.

Tabell 5.9 Fordeler og ulemper ved sirkelsetting

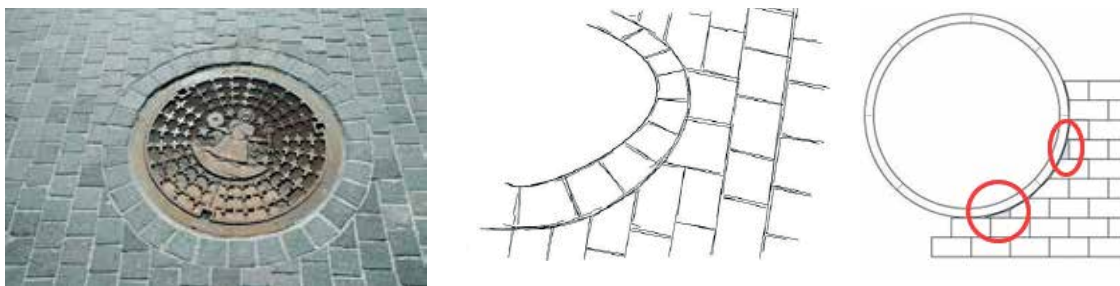
Fordeler med sirkelsetting	Ulemper med sirkelsetting
<ul style="list-style-type: none"> - Estetisk flott variant av «rettsetting» - Tåler litt mer avvik i steinstørrelse - Anvendbar med flere gatesteinstyper også i kombinasjon med hverandre (ikke storgatestein innerst og ved mindre radier) 	<ul style="list-style-type: none"> - Begrensninger i forhold til belastning, spesielt dynamiske trafikkbelastninger - Ved bruk i trafikkerte arealer anbefales bruk av storgatestein, satt i bunden utførelse. - Begrensninger i forhold til steinstørrelse ved mindre store radier

5.4.4.6 Generelle regler ved tilslutninger

For tilslutninger mot kummer, fundamenter, kanter, bebyggelse etc. gjelder i prinsippet alltid samme reglene uansett. Om det er en skrå tilslutningen mot kantstein eller rundt en kum så overholdes følgende hovedregler:

- Det settes et skift rundt
- Minste tillatte steinstørrelse er 1/3 av steintype
- Trekantstein tilpasses slik at de ikke er mindre enn ½ stein
- For å unngå lange smale fliser legges/tilpasses steinen på tvers av leggeretning (trapesstein)
- Forventes mye tilpasning ved bruk av smågatestein. Derfor anbefales å bestille stein i overstørrelse i rektangulært format
- Stein kløyves alltid og skjæres ikke

Figur 5.14 viser eksempler på tilslutning og sirkelsetting rundt kummer o.l. Til høyre i figuren viser de røde sirkelene eksempler på små tilpasningssteiner som ikke er en akseptabel løsning.



Figur 5.14 Tilslutning og sirkelsetting rundt kum, bilde og venstre figur viser en god løsning, høyre figur en dårlig løsning (foto og illustrasjon: René Kierstein)

5.5 Fuger

5.5.1 Generelt

Fuger, fugeløsninger og utførelsesprinsipper har stor betydning for dekkets funksjon, framtidige driftskostnader og ikke minst dekkets levetid.

Fugene kan utføres med løsmasser (ubunden) eller med faste fuger (bunden). Faste fuger kan ha bindemiddel som sement eller epoksy harpiks.

5.5.2 Fuging med løsmasser

Gatestein settes i ubunden utførelse tett inntil hverandre, fortrinnsvis i knas. På grunn av variasjoner på stein vil det forekomme noe fugebredde. Fugematerialene består av knust berg som vil gi kornene

en kubisk form. Denne formen gjør at fugematerialet forkiler seg i fugen og gi en låseeffekt. Det vil også gjøre fugen mindre sårbar mot utvasking, utblåsing eller feieredskap.

For at fugen kan motstå belastningene er det viktig med god teknisk kvalitet og beskaffenhet etter knusing.

Andelen materiale mindre enn 0,063 mm tilpasses slik at det er mellom 2 % og 9 %. Materialet tilpasses slik at det ikke har mer enn 3 % leire- eller slaminnhold.

Fuging med knust berg foretas i 2 omganger. Første gangs fuging gjøres allerede mens gatestein settes. Fortløpende med steinsetting legges ut fugematerial i et tynt lag. Det brukes kost for å få fugematerial ned i fugene. Det vil feste steinene til en viss grad for å kunne tåle at utførende kan beveges seg oppå. Kjøring tillates ikke. Når alle tilpasninger er gjort ferdig samt førstegangs tørrfuging, utføres neste fugetrinn. Ved behov legges ut mer fugematerial slik at steindekke ligger under et 1–2 cm tykt lag. Det brukes så vann (uten trykk) som spyles ned i fugene mens det kosteres samtidig, gjerne diagonalt på fugeretningen. Arbeidsprosessen kalles våtfuging og gjentas til fugene er fullstendig mettet med fugematerial. Det kan være nødvendig å vente i noen minutter til vannet har blitt drenert ned i overbygningen. Resterende fugematerial fjernes fra steindekke men det behøver ikke å være «rent». Etterpå komprimeres det med vibrasjonsplater avhengig av steinstørrelse; se tabell 5.10. Det komprimeres fra høyeste nivå til lavbrekk. Dette gjentas i flere omganger til steindekke ikke lar seg komprimere ytterligere. Ved tilslutninger mot kumlokk e.l. kan det være nødvendig å etterkomprimere med håndholdt utstyr som «jomfru»². Slik har man mulighet til å komprimere enkelte stein med et større kraftmoment enn vibrasjonsplaten.

Etter ferdig utført arbeid ligger steindekket min. 5–10 mm over ferdig nivå som gis av kantstein, kummer, fundamenter etc. Ved bruk av gatestein i trafikkert veg kan overhøyden inntil f.eks. rennestein utgjøre opptil 15 mm. Slik tas det høyde for en viss etterkomprimering av trafikken i etterkant.

Tabell 5.10 Anbefalte vektclasser av komprimeringsutstyr i forhold til steinstørrelse

Steintype/tykkelse	Anbefal vekt til komprimering
Mosaikk 3–6 cm	Vibroplate 120–150 kg
Smågatestein 8–10 cm	Vibroplate 200–300 kg
Storgatestein normalformat 14–16 cm	Vibroplate 350–450 kg
Storgatestein overstørrelse 16–20 cm	Vibroplate 500–600 kg

Vibrasjonsplater vil ikke bare banke ned stein men også kompaktere fugematerialet. Hovedmålet er å skape en motstandsdyktig og godt pakket fuge. Riktig utført vil det ikke være nødvendig med etterfuging. Dersom det er behov for etterfylling av fugene, gjentas prosedyren for fuging med en lettere vibrasjonsplate for å pakke etterfuged material.

Optimalt sett kan et gatesteinsdekke påsettes trafikk med et tynt lag med fugematerial, men dette vil sjeldent være mulig. Hvis mulig er det viktig å sikre sluk med innlagt fiberduk mot forsending. Figur 5.15 viser fuger av sand med og uten finstoff etter en tid.

² Jomfru er tradisjonelt steinleggingsutstyr som brukes til nedbanking av belegninger og kantstein



**Fuge av sand med finstoff,
godt resultat etter 4 år**



**Fuge av sand uten finstoff,
krever hyppig etterfuging**

Figur 5.15 Fuging med løsmasser (foto: René Kierstein)

5.5.3 Fuging med bundne materialer

Faste fuger forutsetter generelt bunden steinsetting. En kombinasjon med ubunden utførelse anbefales generelt ikke. Bundne fuger utføres i utgangspunktet vanntett for å hindre inntrenging av vann i underliggende lag.

Det brukes alltid fabrikkproduserte produkter som leveres tørrblandet i sekker, i storsekk (1 m³) eller fra mellomlager i silo. Herunder fins det to forskjellige typer bindemiddel. Mest vanlig og anbefalt er sementbaserte fugemørtler. Leverandørene tilbyr produkter i forskjellige kvaliteter avhengig av bruksformål. Mørtelens teknisk kvalitet tilpasses dekkematerialets tekniske egenskaper. (Høyfast mørtel skader gatestein med lav trykkstyrke). Steinsatte arealer i trafikkert veg vil kreve en høyfast fugemørtel og gatestein med god trykkstyrke. Tabell 5.11 viser krav til betongmørtel for dekker av stein i trafikkerte arealer.

En annen variant er epoksyharpiksbaserte fugemørtler som tilsettes en eller to bindemiddelkomponenter. Slike mørtler er generelt mer eller mindre vanngjennomtrengelig. Her vil fuktighet kunne trenge ned i underliggende bundne lag. Permeable dekker krever andre parametere og dimensjoneringsprinsipper. Epoksybundne mørtler oppnår forholdsvis høye styrkeverdier men har en mye lavere E-modul enn sementbaserte. E-moduler tilpasses tilsvarende verdier i både bundne sette- og bærelag. Bestandigheten mot UV-lys har i enkelte tilfeller vært et problem.

Tabell 5.11 Krav til betongmørtel for dekker av stein i trafikkerte arealer

Parameter	Testmetode	Krav
Største steinstørrelse i tilslaget	NS-EN 933-1	2,0 mm
Trykkstyrke etter 28 døgns lagring	NS-EN 12390-3	Min 45 MPa Ingen enkeltverdi under 35 MPa
Indirekte strekkstyrke	NS-EN 13286-42	Min 6 MPa
Hefstyrke, ved fabrikk	NS-EN 1015-12	Min $\geq 1,5$ MPa Alle enkeltverdier $\geq 1,2$ MPa
Hefstyrke, utført	NS-EN 1015-12	Enkeltverdier $\geq 0,8$ MPa
Frostbestandighet	NS-EN 1367-1	Reduksjon i trykkfasthet etter 20 frostveksler: Maks 10 % som gjennomsnitt for 6 prøver
Bestandighet overfor klorider	CEN-TS 12390-11	

Arealer som fuges, rengjøres for smuss. Løst sittende stein settes på nytt med settemørtel, og «limes» ikke fast ved hjelp av fugemørtel. Før fugingen fuktes arealet uten at vannet bli stående. Minimums-temperatur er +5°C. Ved lavere temperaturer kreves vintertiltak i form av oppvarmet telt.

Mørtelen tilsettes nøyaktig angitt mengde vann og tvangsblendes på stedet. Prosedyrer for blanding gitt av produsenten følges nøye. Ferdig blandet mørtel legges ut slik at fugene fylles helt. Etterfuging i etterkant er ikke tillatt. Fugeavslutningene i forhold til pågående fugeprosess, utføres loddrett. Overflaten rensket og vaskes for mørtelrester når mørtelen begynner å herde litt på overflaten; Prøvetrykk med finger gir en god indikasjon. Vaskingen utføres ikke med vanntrykk. Spesielle maskiner med rundgående svamp anbefales brukt. Mørtelrester og vaskevann/slam vaskes aldri ned i ikke fugete fuger og dekkes til med fugemørtel etterpå. Det vil svekke fugene betydelig. Det er viktig at sluk og kummer beskyttes mot inntrenging av mørtel, f.eks. ved bruk av fiberduk.

Etter at fugingen er avsluttet kreves det herdetiltak. Fugete arealer beskyttes mot uttørking og utvasking med fiberduk og plastikk i minst 3 døgn. Tildekkingen anbefales i 7 døgn. Ved lavere temperaturer enn +5°C kreves bruk av oppvarmet telt. Vintermatter og andre enkle oppvarmingstiltak brukes ikke.

Ved bruk av spesielle høyfaste og hurtigherdende mørtler kan et fuget areal belastes lett (gående + noe bilkjøring) allerede etter ett døgn. Bruk av arealet vil være avhengig av flere faktorer som liggetid steinsetting før fuging og anvendte fugemørtler. Generelt sett belastes ikke slike arealer før etter 14 dager.

5.6 Krav planhet og fuger

Dekker av gatestein forutsettes ikke å avvike mer enn +/- 20 mm fra teoretisk prosjektert nivå. Toleransekrav til jevnhet er gitt i håndbok N200. Toleransene og krav gjelder både bunden og ubunden utførelse. Fugene danner rette, jevne linjer i forhold til mønsteret og spesifikke krav.

5.7 Gjenbruk av stein

Gatestein består av slitesterke bergarter som gjør at gatestein er godt egnet til gjenbruk. Selv om overflaten, spesielt i trafikkerte arealer, vil bli polert etter hvert, mister steinen ikke sine gode tekniske egenskaper. Gjenbruk av stein betyr en gevinst for både miljø, bymiljø og økonomi. Brukt gatestein øker i verdi, og derfor er det viktig å ta vare på hver eneste stein. Ved gjenbruksprosjekter vil supplering med ny stein være synlig i mange år framover.

Ulempen etter mange års bruk er at overflaten vil miste friksjonen og dermed bli ganske glatt for enkelte brukere som f.eks. syklist i regnværet. Ved å flamme overflaten, uten å ta opp steinene, kan friksjonen økes. Det vil gi en brukbar friksjon en del år framover.

Sandblåsing vil gi samme effekt, men anbefales ikke mens steinene fortsatt ligger i bakken. Denne behandlingsmetoden vil gå utover fugene pga. høyt trykk.

Det er også mulig å skjære av den gamle toppen og etterpå bearbeidet overflaten ved behov.

Dersom det ikke stilles strengere krav til overflatefriksjon, fokuseres det på å sette de gamle polerte overflater som topp igjen.

Ved gjenbruk av stein renskes disse minimum for smuss o.l. før setting.

Dersom stein resettes i bunden utførelse, utføres en grundig vask av steinen først. Dersom det fortsatt er mørtelrester e.l. etter tidligere bruk av bindemidler på steinflatene etter vask, brukes ikke disse. Rester av tidligere fuge- og settelagsmaterialer vil resultere i nedsatt vedheft og føre til skader.

6 Plater av naturstein

6.1 Bruksområder for plater

Plater av naturstein brukes hovedsakelig på fortau, i gågater og på torgarealer. Dersom plater benyttes på trafikkerte arealer (med lite trafikk), anbefales det at kjørehastigheten ikke overstiger ganghastighet. Figur 6.1 viser eksempel på granittplater i kjørebane.



Figur 6.1 Granittplater i kjørebane i Stavanger sentrum (foto: René Kierstein)

6.2 Valg av konstruksjon

Ved prosjektering er det viktig å angi steinsorter, overflatebearbeiding og dimensjoner. I beskrivelsen framgår alle krav. Generelt forutsettes at alle underliggende lag tilfredsstillende kravene til frostsikkerhet, komprimering, bæreevne og fall før utlegging av settelaget starter.

Valg av konstruksjon og oppbygning av konstruksjonen gjøres under prosjekteringen. Det tas hensyn til dekkets funksjon og hvilken trafikkbelastning platene utsettes for. Plater brukes helst i gågater og på torg. Slike arealer trafikkeres ikke jevnt, og ÅDT i tillegg til aksellast er ett av dimensjoneringsgrunnlagene. Derfor er det viktig å kartlegge antall kjøretøy samt aksellast for et «Worst case scenario», f.eks. ved arrangementer eller markedsdager. I slike tilfeller oppstår en momentan høy belastning men med få repetisjoner. Plater av naturstein er i likhet med betong et ikke fleksibelt dekke og krever et bæredyktig fundament. Det betyr at dimensjonering av overbygningen egentlig vil tilsvare en høyere trafikkgruppe.

Ujevnheter etter overbelastning eller telehiv vil i de fleste tilfeller føre til skader på platene; spesielt på kantene. Det medfører også at overbygningen (i likhet med andre typer steindekker) dimensjoneres med frostsikring; se håndbok N200.

Avhengig av platenes funksjon og beliggenhet tas også hensyn til følgende faktorer, i tillegg til estetiske aspekter:

- Valg av konstruksjon:
 - Underlagets konstruksjon og dimensjonering
 - Aktuell trafikkbelastning
 - Andre belastninger (snørydding, salting, rengjøring, o.l.)
 - Brukervennlighet – taktile markeringer
 - Krav til drenering
 - Steindimensjoner
 - Steinens tekniske egenskaper
- Dekke med plater utføres vanligvis etter ett av grunnprinsippene under, plater satt i:
 - Settemørtel på sement- eller bitumenstabilisert bærelag
 - Mekanisk stabilisert settelag på mekanisk stabilisert bærelag
 - Mekanisk stabilisert settelag på sement- eller bitumenstabilisert bærelag
 - Mekanisk eller bindemiddelstabilisert settelag på støpt underlag inkl. dreussjikt mellom (drensmatte som vannføring)

Ved bruk av stabiliserte materialer i bærelaget er det viktig å overholde kravene til permeabilitet. Materialtyper, krav, utførelse og lagtykkelser er gjengitt i håndbok N200.

Hvis platene legges på et støpt, og dermed tett underlag, anbefales utførelse med fast settelag og faste fuger. I slike tilfeller vil det være nødvendig å etablere et vannføringssjikt i form av drensmatte mellom settelag og underlag i tilfelle inntrengende vann etter riss eller kondens. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 6.3.4. Drensmatter tilpasses belastningen.

6.3 Settelaag

6.3.1 Settelaag av mørtel

Som settelaag av betongmørtel benyttes det fabrikkprodusert mørtel tilpasset bruksområdet. Kravene til settemørtel er gitt i håndbok N200. Det er spesielt viktig å sikre tilfredsstillende permeabilitet for ferdig utlagt settelaag.

Tørrmørtel som tilsettes vann på stedet kan benyttes, men det forutsetter at både dosering og innblanding foregår under nøye kontrollerte forhold.

Betongmørtel til settelaag har en jordfuktig konsistens. En enkel, praktisk kontroll er at man kan lage en fast «snøball» av materialet uten at det kommer vann på overflaten når man klemmer på ballen.

Etter tilsetning av vann har betongmørtelen en begrenset brukstid, ofte avhengig av omgivelsestemperaturen. Mørtelleverandørene har anbefalinger med hensyn til brukstid. Disse overholdes. Det samme vil gjelde for rutiner i forhold til etterbehandling og herdetiltak.

Settelagsmaterial legges ut og avrettes iht. fall/profil med noe overhøyde og forkomprimeres ikke. Komprimering av settemørtel foretas gjennom nedbanking av plater med egnet utstyr som «jomfru».

Overhøyde bestemmes slik at settemørtels komprimeringsgrad utgjør ca. 15–20 % lagtykkelse. Ferdig lagte plater røres eller forskyves ikke etter settingen. Fuging av belegget fortas tidligst ett døgn etter legging.

I trafikkbelastet arealer påføres et heftforbedrende lim.

Etter at fugingen er avsluttet kreves det herdetiltak. Fugete arealer beskyttes mot uttørking og utvasking med fiberduk og plastfolie i minst 3 døgn. Tildekkingen anbefales i 7 døgn. Ved lavere temperaturer enn + 5 grader kreves bruk av oppvarmet telt. Vintermatter og andre enkle oppvarmingstiltak brukes ikke.

6.3.2 Settelag av mekanisk stabiliserte materialer

Før settelaget legges ut, kontrolleres underlaget nøye, både i forhold til fasthet, fall, høyder og jevnhet opp mot de krav og toleranser som er beskrevet for arbeidene. Det er svært viktig at byggherren får rimelig tid til vurdering av oversendt dokumentasjon før utlegging av settelag starter.

Settelag av mekanisk stabiliserte materialer består av finpukk i sorteringen 2/8 eller tilsvarende. Materialet i settelaget velges ikke for ensgradert slik at materialet er ustabil. Kravene til materialene er gitt i håndbok N200.

Settelaget komprimeres og finavrettes. Som underlag for heller er det viktig at settelaget er ensartet komprimert og overflaten er jevn uten kuler og svanker.

6.3.3 Settelag på betongplate med begrenset byggehøyde

Metoden egner seg kun til jevntykke plater da lim har begrenset byggehøyde. Metoden egner seg kun på små flater på grunn av begrensede muligheter i forhold til tiltak som motvirker termiske spenninger på overflaten og drenering. Underliggende betongplate og platen fuktes og påsmøres lim 10–20 mm. Platene bankes lett med gummiklubbe.

6.3.4 Platebelegg på betongplater og tette konstruksjoner

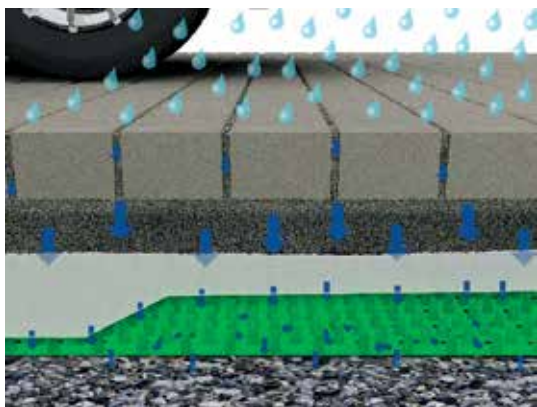
I noen tilfeller etableres belegninger på støpte, tette underlag som betongplater, terrasser eller konstruksjoner som kjeller og parkeringshus. Siden arbeidene i veiledningen omhandler utemiljøet, er det viktig å fokusere på håndtering av termiske overflatespenninger og inntrengende vann/fuktighet eller kondens. Sistnevnte problemstilling gjelder både bunden og ubunden utførelse.

Tiltak i forhold til spenninger vil kun gjelde bunden utførelse. Spenninger som oppstår som følge av temperaturforskjeller eller under statiske eller dynamiske belastninger, reguleres ved etablering av kontraksjons- og ekspansjonsfuger. Slike fugetiltak vil gjelde for bunden utførelse og omhandles i kapitlet fuger.

Både bunden og ubunden utførelse forutsetter at det er etablert dreneringstiltak på overflaten av støpte, vanntette underlag. I ubunden utførelse vil uansett vann trenge gjennom fugene. Dette vannet ledes videre til avløp. I bunden utførelse tas det hensyn til inntrengende vann gjennom sprekker og riss. Kondensvann som dannes mellom undersiden av platene og settemørtel ledes også bort. Her etableres et vannførende sjikt. Støpt underlag påføres membran ved behov. Som vannførende sjikt egner seg spesielt drengmatter som fins i forskjellige dimensjoner og belastningsklasser opptil kjøresterke varianter. Slike systemer vil samle og føre vann til avløp.

Ved bruk av mekanisk stabilisert settelag velges drengssystemet inkl. beskyttelseslag iht. settelagsmaterialets korngradering slik at korn ikke trenger ned i vannføringskanalene. Beskyttelseslaget vil vanligvis være fiberduk. I bunden utførelse velges derimot systemer med netting som skillelag.

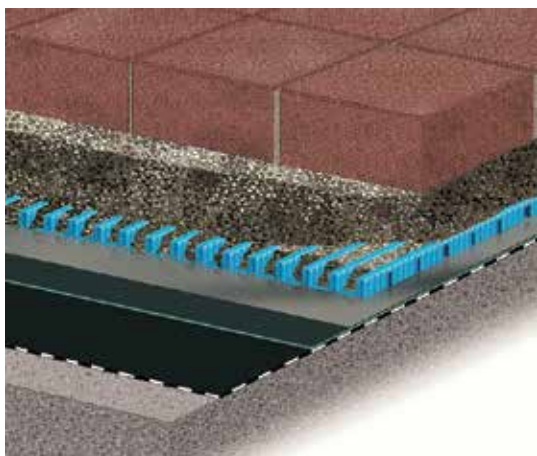
Prinsipper for konstruksjon med drensmatter er vist i figur 6.2 og figur 6.3.



Prinsippet på mekanisk stabilisert settelag på drensmatter og fiberduk er:

- Avrettet betongunderlag med eller uten pålimt membran med fall
- Drensmatter på ubundet bærelag for å kunne lede bort oppstigende vann og fukt
- Drensmatte med vannføringskanaler og vannopptaksåpninger hele veien rundt med fiberduk som skille mot settelagsmaterial
- Belastninger opp til 3,5 tonn kjøretøyvekt

Figur 6.2 Mekanisk stabiliserte settelag på drensmatter og fiberduk (kilde: Gutjahr Systemtechnik GmbH)



Prinsippet for settelag av betongmørtel på drensmatter med netting:

- Støpt og avrettet underlag med fall med eller uten membran
- Drensmatte med netting for beskyttelse av drensmatten mot betongmørtel
- Drenskanaler leder vann
- Belastninger opp til 35 tonn kjøretøyvekt mulig

Figur 6.3 Settelaag av betongmørtel på drensmatter med netting (kilde: Gutjahr Systemtechnik GmbH)

Underlaget for drensmattene legges med fall til et sluk eller vannrenner som leder alt vann bort fra arealene.

6.4 Valg av plater

6.4.1 Momenter ved valg av plater

Noen viktige momenter ved valg av natursteinplater til dekke er:

- Trafikkbelastning – dimensjonering
- Sklisikkerhet
- Fremkommelighet – jevnhet
- Kontraster og taktile markeringer
- Bestandighet – frost og salt

Naturstein brukes først og fremst til dekke i utemiljø på grunn av sine gode mekaniske, kjemiske og estetiske egenskaper. Stein er et materiale som kan varieres gjennom valg av ulike farger, overflatebearbeiding og formater for de fleste formål. Dette gjør det mulig å lage kontraster og taktile markeringer som øker tilgjengeligheten i utemiljø.

De fleste steinsorter kan brukes som dekke på flater utendørs. Ved valg av steinsort tilpasses steinsorten det miljøet steinen fungerer i og hvilke mekaniske belastninger platene kan ventes å bli utsatt for.

Silikatsteiner som granitt, kvartssitt- og fyllittskifer er motstandsdyktige mot for eksempel avisings-salter. Silikatsteiner kan i prinsipp brukes til alle flater.

Et allment krav til naturstein er at platene ikke har sprekker, borehull, åpne spalter eller lignende.

Naturstein kan leveres med mange forskjellige overflatebearbeidinger og i forskjellige format. Slipte, polerte eller bare sagete plater anbefales ikke brukt i utemiljø fordi disse flatene blir svært glatte når de blir våte.

Hvilke overflatebearbeidinger som passer for respektive steinsort og type dekke framgår av tabell 6.1.

Tabell 6.1 Ulike overflatebearbeidingers egnethet på gangbane og kjørebane

Steintype/overflate	Gangbane	Kjørebane
Granitt Råsplitt Flammet, sandblåst Gradhugget	Meget godt egnet Meget godt egnet	Egnet Meget godt egnet Meget godt egnet
Kvartsskifer Naturplan	Meget godt egnet	Egnet
Fyllittskifer Naturplan	Meget godt egnet	

6.4.2 Aktuelle steintyper

Granitt

Granitt finnes i mange forskjellige farger, teksturer og overflatebearbeidinger, fra lys grå til sort eller fra enhetlig rødgrå til livlig mønstret stein i rødt og blågrått. Omfanget er stort, og det finnes mye å velge mellom. Felles for steintypen er stor motstand mot slitasje og svært god bestandighet.

Følgende overflatebearbeidinger er de vanligste på plater av granitt for bruk til dekke:

Flammet/sandblåst overflate. Bearbeidningen passer godt når man vil beholde steinens tekstur og naturlige glans. Flaten er ru og sklisikker. Brukes til gangbaner, arealer med kjøretøytrafikk, torg, gågater, terrasser, altaner etc.

Gradhugget overflate. Bearbeidningen utføres vanligvis på sagete plater. Ulike grader av hugging egner seg til ulike bruk, og med ulike visuelle inntrykk. Overflaten er meget ru og sklisikker, og har samme bruksområde som flammet overflate.

På flammete/sandblåste og gradhugne plater med sagete sider anbefales det at overkantene fases til 1-5 mm eller avrundes. En slik kantbearbeidning fyller to gode funksjoner. Det utsatte, synlige hjørnet blir mer robust mot avskalling, samtidig som hele dekket blir mer brukervennlig.

Underside og kantsider utføres vanligvis saget på granitt. Unntak er råsplittete og flammete plater, som også utføres med råsplittete/klipte sider. Saget underside og sideflater anbefales å gradhugges, minimum flammes eller sandblåses, for bedre friksjon mot settelag og fugematerial.

Råsplittet overflate brukes på granitt/naturstein som har god kløvbarhet. Steinens kløvegenskaper avgjør hvor jevn/plan den ferdige overflaten blir. Flaten er vanligvis grov og framkaller støy og vibrasjoner ved kjøretøytrafikk, noe som kan utnyttes for å senke hastigheten. Slike overflater byr på mange muligheter med tanke på universell utforming. Råsplittete plater kan brukes som naturlig ledelinje eller varselstripe for å illustrere bruksmønstre eller faresoner for blinde og svaksynte, se figur 6.4.



Figur 6.4 Råsplittet mørk basalt plater som ledelinje mellom gradhugget belegget av plater og gatestein
(foto: René Kierstein)

Råsplittete plater kan leveres med satte kanter for å få jevnere fugekanter og redusere snublerisiko; se figur 6.5.



Figur 6.5 Råhogde plater med satte, definerte kantlinjer (foto: René Kierstein)

For plater med klypte kantsider med forhøyninger maks. 10 mm, forutsettes sidene å være parallelle. Dimensjonstoleransen er ± 10 mm.

For bortledning av vann produseres plater med vannrenne på bestilling. Renne kan da utføres i dialog mellom leverandør og bestiller; se figur 6.6.



Figur 6.6 Granittplater utformet som vannrenne på Stavanger torg (foto: René Kierstein)

Skifer

Skifer passer spesielt bra som dekke utendørs på grunn av høy bøyestrekfasthet og sin naturlige kløvde overflate (naturplan) som gjør den sklissikker.

Kløvflate. Den kløvde flaten er den naturlige, rå flaten som oppstår ved kløving (spalting), og som er den vanligste på skifer. Overflatens karakter, ruhet og struktur varierer mellom ulike skifertyper og til en viss grad innenfor respektive skifertyper. Brukes til gangbaner, torg og gågater.

Skifer spaltes til plater av varierende tykkelse. Visse skifertyper, spesielt fyllittskifer, kan nærmest spaltes til den tykkelse man ønsker. For kvartsittskifrene er man imidlertid mer avhengige av steinmaterialet og glimmersjiktet når det gjelder hvor man kan spalte.

Platene sorteres i tykkelsesintervaller, for eksempel 20–30 mm. Platenes tykkelse varierer da innenfor disse grensene. For spesiell bruk kan skiferens bakside kalibreres til jevn tykkelse.

Det er sikrest å bruke relativt tykk stein i utemiljø. Hvis steinen settes i løsmasser bidrar størrelse, tykkelse og vekt til at platene ligger rolig.

For skifer er normalproduksjonen standard bredder i fallende lengder, og hvor man kan blande rader med ulike bredder for å oppnå en viss mønstervirkning. Maks. lengde er ca. 1,2 m. Fugene blir følgelig gjennomgående på langs, men kun platebredden på tvers fordi platene settes i forband, dvs. med overlapp ved tverrfugene.

Skifer leveres normalt med sagete kanter, mens Oppdalskifer kan leveres med hugde kanter. Sagede kanter anbefales å fases 1-5 mm eller avrundes for å gjøre kantene mer robust mot avskalling, samtidig som dekket blir mer brukervennlig. Uregelmessige plater, kalt bruddplater, har vanligvis knekte kanter (bruddkanter). Ottaskifer leveres også med rustfarge.

Ulike skifertyper med naturplan har ulike sorteringer med hensyn til tykkelse, størrelse, planhet og overflatestruktur.

6.4.3 Dimensjonering og krav til plater

For dimensjonering av arealer med plater av naturstein henvises det til håndbok N200.

I henhold til definisjonene i NS-EN 1341 [9] har plater av naturstein et forhold mellom bredde og tykkelse som er mer enn 2,0.

Plater til dekke anbefales å ha en flate på minst 0,1 m². Kvadratiske plater tåler tyngre trafikk enn rektangulære plater med samme tykkelse på grunn av bruddstyrken. Ved setting i mørtel på stabilisert underlag av for eksempel drensbetong kan man velge tynnere plater enn ved setting i sand (mekanisk stabiliserte materialer). Platens lengde/bredde forhold anbefales ikke å overstige 2.

Platenes tykkelse angis enten med nominelle mål, for eksempel 40 mm (eventuelt med angitt produksjonstoleranse), eller med sorteringsintervall som tykkelsen varierer innenfor, for eksempel 30–40 mm (skifer).

NS-EN 1341 angir flere kategorier av dimensjonstoleranser for plater av naturstein, se tabell 6.2, tabell 6.3 og tabell 6.4.

Tabell 6.2 Dimensjonstoleranser for plater, lengde og bredde

Bearbeiding	Toleranser for lengde og bredde		
	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
Saget kant	Ingen krav	±4 mm	±2 mm
Grovbearbeidet kant	Ingen krav	±10 mm	±10 mm

Tabell 6.3 Dimensjonstoleranser for plater, diagonaler

Bearbeiding	Toleranser diagonaler, maks differanse		
	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
Saget kant	Ingen krav	6 mm	3 mm
Grovbearbeidet kant	Ingen krav	15 mm	10 mm

Tabell 6.4 Dimensjonstoleranser for plater, tykkelse

Platetykkelse	Toleranser tykkelse		
	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
Tykkelse ≤ 30 mm	Ingen krav	±3 mm	±10 %
30 < tykkelse ≤ 80 mm	Ingen krav	±4 mm	±3 mm
80 < Tykkelse	Ingen krav	±7 mm	±4 mm

Generelt har en at videre toleranser gir en billigere plate, men også en dyrere montering hvis kravet på det ferdige dekket jevnhet er den samme.

Kravene over gjelder ikke for skifer med naturplan sortert på tykkelsesintervall og for råsplittede plater. Her forutsettes leverandør og bruker å komme overens om hvilke grenser for avvik som kreves. Man kan da også bli enig om kriterier for hvordan måling og kontroll utføres.

Plater leveres i den bredde og lengde som ønskes for det spesifikke prosjektet. Det er da viktig å vite hvilke påkjenninger platen vil utsettes for, underlagets bæreevne og om platen settes i løsmasser eller mørtel. Brede og lange plater stiller store krav til underlagets jevnhet. Lange og smale plater anbefales å unngås, de har dårligere motstand mot knekking enn korte og mer kvadratiske. Et dekke der platenes kanter er lett avfaset fungerer bedre. Dekket blir lettere å gjøre rent og risikoen for at enkelte plater skades ved for eksempel temperaturvariasjoner eller snørydding minimeres.

Hvis plater kombineres med gatestein på gangarealer, anbefales det at den siden som ligger mot gatesteinen utføres med råsplittet, klippet eller hugget (skifer) kant for å passe bedre til den rå flaten på gatesteinen.

I tillegg til dimensjonskrav legger NS-EN 1341 til rette for en rekke krav til natursteinsplatenes egenskaper. De viktigste kravene er:

- Frostmotstand, testet etter NS-EN 12371, med 56 frostveksler
- Minimum bøyefasthet, testet etter NS-EN 12372
- Sklisikkerhet, testet etter NS-EN 14231

Deklarasjonen av natursteinsplater inkluderer også petrografisk angivelse, densitet og porøsitet, samt evt. innhold av farlige stoffer.

6.4.4 Leggemønster

Naturstein gir mange muligheter til mønster i dekket, dels gjennom formgiving av platene, dels gjennom kombinasjonen av ulike farger, steinsorter og overflatebearbeidinger som er tilgjengelig. Det vanligste og oftest rimeligste alternativet er dekke med plater av samme steinsort i fallende (vilkårlig, ikke nærmere angitt) lengder og med lik bredde. Ofte varierer da lengden sluppmessig mellom 1 og 3 ganger bredden. I et ferdig lagt dekke anbefales forholdet mellom lengde og bredde ikke å overstige 2,0. For noen steinsorter er den maksimale lengden begrenset. For å forsterke mønstervirkningen på en enkel måte, kan varierende bredder på platene gi et godt resultat. Kvadratiske eller rektangulære plater kan legges i sjakkmønster eller enkle forband. Likeledes kan kvadratiske plater i dobbel bredde danne et mønster i et dekke med fallende lengder.

Kvartsittskifer med ulike farger og ulik ruhet i overflaten, og gneis med typisk bølgende bånd kan gi livfulle mønstre. Steintyper med årer i strukturen har generelt ulik fasthet i de ulike retninger, og det anbefales å ta hensyn til dette.

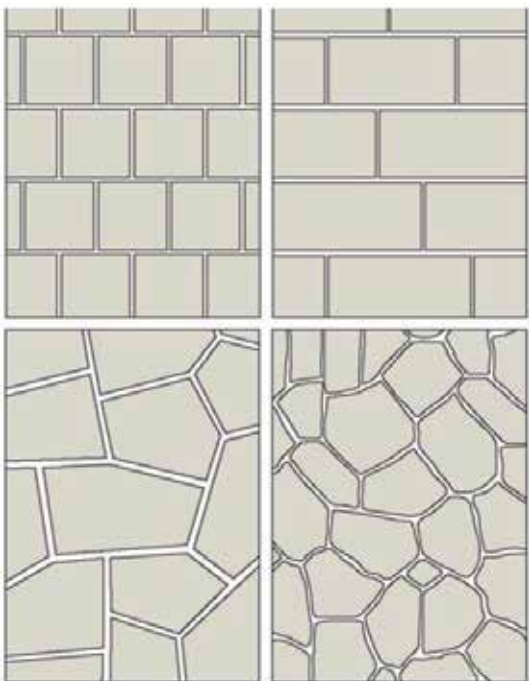
Plater med naturplan av skifer kan for eksempel monteres mot gatestein og gi effektfulle mønstre. Stein med avvikende farger kan med fordel brukes for å markere gangstier og avgrensinger.

Uregelmessige skiferplater (bruddplater) er vanligvis rimelige materialer. Montering av slike plater tar imidlertid noe lengre tid og stiller større krav til montøren, ikke minst fordi en viss hugging/tilpassing/kapping gjøres i forbindelse med monteringen

For å få et uregelmessig mønster (bruddplater) til å bli harmonisk anbefales det at man tenker på følgende:

- Ingen gjennomgående fuger. En fuge tilpasses slik at den ikke krysser mer enn tre tverrfuger
- Ingen «kryssfuger», der 4 plater i et kryss
- Ingen uttak (hull/innhakk etc.) i steiner
- Ikke for mange plater med parallelle sider

Eksempler på leggemønstre for plater er vist i figur 6.7.



Figur 6.7 Ulike leggemønstre for plater av naturstein (kilde: /6/)

6.5 Fuger

Også ved plater av naturstein er fuger et viktig funksjonselement. Dekker av plater i biltrafikkområder blir utsatt for store vridningsbelastninger. Underlaget og/eller fugematerialet kan svikte, og platene kan forskyves til kontakt, spesielt i hjørnene som er svake punkt.

En god løsning kan være bruk av neoprenskiver som finnes på markedet i ulike tykkelser. Man skjærer til skiver som legges ned i bunnen av fugene ved hjørnene, dermed reduseres risiko for skader. Neopren opptar ikke mye last, og er mest et hjelpemiddel for å fiksere platene under montasje og i etterkant når fugematerialet svikter, se figur 6.8. Fugekryss av PVC kan også brukes; se figur 6.9.

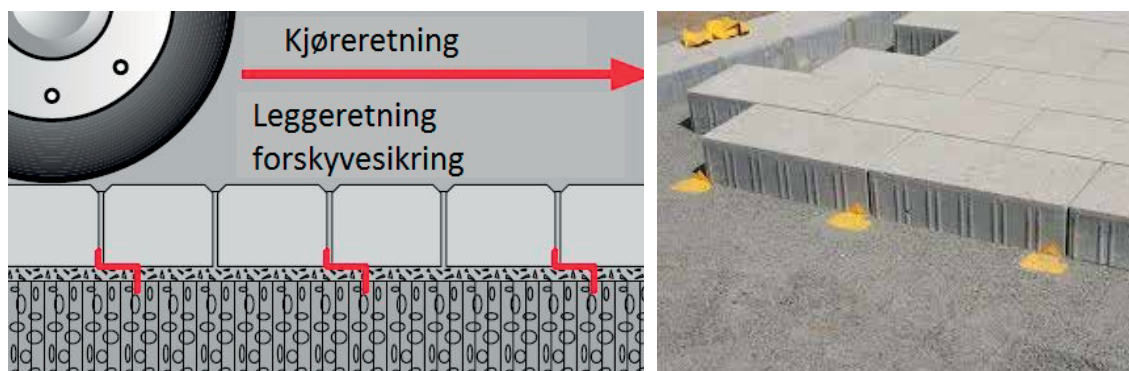
Ved større dynamiske krefter og arealer med fall over 4 % i ubunden utførelse, anbefales bruk av mer robuste typer, f.eks. låsejern av rustfritt stål, som sikring mot forskyvning. Slike låsejern slås ned i settelaget tett inntil platen. Tilstøtende plater vil låse ytterligere. Se figur 6.10.



Figur 6.8 Neoprenskive (bilde: René Kierstein)



Figur 6.9 Fugekryss av PVC (kilde Asak Miljøstein AS)



Figur 6.10 Låsejern for å hindre forskyvning (illustrasjon: René Kierstein og foto: Harald Boehnke)

Fugene forutsettes å være velfylte for å få platene i dekket til å samvirke og fordele belastningen over en større flate.

Vann forutsettes ikke å bli stående i konstruksjonen, da er det stor risiko for at platene løsner på grunn av frost og trafikkbelastning. For å unngå problemer med at fugen suges opp av renholdsmaskiner kan man bruke forskjellige sorter fugemørtel og tilsetninger som finnes på markedet.

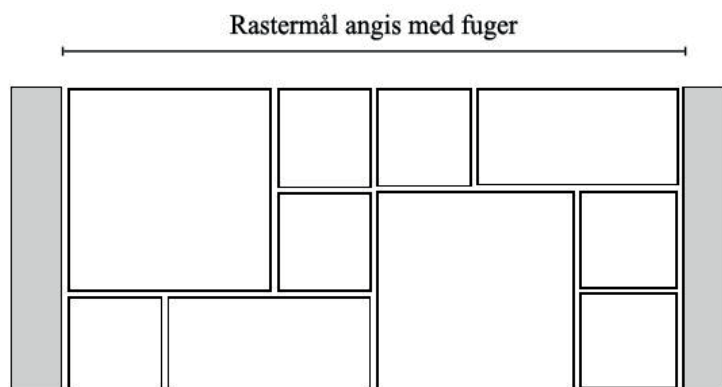
Fugebredder

For legging av plater er det krav til fugebredde. Knaslegging vil uten unntak resultere i avskalinger og unngås.

Fugebredden vil være avhengig av platens størrelse og fugemetode, ubunden eller bunden. Generelt er ubundne fuger mindre enn faste fuger. Fugebredde er også viktig for å kunne ta opp dimensjonstoleranser uten at platene kommer i knas.

For råsplittet massivstein og hugget skifer anbefales fugebredder lik minimum halvparten av tykkelsen på dekket, dog min. 10 mm, og som øker med tykkelsen. Dekke med tykkelse 4-6 cm anbefales satt med fugebredde minimum 30 mm. For fuger for bruddplater med bruddkanter (skifer) vil fugebredde variere mellom ca. 10-40 mm.

Når det utarbeides tegninger som viser leggemønstre for plater av naturstein, er det viktig å ta hensyn til nødvendig forskjell mellom platedimensjoner og linjer i leggemønsteret, som vist i figur 6.11.



Figur 6.11 Leggemønstre og platedimensjoner (illustrasjon: René Kierstein)

Fuging med løsmasse

Fuging med knuste materialer gir en fleksibel dekkeoverflate som kan ta opp bevegelser i underlaget på en fordelaktig måte, og anbefales derfor når settelaget består av mekanisk stabiliserte materialer.

Til ubunden fuging av plater av naturstein brukes knust berg i sorteringen 0/2 eller 0/4 som fugesand. Fugesanden anbefales å ha et finstoffinnhold (andel materiale mindre enn 0,063 mm) mellom 2 % og 9 %. Fugingen kan foretas i to omganger. Ved første gangs fuging legges ut rikelig med materiale som etterpå kastes ned i fugene ved bruk av vann. Vannet forutsettes ikke å ha trykk. Denne prosessen gjentas til fugene antas mettet. Etter av vannet er drenert bort, komprimeres belegget med en vibroplate som er utstyrt med gummiplate under, for å beskytte platens overflate. Vibroplatens vekt velges etter platens dimensjon. Spesielt godt egnet anses å være vibrasjonsplater som er utstyrt med tett sittende ruller under. Slik komprimeres det veldig skånsomt men samtidig effektivt.

Etter ferdig komprimert platebelegg gjentas fugingen om nødvendig i tilfelle fugematerial mangler. Dersom det etterfuges mye (1/3 og mer), anbefales det å la noe fugematerial ligge og etterkomprimering med en lett vibroplate (100 kg). Slik vil også øvre delen av fugen pakkes godt tross etterfuging.

Det er svært viktig at fugefyllingen utføres nøye og at det ettervannes. En godt utført fuging gir dekket den stabilitet som kreves for at platene ikke støter mot hverandre med avskalling i platekantene som resultat. Fugene forutsettes å være helt fylte slik at platene låser ordentlig i hverandre. På denne måten unngås forskyvninger av platene i dekket.

Uregelmessige plater kan fuges som ovenfor, og fugebredden avgjøres av hvor nøye sammenføyningen av platene utføres. Her kan det vurderes, avhengig av fugens maksimale bredde, større sortering som 0/8 eller 0/11.

På dekke med liten trafikk, f. eks. midtdeler, trafikkdelere, rundt sittemøbler og lignende vokser det ofte ugress. For å unngå dette, kan ugresshemmende fugemateriale brukes.

Fuging med sementmørtel, faste fuger

Til faste fuger brukes det vanligvis mørtel, som i utgangpunktet er tilnærmet vanntett. Fugemørtel har høy kvalitet og følger kravene til sementbaserte fugematerialer for heller av betong, jfr. håndbok N200.

Stedlig blanding av sement, tilslag og vann tillates ikke. Til bruk som fugemørtel brukes kun dokumentert kvalitetssikrede produkter. Fabrikproduserte tørrblandinger leveres i sekker, storsekker eller silo. Den ønskete konsistensen oppnås under tilsettelse av angitt vannmengde og blanding i et blandeverk (tvangsblender). Produsentens rutiner for blanding og håndtering følges nøye. Fugemørtel har en bløt konsistens for å kunne fylle fugerommet og eventuelle hulrom. Slik vil mørtelen feste seg godt til stein og settemørtel.

Fuging i bunden utførelse utføres tidligst dagen etter steinsetting eller når stein har festet seg godt til settemørtel. Løse stein før fuging kreves resatt. Før fuging fuktes arealet, men stående vann tillates ikke. Stein og fuger forutsettes å være fri for smuss. Avslutninger i fugene utføres loddrett. Kum og sluk beskyttes i fugefasen med plastikk eller fiberduk. Fugemørtel koster ikke ned i eventuelle rørsystem.

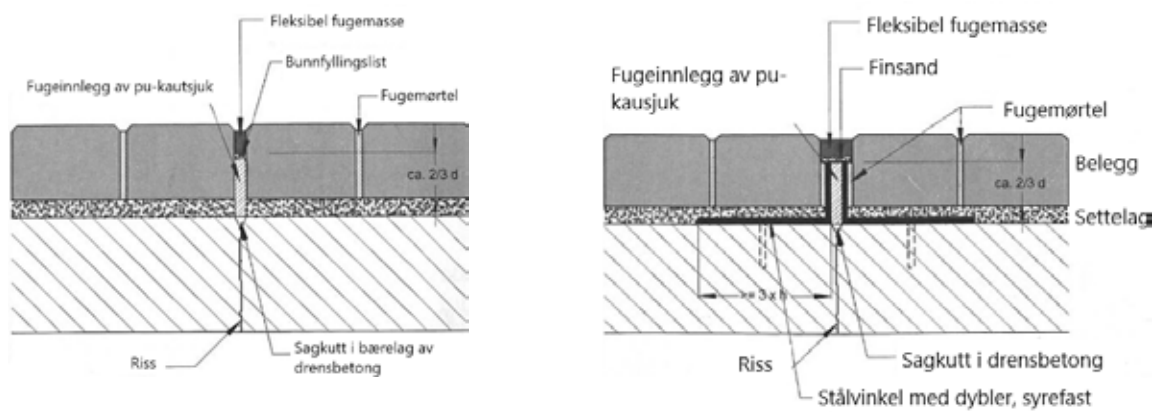
Mørtel legges ut over belegget og svabres ned i fugene. Etter ventetid, avhengig av utetemperatur og andre forhold, vaskes overskuddsmørtel bort. Her brukes det flytende vann uten høyt trykk eller vaskemaskiner med rundgående svamp. Vasking/spyling foretas slik at fugemørtelen ikke svekkes på overflaten.

Fuging av steindekker i utemiljø utføres ikke ved lavere temperaturer enn +5°C uten tiltak som telt og oppvarming.

Ferdig fugede arealer beskyttes mot uttørking og utvasking i minst 3 døgn. I tørre og varme perioder kreves vanning i samme perioden. Belastning i form av lette kjøretøy som biler, skjer ikke før etter 7 døgn. Tunge kjøretøy venter i minst 14 dager. Det er på markedet en del høyfaste produkter som har kort herdetid. Produsentens krav og anbefalinger følges.

For dekker av plater av naturstein med settelag av betongmørtel etableres bevegesfuger. Avstanden mellom fugene anbefales ikke å være mer enn 6,0 meter. Plassering av fugene tilpasses arealets størrelse og form. For arealer med stor bredde og lengde anbefales det at fugene danner et rutenett hvor fugene er mest mulig vinkelrett i forhold til hverandre.

For store arealer kan det også vurderes å etablere ekspansjonsfuger for å unngå skader på dekket på grunn av dekkets og bærelagets utvidelse i varmt vær. Detaljer vedr. utforming av ekspansjonsfuger er vist i figur 6.12.



Figur 6.12 Eksempler på utforming av ekspansjonsfuger (illustrasjon: René Kierstein)

7 Drift og vedlikehold

7.1 Drift

7.1.1 Vinterdrift

Vinterdrift er en samlebetegnelse for en rekke oppgaver knyttet til å sikre områdets funksjon om vinteren.

Snørydding

Snørydding omfatter både manuell og maskinell fjerning av snø fra trafikkområdene under og etter snøfall. På et dekke av belegningsstein eller heller av betong kan maskinell snørydding gjennomføres med plog, snøfreser eller børster. På et dekke med høydesprang mellom steinene kan det være en fare for at snøryddingsskjæret støter mot de oppstikkende kanter og gir avskalling på steinene, eller i verste fall, river opp steiner. Dersom man ønsker å fjerne all snøen fra dekket, er slapseplog (plog med skjær av plast eller gummi) eller børster mest aktuelt.



Figur 7.1 Fortau med gatevarme (venstre bilde) og taktile indikatorer krever spesiell oppmerksomhet (høyre bilde) (foto: Tor Erik Saltnes)

De siste årene har det vært en markert tendens til bruk av stadig tyngre og større utstyr i vinterdriften. På områder som kun er dimensjonert for lett trafikk er det viktig å sette spesielle begrensninger i valg av snøryddingsutstyr slik at det ikke oppstår store skader på dekket pga. overbelastninger.

Fjerning av issåle

Dersom det ikke iverksettes spesielle tiltak, kan det på trafikkområder etter snøvær være en fare for at snøen pakker seg og blir til en issåle etter kort tid. Fjerning av en issåle som har bygget seg opp under et snøfall, vil som regel kreve redskap som kan være skadelig for belegningen.

Et viktig tiltak for å unngå issåle vil være preventiv salting, dvs. bruk av små mengder salt eller saltløsning umiddelbart før nedbør. Derved hindres snøen å feste seg til belegningen og den blir lettere å fjerne. Bruk av salt eller andre typer kjemikalier for å hindre dannelse av issåle og sikre god friksjon på dekket vil av miljømessige grunner alltid være uønsket.

Sikring mot glatt dekke

Sikring mot glatt dekke gjennom strøing av sand eller finpukk 2/4 eller 2/5 vil ikke påføre dekket noen form for skader. Bruk av salt på betong er i prinsippet ikke gunstig, men moderat bruk vil som regel ikke ha noen merkbar negativ innvirkning på selve dekket. Av miljøhensyn, ikke minst på grunn av risiko for skade på nærliggende vegetasjon, er det viktig å holde bruk av salt og andre kjemikalier på et minimum.

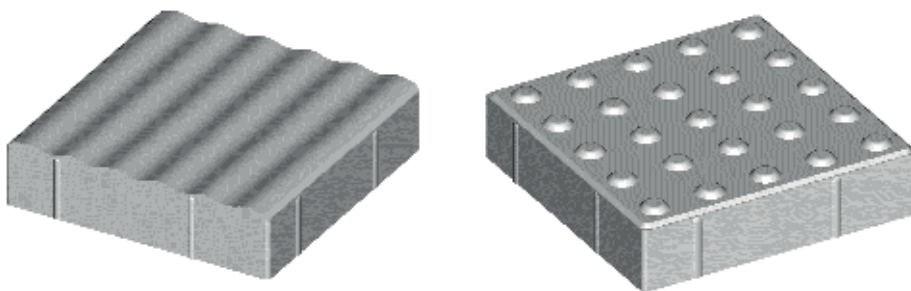
Tørr sand vil under de fleste forhold ha vanskelig for å feste seg på underlaget. På steder med noe trafikk vil derfor mye av friksjonseffekten være sterkt redusert etter kort tid. Bruk av sand tilsatt salt vil fungere noe bedre. I de seinere år har det kommet nye metoder som er svært effektive, bl.a. ved strøing med fastsand (oppvarmet sand og sand tilsatt små mengder varmt vann som fryser når det treffer dekket og holder sandkornene fast). Slike typer av utstyr er først og fremst egnet på større arealer.

Et areal som dels består av asfalt og dels av belegningsstein, kan ha forskjellige behov for sandstrøing eller salting, ikke minst med hensyn på når tiltakene utføres. Dekkene er forskjellige med hensyn til varmeutstråling på klare netter, og dempingen i temperatursvingninger på grunn av at varme fra underliggende lag kan variere. Slike forhold tas hensyn til ved utarbeidelse av vinterdrifts-rutinene.

I mange år har gatevarme vært benyttet for å holde belegningen fri for snø og is. Bruk av gatevarme vil normalt ikke redusere behovet for snørydding, men brukes primært til å hindre dannelsen av issåle og sikring mot glatte dekker uten anvendelse av salt eller sand.

Arealer med taktile indikatorer

Arealer med taktile indikatorer er særlig utsatt for skader på grunn av vinterdriften. Både snøbrøyting og isfjerning vies særlig oppmerksomhet for å unngå skader som er ødeleggende for indikatorenes funksjon. Brøyteutstyr med stålskjær anbefales ikke brukt på denne type arealer. Det er særlig varselindikatorer som er utsatt ved at skjæret på utstyret høvler av kulene eller skader dem på annen måte. Figur 7.2 viser eksempler på taktile heller.



Figur 7.2 Heller med oppmerksomhetsindikator/retningsindikator og varselindikator (kilde: /15/)

Det er viktig at taktile indikatorer fungerer hele året, også om vinteren med snø. Fjerning av snø ved bruk av børster er da en nødvendighet, evt. i kombinasjon med gatevarme.

7.1.2 Sommerdrift

På de fleste arealer med fast dekke vil det være et behov for rengjøring. Utenfor tettbygde strøk er det først og fremst behov for å få fjernet sand og finpukk som ligger igjen på dekket etter vinterdriften. I mer urbane strøk vil behovet for sommerdrift være langt mer omfattende, ofte med ukentlig eller daglig behov for fjerning av søppel, spyling og feiing.

Spyling/feiing/suging

Enkle feiemaskiner med børster uten noen form for sug er de fleste steder i dag lite aktuelt på grunn av miljøkravene. Både store og små feiemaskiner er i dag utrustet med sug og en mer eller mindre avansert form for spyling. Børster med bust av polypropylen e.l. er å foretrekke fremfor stålbørster; se figur 7.3.



Figur 7.3 Feiemaskin med sug, Operaen i Oslo (foto: Ragnar Evensen)

På nye dekker av belegningsstein og heller kan feiemaskiner med kraftig sug ta opp en del av fuge-sanden og på den måten skade dekket. De første 6 månedene etter dekkelegging forutsettes det at man er varsom med å bruke feiemaskiner med sug. Etter en tid vil materialet i fugene få en bedre fasthet, med mindre risiko for å bli sugd opp under feiing.

Rengjøring

Dekker av belegningsstein og heller vil over tid få et mørkere og mer grått utseende på grunn av støv, gummiavsetninger fra trafikken, sot og andre luftforurensninger. Regelmessig rengjøring med vann og børste eller høytrykksspyling i kombinasjon med rengjøringsmidler vil fjerne de fleste forurensninger. Også utstyr som er basert på anvendelse av varmt vann, kan fungere godt.

Hypig rengjøring med børster er å foretrekke fremfor høytrykksspyling. Ved bruk av høytrykksspyling anbefales det å redusere trykket til maks 100 bar og holde munnstykket minst 30 cm fra belegningen med en vinkel på maksimalt 30 grader i forhold til dekkets overflate. Spylingen gjøres i en retning som i minst mulig grad har samme retning som fugene i dekket. Dersom belegningen utsettes for vannstråler som er svært kraftige, kan det være en risiko for at partikler slås ut av overflaten og endrer belegningens overflatetekstur. I tillegg til at belegningen endrer utseende, vil fremtidig rengjøring da bli vanskeligere.

7.1.3 Spesielle tiltak

I avsnittene nedenfor er det beskrevet en del typer forurensninger og skader som kan oppstå på en belegning, med en beskrivelse av tiltak for å bevare belegningens tiltalende utseende. Hvilke tiltak som iverksettes når, vurderes ut fra arealenes funksjon, kravene til det estetiske uttrykk og hva som det er praktisk mulig å få gjennomført. Figur 7.4 viser belegningsstein med og uten impregnering.



Figur 7.4 Impregnering av belegningsstein, høyre side: uten impregnering (kilde: SL Stenlegging)

Mose og alger

Over tid vil man kunne se at mose og alger fester seg på belegningen på fuktige områder med lite sollys. Dette gjelder spesielt på områder med ingen/liten trafikk og hvor feiemaskinene ikke så lett kommer til. Mose og alger er normalt ikke skadelig for belegningen, men det vil bli oppfattet som uønsket. Under fuktige forhold er det også en risiko for at belegningen blir glatt. Mose i fugene kan som regel lett skrapes eller børstes bort.

Grønne alger er også lett å få fjernet, f.eks. ved feiing eller børsting. Det er i handelen flere typer rengjøringsmidler som er spesielt rettet mot fjerning av mose og alger. Noen typer mosefjernere inneholder jernoksid. De anbefales ikke brukt da de gir rustflekker på dekket.

Tyggegummi

Tyggegummi er et vanlig problem på arealer med mye fotgjengertrafikk. Det kan normalt fjernes ved høytrykksspyling, rengjøring med varmt vann eller ved bruk av kloroform. Tyggegummi kan også frysas bort. Til frysing er det et stort utvalg produkter på markedet, fra flytende nitrogen til enkle aerosolbokser med fryspray.

Fjerning av tyggegummi fra belegninger er tids- og ressurskrevende, og den enkleste og beste løsningen kan, på de steder som er mest utsatt, være å velge belegninger med mønstre og farger som tåler tyggegummiflekker relativt godt.

Olje

Olje skader ikke et dekke med belegningsstein og heller av betong, men det kan gi stygge flekker. Fersk olje kan vanligvis fjernes ved bruk av porøst papir eller annet absorberende middel. Bruk av absorberende midler vil fange opp det meste av oljen slik at oljesølet forurensningsmessig ikke blir noe stort problem.

Bruk av absorberende midler vil ikke forhindre at det på belegningen vil være en flekk av olje som har trukket ned i betongoverflaten. En fullstendig fjerning av dette vil som regel kreve bruk av løsningsmidler som er miljømessig uheldig. Svært ofte vil den enkleste og beste løsningen være å skifte ut de tilsølte heller og steiner med nye.

Rust

Brøyteutstyr og annet utstyr brukt i vinterdriften setter av jern som blir til rustflekker etter kort tid. På dekker av belegningsstein og heller av betong er rustflekker som regel ikke et stort problem, mens det på f.eks. kantstein av granitt er svært vanlig.

Rust fra vinterdriften kan reduseres ved å sette krav til vinterdriftsutstyret.

En like vanlig kilde til rustflekker er henlagt stål og jern som blir liggende på dekket en tid. Også føtter fra containere kan sette av jern som utvikler rustflekker. Enkelte typer ugressmidler kan også gi rustflekker.

Rust påvirker ikke belegningen, men kan bli oppfattet som visuelt uønsket. Rust forsvinner som regel av seg selv, men prosessen kan påskyndes gjennom forsiktig høytrykksspyling. Det er på markedet spesielle midler for fjerning av rust på belegninger. Midlene inneholder ofte en svak syre og anbefales dermed brukt med forsiktighet på belegningsstein og heller av betong. Grundig spyling etter bruk er svært viktig.

Maling

Vannbasert maling kan suges opp med porøst papir eller annet absorberende middel. Overflaten kan deretter vaskes med vann og rengjøringsmiddel.

Våt oljebasert maling kan fjernes med porøst papir eller annet absorberende middel. Dersom det er

mulig, er det en fordel at det tilsølte arealet blir dekket med et absorberende middel i minst ett døgn. Tørket farge kan skures av med et skuremiddel.

Malingsflekker kan fjernes ved høytrykksspyling eller sandblåsing av overflaten. Slik behandling vil som regel være uheldig for belegningens overflate på flere måter. Det vil normalt være en bedre løsning å skifte ut steinene med malingsflekker med nye.

Kalkutfelling

Kalkutfelling er en naturlig del av betongens herdingsprosess og er ikke skadelig for betongens trykkfasthet eller frostbestandighet. Som regel vaskes eller slites kalkutfellinger bort og forsvinner i løpet av 1–2 år. Kalkutfelling er vanligvis begrenset til nye belegninger. Normalt vil ikke kalkutfelling komme tilbake etter at den er slitt bort.

7.2 Vedlikehold

7.2.1 Generelt

Vedlikehold av dekker av belegningsstein, heller, gatestein og natursteinsplater er viktig for å sikre varige gode funksjonsegenskaper. Et godt vedlikeholdt dekke vil på sikt gi lavere kostnader enn alternative dekkeløsninger. Brukte dekkematerialer egner seg utmerket til gjenbruk ved gravinger eller etter skader og vil følgelig minimere utgiftene betydelig.

Det gjennomføres besiktigelser av belegget med jevne mellomrom av erfarne fagfolk. På grunn av de spesielle klimatiske forholdene i Norge anbefales slike befaringer før og etter vinteren. Stående eller inntrengende vann vil påvirke dekkets funksjon og levetid negativt. Ved skader som setninger, løse stein, forskyvninger etc. er det viktig å få årsaken analysert for å unngå framtidige skader.

Selv om skadene synes å være små og ubetydelige, utbedres disse umiddelbart av fagfolk. Mange skader på dekker skyldes manglende, uregelmessige eller feilaktige drifts- og vedlikeholdsrutiner.

I vedlegg 1 er de mest vanlige skadene på dekker av gatestein listet opp sammen med mulige årsaker til skader og tiltak for utbedring.

7.2.2 Etterfuging

Regelmessig etterfuging av belegningen er en viktig forutsetning for lang levetid og gode funksjonsegenskaper. Figur 7.5 viser eksempel på at det mangler fugesand mellom flere av hellene. Fylte fuger er nødvendig for å:

- Unngå kantavskallinger på steinene/hellene,
- Begrense nedtrenging av vann i settelaget,
- Begrense etablering av ugress i fugene,
- Hindre forskyvninger av belegningsstein og heller i dekket.



Figur 7.5 Fugesand mangler med risiko for forskyvninger (foto: Ragnar Evensen)

Behovet for etterfuging påvirkes av trafikken på arealene og hvordan driften har vært gjennomført. Behovet for etterfuging kan variere fra sted til sted. På områder med biltrafikk vil som regel fugesanden bli suget opp av bilhjulene i langt større grad enn på områder uten biltrafikk.

Etterfuging med løsmasser

Gatesteinsdekker i ubunden utførelse dvs. med løsmasser i fugene er spesiell utsatt for fugeskader (tømming av fugene) det første året etter etablering. En fuge vil kun fungere når denne utgjør min 2/3 av fugehøyden og er stødig og kompakt. Det oppnår man kun ved samspill av rett kornstørrelse, fugebredde og fugemåte. Likevel vil fugematerialet trenge tid for å sette seg og for å bli motstandsdyktig mot forskjellige påkjenninger. For tidlig og feil bruk av automatisert feieredskap vil tømme fugen for fugematerial og resultere i ustabilitet av fugen. Etterpå vil det være nødvendig med regelmessig etterfuging.

I utgangspunktet benyttes material av samme kornstørrelse og kvalitet som opprinnelig. Materialet oppfyller de krav som er satt til fugesand. Fugesand i form av støpesand ansees som lite egnet på grunn av for lavt finstoffinnhold. Fugematerialet legges ut med overskudd på overflaten. Mangler det mer enn 1/3 av fugematerialet så våtfuges det. Etter at vannet og fugematerialet har satt seg brukes det en forholdsvis lett vibrasjonsplate for å etterkomprimere fugematerialet. Det er viktig at fugematerialet legges med overskudd.

Fugerehabilitering i bunden utførelse

En stor fordel med faste dekkekonstruksjoner framfor ubundne dekkeløsninger er at faste dekkekonstruksjoner lar seg lettere reingjøres ved bruk av høytrykksspyling. Ved mye bruk av salt om vinteren, termiske spenninger og forskjellige mekaniske påkjenninger utsettes faste fuger for store belastninger. Slike påkjenninger kan på sikt føre til nedbryting av fugematerialet. Ofte vil den øvre delen av fugen skades mens hovedfunksjonen fortsatt er intakt. Et unntak er store temperaturendringer som i mange tilfeller fører til riss som gjør at steinene løsner fra settemørtelen. Videre framskyndes inntrenging av vann og fuktighet i den kalde årstiden ved tine-frostvekslinger.

Før en fugerehabilitering kan finne sted er det viktig å analysere fugeskadene nøye. Så lenge steinene fortsatt står fast i forbund med settemørtelen selv om fugen er skadet, holder det med fugerehabiliteringstiltak. Dette skjer umiddelbart uten at dette arealet utsettes for ytterlige belastninger. Det vil medføre sperring av arealet.

Tyder fugeskadene derimot på spenningsskader som vises i form av sprekk og riss i en retning, så kreves det en annen framgangsmåte som avhandles under avsnittene om ekspansjonsfuger. Arealet som refuges, renskes grundig. Her anbefales det å bruke høytrykk vannspylere; se figur 7.6. Kjemiske ikke miljøskadelige vaskemidler kan brukes, men det er viktig at disse skylles bort. Rester av disse på eksisterende fugemørtel og steinene sideflater kan redusere vedheft.



Figur 7.6 Dårlige fuger rehabiliteres (venstre), fugemørtel fjernes (midtre) og fugene spyles og renses (høyre)
(foto: Rudi Grimelid)

Løst sittende mørtelrester fjernes. Ved bruk av lett piggeutstyr brukes dette med omhu slik at steinene ikke løsner. Gatesteiner som har mistet vedheft og sitter løst tas opp og resettes. En del av settemørtelen fjernes uten å skade nærliggende stein samt fuger. Stein resettes enten i dreismørtel ved tilstrekkelig lagtykkelse eller limes med egnet steinlim på eksisterende og uskadete bundne settelaget. Disse limtyper er hurtigherdende og kan belastes etter forholdsvis kort tid.

Etter spyling med vann kan det brukes lufttrykk for å fjerne vannrester. Det er viktig at kompressoren ikke leverer luft som inneholder olje. Det vil redusere vedheftet betydelig.

Refugingen utføres på samme måte som fuging i bunden utførelse; se figur 7.7. For at arealet kan åpnes og brukes så fort som mulig anbefales det bruk av spesielle reparasjonsmørtler til naturstein i utemiljøet. Disse mørtler har en betydelig kortere herdetid og tillater raskere åpning av arealet.



Figur 7.7 Refuging med reparasjonsmørtel (foto: Rudi Grimelid)

7.2.3 Utbedring av lokale skader i dekket

Lokale skader i dekket kan være alt fra avskallinger og knekte enkeltstein til arealer med svanker og kuler. Figur 7.8 viser et eksempel på skadde heller og utbedring med nye heller. Både ut fra dekkets visuelle inntrykk, dekkets funksjonsegenskaper og risiko for videre skadeutvikling, er en vurdering av skadeårsaken(e) en viktig del av utbedringsplanene. Er skadene et resultat av spesielle forhold som høyst sannsynlig ikke vil bli gjentatt, eller er det behov for å forsterke dekkets fundament som en del av utbedringstiltaket, er viktige vurderinger.



Lokale skader etter arbeidsmaskin



Utbedring av gammelt dekke med nye heller

Figur 7.8 Eksempel på skadde heller og utbedring med nye heller med en annen farge (foto: Ragnar Evensen)

Det finnes flere typer utstyr som gjør det relativt enkelt å ta opp enkeltsteiner som er skadet og sette ned en ny. Ved all utskifting av belegningsstein eller heller anbefales det at man vurderer om det er behov for å bruke gamle steiner og heller fra en annen del av arealet slik at evt. forskjeller i farge og overflatetekstur i ny stein i forhold til eksisterende dekke kommer på et mindre synbart sted.

Ved all utskifting refuges dekket. Avhengig av forholdene er både tørrfuging og våtfuging aktuelt.

Dersom skadene er i form av svanker og kuler i dekket, tar man opp et areal som er noe større enn det som utbedres. Avstanden mellom arealet som utbedres og urørt stein anbefales minst å være 30 – 50 cm. Både steiner og settelaget tas opp. Det er bærelagets overflate som avrettes og komprimeres omhyggelig. Nytt settelag legges ut, avrettes, komprimeres og avrettes på nytt. Topp av settelaget forutsettes å være slik at de nye steinene ligger ca. 5 mm høyere enn dekket omkring utbedringsarealet.

Dekket fuges og komprimeres med vibroplate på vanlig måte.

7.2.4 Reetablering etter gravearbeider

Dekker av belegningsstein, heller, gatestein og plater kan vare mange tiår uten at disse mister sin funksjonsevne. Det er imidlertid ikke uvanlig at dekker tas opp og settes på nytt. En vanlig årsak er graving av grøfter i forbindelse med rørlegging, kabellegging, setting av sluk og kummer etc.

Steinene tas opp på en skånsom måte, og man tar vare på alle stein. I mange tilfeller er steinoverflaten godt brukt og polert slik at det blir vanskelig å erstatte manglende stein. Forskjeller på grunn av ulike bruddlokaliteter og særegenheter vil føre til at erstattet stein vil bli enda mer synlig.

Før dekker av gatestein tas opp, er det viktig at dekket inspiseres for å få en oversikt over den «opprinnelige stilen» den tidligere steinleggeren har brukt. Reetablering av steindekker krever en mer håndverkslig kunnskap for å få tilbake den spenningen et steindekket er avhengig av. Dekker av naturstein er kanskje det eneste dekkematerialet som kan gjenbrukes uten noen form for bearbeiding eller tiltak. Generelt renskes og vaskes all stein før gjenbruk.

Dekket tas alltid opp bredere enn grøftebredden slik at det er liten risiko for undergraving på dekket under gravearbeidene. Etter at gravearbeidene er utført og grøften er gjenfylt og komprimert opp til overkant av bærelaget, fjernes ytterligere en del av dekket slik at avstanden mellom grøftekant og gammelt dekke er minst 0,5 m. Dersom det er fare for at den gamle overbygningen gir risiko for telehiv, legges utkilinger ned til frostdybden slik det er beskrevet i håndbok N200.

Uansett opprinnelig utførelse utføres alle steinarbeider i forbindelse med skadeutbedring eller reetablering etter gravearbeider av fagpersonell med dokumentert erfaring. Utbedring av gatesteinsdekker ansees til å være enda mer avansert enn nylegging.

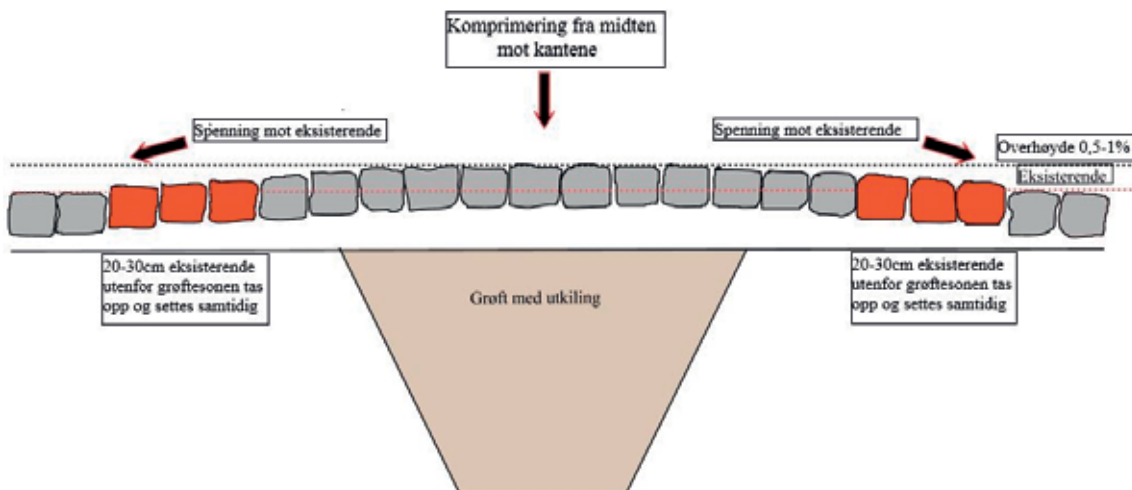
I avsnittene nedenfor er reetablering av dekker av gatestein omtalt spesielt. Det meste av beskrivelsene gjelder også dekker av belegningsstein, heller av betong og plater av naturstein.

Reetablering av gatestein i ubunden utførelse

Resetting av dekker i ubunden utførelse følger alle regler som ellers også vil gjelde for tradisjonell steinsetting. All gatestein forutsettes å være ren og fri for rester av fugematerialet. Viser stein tegn til polering på overflaten, settes denne siden som toppplate.

Det er viktig å få tilbake den opprinnelige spenningen i steindekket etter resettingen. Selv om målet er at toppdekket er «flatt» etterpå, settes steinene med liten hvelving. Dette er vist i figur 7.9. Avhengig av gravebredde vil det variere mellom 0,5-1 %. Underliggende lag etableres som vegens

profil og iht. eksisterende lagtykkelser. All stein settes hammerfast og i knas. Hvelvingen vil resultere i et noe tykkere settelag. Under etterfølgende komprimeringen vil settelagsmaterialet presses inn i fugene nedenfra. En del av fugematerialet vil da i så fall også presses opp og blir liggende som overskuddsmateriell som kan fjernes. Formålet med denne gjøremåten er å skape spenning i dekket ved å presse steinene mot sine nabosteiner og videre til eksisterende steindekke.



Figur 7.9 Resetting over grøfter (illustrasjon: René Kierstein)

Sjekkliste:

- Grøften så langt det er mulig, fylles med samme materialene som før
- Behovet for utkiling mot eksisterende lag vurderes
- Platebelastning på øverste granulære lag for kontroll av bæreevnen
- Settelagsmaterialet er av samme type og kornstørrelse, legges ut rett
- Eksisterende stein tas opp bredere enn grøfta, løse stein tas opp
- Resetting av stein med hvelving i knas, tidligere toppflate rettes opp
- Særegenheter og stilen til eksisterende dekke følges
- Fuging med løsmasser tilsvarende eksisterende, se kapittel 7.2.2.
- Komprimering først langs med overganger til eksisterende og etter det fra midten mot kantene til dekket lik eksisterende. Overskudd av fugematerialet fjernes.

Dersom inngrepet utføres slik, vil inngrepet være tilnærmet usynlig etter noen uker i bruk. Steindekket vil ha samme bæreevnen og funksjonen som før.

Ved større inngrep i eksisterende gatesteinsdekker følges prosedyrer og regler som gjelder ved førstegangs legging.

Dersom det fjernes og relegges mer enn 60-70 % av eksisterende gatesteindekke så anbefales det å ta dekket i sin helhet for å gjenskape homogeniteten og spenningen det ubundne steindekke er avhengig av.

Reetablering av gatestein i bunden utførelse

Generelt gjelder reglene for steinsetting i bunden utførelse. All stein forutsettes å være vasket, fri for smuss og gamle materialrester. Stein med polert overflate settes som det har vært før. Polerte overflater forutsettes ikke å ha kontakt til fuge- eller settemørtel.

Dersom bærelaget har blitt utført bunden, brukes samme materialet og lagtykkelse som ved

eksisterende. Dette gjelder også resterende materialer og lagtykkelser i overbygningen ved dypere oppgravninger. Alle lag forutsettes å være jevne og følge profileringen. Krav til komprimeringskontroll for underliggende ubundne lag gjelder uten unntak. Komprimeringen vies enda mer oppmerksomhet ved graving av grøfter, setting av sluk/kum etc. i etterkant. Her kreves det vanligvis andre komprimeringsmetoder/utstyr som f.eks. vibrasjonsplater, grøftevalser enn ved nybygging av vegger og plasser (gjelder uansett utførelsesvariant).

Overgangen til eksisterende bærelagsmaterial forutsettes å være ren og fri for smuss for å sikre best mulig vedheft/fortanning ved reetablering.

Ved bruk av sementstabiliserte materialer i bærelaget er det viktig at en viss ventetid innberegnes før trafikkåpning eller belastninger. Produsentens krav til utførelse, herdetid etc. følges.

Sjekkliste:

1. Samtlige materialer i overbygningen forutsettes å være av samme type som eksisterende
2. Krav til dokumentasjon av materialkvalitet samt kontroll av bæreevne er obligatorisk
3. Ved erstatning av tidligere betongbærelag utføres dette etter dagens krav til permeabilitet. Her brukes drengbetong
4. Rensk og vasking av gatestein før bruk. Eksisterende «stil» for steinsettingen følges med mindre det foreligger grove utførelsesfeil
5. Manglende stein erstattes med tilsvarende kvalitet, type og brukstilstand
6. Generelle regler for steinsetting i bunden utførelse følges
7. For fugingen gjelder dagens krav til fugemørtel/fugematerialer. Produsentens krav til utførelse og tiltak legges til grunn for trafikkavviklingen. Se kapittel 7.2.2
8. Tilslutninger/overganger til eksisterende bunden steindekke krever ettersyn i ettertid. Etterkontroll samt befaringer og eventuelle tiltak for forsegling ved riss/sprekk implementeres i driftsrutiner

7.2.5 Bekjempelse av ugress

Ugress kan være et problem på dekker av belegningsstein og heller av betong der hvor det er liten eller ingen trafikk; se figur 7.10. På steder med trafikk, av fotgjengere eller kjøretøy, vil som regel slitassen være tilstrekkelig til å fjerne alle problemer med ugress.



Figur 7.10 Eksempler på ugress på arealer med liten trafikk (foto: Ragnar Evensen)

Tiltakene for å motvirke etablering av ugress starter allerede i anleggsfasen. Det er viktig å sørge for at dekket ikke blir liggende ufuget lengre enn absolutt nødvendig.

Helt fylte fuger gir mindre risiko for ugress enn dersom fugende bare er delvis fylte med fugesand. Fordypninger i fugene medfører en risiko for at frø blir liggende og etter en tid etablerer det nødvendige rotsystem. I tillegg til dette kommer at helt fylte fuger som regel vil ha mindre fuktighet enn ikke fylte fuger, og på den måten påvirke vekstforholdene.

Et annet viktig tiltak for å redusere risikoen for etablering av ugress i belegningen, er å sikre en god avgrensning av belegningen mot grøntområder, f.eks. gjennom bruk av kantstein e.l.

Det finnes flere metoder for bekjempning av ugress, men mange av dem har det til felles at de ikke er spesielt effektive.

Termisk bekjempning

Termisk bekjempning omfatter bruk av infrarød strålevarme, damp og varmt vann, evt. i kombinasjon med skum. Det er relativt vanskelig å oppnå en god langtidsvirkning ved termisk bekjempning.

Man regner normalt med 5–7 behandlinger pr vekstsesong, noen steder enda mer.

Mekanisk bekjempning

Ugressluking for hånd kan gi en god langtidsvirkning, men er normalt ikke aktuelt på grunn av kostnadene og den tid som medgår. Mekanisk bekjempning er derfor som regel begrenset til børsting og feiing.

Børsting kan skje med en spesiell ugressbørste som består av en stiv børste som river av eller sliter bort ugresset fra overflaten. Ugressbørsten gir best effekt når dekket er fuktig, f.eks. etter et regnvær. Under slike forhold er det større muligheter for at en del av rotsystemet også rives opp under børstingen.

Kjørehastigheten med en ugressbørste er 2–4 km/t, men man regner normalt med en effektiv kjørehastighet på 1–2 km/t på grunn av ulike typer hindre etc. Bruk av ugressbørste er for tiden den mest effektive metoden for mekanisk bekjempning av ugress i belegninger.

Kjemisk bekjempning

Tidligere ble kjemisk bekjempning med glyfosat mye benyttet. Det er i dag lite aktuelt de fleste steder. Uten kjemisk bekjempning av typen glyfosat har man svært begrenset med metoder som er rettet mot rotsystemet for ugresset.

Enkelte kjemiske midler til ugressbekjempelse kan gi rustflekker på belegningsstein og heller.

7.2.6 Reforsegling

En del dekker av belegningsstein, heller av betong eller plater av naturstein er behandlet med en forseglingsvæske. Forseglingen omfatter både selve steinoverflaten og fugene. Forseglingen av steinoverflaten gjøres som regel for å få fargene i steinoverflaten bedre frem og redusere evt. forvitring. Forsegling av fugene medvirker til å unngå at trafikk og reingjøring av dekket plukker opp fugesanden. Den kan også redusere risikoen for at frø av ugress får feste i fugene. Forsegling av dekker har en begrenset funksjonstid og dekket forutsettes å reforsegles for å fungere tilfredsstillende over lengre tid.

Grundig reingjøring, gjerne med varmt vann under høyt trykk er en viktig del av reforseglingen. En annen viktig del av forarbeidene er evt. utskifting av skadde eller misfargede steiner. Ofte vil misfarging av steiner synes tydeligere etter forsegling enn den gjorde før reforsegling.

8 Referanser

1. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen. Ausgabe 2012
2. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: «Arbeitspapier Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung“ W2. Ausgabe 2007
3. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen ZTV Pflaster-StB 06
4. Standard Norge: Gatestein av naturstein til utendørs belegg, Krav og prøvingsmetoder, NS-EN 1342:2012
5. Standard Norge: Beskrivelser for bygg, anlegg og installasjoner Del K: Anleggsgartnerarbeider, NS 3420-K: 2011/AC:2012
6. Norsk Bergindustri: Steinhåndboka. Naturstein. Utemiljø. Oslo 2013
7. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: «Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Grossformaten M FG R2. Ausgabe 2013
8. Firma: ISUP Innovative Strassen- und Produktberatung, Dipl. Ing. Harald Boehnke
9. Standard Norge: Plater av naturstein til utendørs bruk, Krav og prøvingsmetoder, NS-EN 1341:2012
10. Standard Norge: Belegningsstein av betong. Krav og prøvingsmetoder, NS-EN 1338:2003.
11. Standard Norge: Betongheller. Krav og prøvingsmetoder, NS-EN 1339: 2003.
12. Norsk Kommunalteknisk Forening, forum for veg og samferdsel: Belegningsstein og heller av betong – en veiledning, Temahefte. Oslo 2005
13. Norsk Kommunalteknisk Forening, forum for veg og samferdsel: FDV for dekker av belegningsstein og heller av betong, Temahefte. Oslo 2007
14. Statens vegvesen: Vegbygging. Håndbok N200. Vegdirektoratet, Oslo 2018.

Vedlegg 1 Typiske skader i dekker av gatestein

V1.1 Skader og årsaker til skader i bunden utførelse

Feil med hensyn på underdimensjonering, feil materialvalg, slurvete utførelse og manglende drift- og vedlikehold kan ha store konsekvenser. Ved skadeanalyse finner en utløsende årsak til skade. Skadebildene er som regel ganske enkle og åpenbart men årsaken kan ligge et helt annet sted og kan være ganske kompleks.

Sjekkliste for skadeanalyse:

- Beskrivelse av skaden, eventuelt foreta målinger i løpet av et bestemt tidsrom for å dokumentere skadeutviklingen
- Kartlegging av:
 - Eksisterende tegninger, beskrivelser, dimensjoneringsgrunnlag
 - Reelle belastninger
 - Dokumentasjon byggefase (hva, når, hvordan)
 - Materialdokumentasjon (vegfundament, settelag, dekkematerial, fugematerial)
- Felt- og laboratorieundersøkelser for å få oversikt over reelle verdier som bæreevne målinger, lagtykkelser, korngraderinger, materialkvalitet etc.

Under er det vist en del eksempler på typiske skadebilder, årsaker til skader og tiltak for utbedring.

Manglende fugemørtel i øvre delen av fugen



Figur V1.1 Manglende fugemørtel i øvre del av fugen (foto: René Kierstein)

Årsak:

- For store fuger
- Det ble benyttet vanlig jordfuktig settebetong i fugene.
- Fugematerialet har hatt for tørr konsistens
- Manglende vedheft til stein som tyder på feil fugematerialet og ikke vasket stein
- Fuging har blitt utført lagvis f.eks. for å etterfylle manglende toppfuging

Tiltak:

- Arealet tas opp og settes på nytt. Gjøres når steinene står løst
- Ved fast sittende stein, høytrykkspyling og rensk av fugene
- Refuging med egnet reparasjonsmørtel

Løs stein i overkjørbar del av en rundkjøring



Figur V1.2 Løs stein i overkjørbar del av rundkjøring (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Bruk av smågatestein i overkjørbar del av en rundkjøring tillates ikke
- For store fuger
- Jordfuktig settebetong brukt som fugemørtel
- Dårlig håndverk i forhold til settemåte

Tiltak:

- Arealet tas opp inkl. settelaget og eventuelt bærelaget. (Inkl. kantstein ved antydning til skade)
- Bygges opp på nytt med egnete bundne materialer i både bære- og settelaget
- Bruk av storgatestein satt med 8–15 mm fuger
- Bruk av fugemørtel egnet til formålet
- Alternative utførelsesvarianter i forhold til materialvalg for dekke vurderes (natursteinslementer, betong)

Fugemørtel har løsnet fra stein



Figur V1.3 Fugemørtel har løsnet fra stein (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Fugemørtel har mistet vedheft pga. ikke rensket stein under setting og før fugging
- Feil fugematerial
- Feil utlegging av fugematerial
- Feil fuge metode som f.eks. to-veis fugging med forskjellige materialer
- Toppfuggingen har løsnet

Tiltak:

- Stor fare for inntrenging av vann som vil ødelegge underliggende lag og stein vil løsne. Krever strakstiltak, se prosedyre for fugetiltak i bunden utførelse
- Bruk av sementbaserte fugemørtler

Manglende permeabilitet i underliggende bundne lag, stein løsner

Figur V1.4 Manglende permeabilitet i underliggende bundne lag fører til at stein løsner (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Inntrengende vann grunnet riss og sprekker blir stående på settelaget og bærelaget
- Riss og sprekker grunnet manglende spenningstiltak, feil materialer i fugene og settelaget, manglende vedheft

Tiltak:

- Ved småskader settes steinene på plass igjen
- Riss og sprekker forsegles ved bruk av fugeforseglingstiltak
- Ved større skader og mange løse stein tas arealet opp inkl. bærelaget
- Nytt permeabelt bærelag etableres i bunden utførelse
- Stein vurderes gjenbrukt, men forutsettes å være ren og fri for mørtelrester, eventuelt anskaffelse av ny stein
- Stein settes i bunden utførelse etter gjeldene regler og krav
- Spenningstiltak anvendes
- Vedlikeholdsplan utarbeides

Spenningskader



Figur V1.5 Spenningskader (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Manglende spenningsiltak som ekspansjonsfuger ved steinsetting i bunden utførelse
- Feil materialer i settelag og fuger

Tiltak:

- Løse steiner settes på nytt, se reetablering i bunden utførelse
- Fugeforseglingstiltak for å hindre inntrengende vann
- Fugeforsegling deklarerer som vedlikeholdsplan som vil kreve oppsyn i jevne mellomrom, vedlikeholdsplan

Avskallinger grunnet spenninger



Figur V1.6 Avskallinger grunnet spenninger (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Manglende spenningsiltak som ekspansjonsfuger
- Feil fugematerial som f.eks. for hard fugemørtel i forhold til platematerial

Tiltak:

- Platene tas opp, erstattes og relegges iht. regler for bunden utførelse
- Anbefales påføring av heftforbedrende lim ved legging
- Tekniske egenskaper fugemørtel tilpasses platematerialet
- Etablering av ekspansjonsfuger som forsegles fleksibel
- Vedlikeholdsplan for spenningsfuger

V1.2 Skader og årsaker til skader i ubunden utførelse

Dårlig linjeføring, løst sittende stein, ujevn overflate



Figur V1.7 Dårlig linjeføring, løst sittende stein, ujevn overflate (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Mangelfull sortering av stein
- Stein ikke satt i knas
- Mangelfull forband, delvis kryssende tverrfuger
- Feil fugematerial, korning 2/4 tillates ikke
- Feil settelagsmaterial, korning 2/4 tillates ikke i trafikkerte arealer
- Ujevn overflate tyder i tillegg på for mye settesand samt ujevn tykkelse

Tiltak:

- Stein tas opp og settes på nytt i henhold til ubunden utførelse samt regler for rettsetting
- Eventuelt etterjustering av bærelag med bærelagsmaterial i henhold til jevnhetskrav og maks tykkelse settelag

Mangelfull forband før ferdigstilling vil resultere i at belegget ikke vil holde



Figur V1.8 Mangelfull forband før ferdigstilling vil resultere i at belegget ikke vil holde (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Steinene skulle settes rettmønsteret
- Krav til overlapp nesten fraværende
- Dårlig steinkvalitet samt manglende sortering før setting
- Ikke satt i knas og dårlig linjeføring

Tiltak:

- Stein tas opp og settes på nytt i henhold til regler for bunden utførelse samt regler for rettsetting

Mangelfull fuging



Figur V1.9 Mangelfull fuging (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Feil fugematerial, finpukk 2/4 tillates ikke til fuging av gatestein
- Mangelfull utførelse, krav til vårfuging før komprimering

Tiltak:

- Fugematerial fjernes, suges opp og erstattes med knust berg 0/4mm
- Fugematerial våtfuges før komprimering
- Etterkomprimering med egnet utstyr, min 200 kg vibrasjonsplate

Storgatestein står ustødig og skjevt i overkjørbar del av en rundkjøring



Figur V1.10 Storgatestein står ustødig og skjevt i overkjørbar del av en rundkjøring (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Storgatestein ble satt i ubunden utførelse
- Storgatestein ble satt på «høykant», begynte å tippe på en side som resulterer i 2-3 cm kanter inntil nabostein
- Stein ble ikke satt i knas med store fuger
- Fuging ble ikke utført iht. krav i ubunden utførelse

Tiltak:

- Gatestein tas opp, samt settelag og bærelag, eventuelt inkludert ytre kantstein (vurderes på stedet)
- Nytt bærelag etableres bunden
- Storgatestein settes i bunden utførelse
- Herdetiltak ved bunden utførelse

Deformasjon i steindekke etter belastning

Figur V1.11 Deformasjon i steindekke etter belastning (foto: René Kierstein)

Årsak:

- Store deformasjoner i steindekke skyldes manglende bæreevne av steindekke
- Manglende bæreevne i settelag skyldes avvik i settelagets tykkelse
- Mangelfull steinsetting, ikke knassetting og store fuger, feil fugematerial, mangelfull fuging og manglende komprimering

Tiltak:

- All stein samt settelaget tas opp
- Bærelagets tykkelse sjekkes og etterjusteres med bærelagsmaterial
- Stein settes på nytt iht. krav i ubunden utførelse



www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker

ISBN 978-82-7207-738-8

Trygt fram sammen