

NATURSTEIN

UTE
MILJØ





NORSK BERGINDUSTRI

Postboks 7072 Majorstuen, 0306 Oslo.

Besøksadresse:

Næringslivets Hus, Middelthunsgt. 27, Majorstua, Oslo

Telefon: 23 08 88 40/-41/-42 eller sentralbord 23 08 80 00

Telefaks: 23 08 82 42

epost@norskbergindustri.no

www.norskbergindustri.no

THE NORWEGIAN MINING AND QUARRYING INDUSTRIES

P.O.Box 7072 Majorstuen, N-0306 Oslo, Norway

Visiting address:

Næringslivets Hus, Middelthunsgt. 27, Majorstua, Oslo

Phone: +47 23 08 88 40/-41/-42 (direct lines) or +47 23 08 80 00

Telefax: +47 23 08 82 42

epost@norskbergindustri.no

www.norskbergindustri.no



SVERIGES STENINDUSTRIFÖRBUND

Industrigatan 6, SE-291 36 Kristianstad

Tel +46 44-20 97 80

Fax +46 44-20 96 75

ssf.sfi@sten.se

www.sten.se

Heftet er produsert av Norsk Bergindustri
i samarbeid med Sveriges Stenindustriförbund.

© Norsk Bergindustri 2013

Grafisk design:

Black Dog Grafisk Design

Boken er en veiledning og ikke juridisk bindende.

UTEMILJØ

Tenk deg et materiale som har samme kvalitet enten det er fremstilt med de enkleste redskaper eller den mest avanserte teknologi som er å oppdrive. Som har en holdbarhet som kan måles i tusener av år. Som er vakkert, unikt og umulig å kopiere. Som bærer i seg fortellinger om en fjern fortid. Tenker du da på avansert teknologi, kanskje fremtidens nanomaterialer? I så fall bør du tenke deg om en gang til, for riktig svar er stein, verdens eldste byggemateriale.

Tom Heldal – Geolog/avd.direktør, Norges Geologiske Undersøkelse, NGU

Så lenge det har vært mennesker på jorda har steinen vært en god følgesvenn, og menneskene har lært seg å utnytte den til bygninger, skulpturer, redskaper og våpen. Håndverk og teknologier har kommet og gått gjennom historien, skapt unike kulturminner som vekker beundring.

Det er ikke bare steinens anvendelighet som gjør den fascinerende. Kanskje er det i første rekke dens mange dybder, geologisk, estetisk, historisk, teknisk, til og med symbolsk. Hva er det som gjør at mange mennesker reagerer i oppriktig harme når stein til et prestisjebygg besluttes å importeres fra land langt borte? Det er ingen som bryr seg om hvor betongelementene er framstilt. Dette vitner om at det er usynlige verdier knyttet til stein som går langt utover farge og teknisk kvalitet.

Steinens mange dybder er nettopp det som gjør det til et spennende og utfordrende materiale å arbeide med. Det ligger alltid en viss uforutsigbarhet i resultatet. Hvordan vil det ferdige anlegget se ut etter tjue år? Hvordan vil de ta seg ut i sollys, regn, snø? Hvordan vil det passe til omgivelsene? Hvordan vil steinens iboende teksturer og strukturer bidra til det overordnede inntrykket?

Stein er et geologisk materiale. Skapt gjennom millioner av år i et mangfold av prosesser. Hver eneste stein er en unik bit av det gigantiske puslespillet vi kaller jordkloden. En ordinær brosteinsgate kan inneholde fragmenter av dyr som døde ut for flere hundre millioner år siden, en milliard år gammel vulkan og sand som ble avsatt i et dypt hav for enda lengre siden. Siden hver eneste bergart har sin spesielle historie, vil de også være forskjellige i egenskaper. Riktignok kan vi dele bergartene i grupper som har sterkt slektskap til hverandre.

Granitter er harde og sprø bergarter, kalkstein og marmor er myke og løselige i svake syrer. Men selv om granitter inneholder stort sett de samme mineralene, kan det være store forskjeller i bruksegenskaper. Noen er mer porøse enn andre, og forskjellig kornstørrelse og farge kan gi helt ulike uttrykk. Alta- og Oppdalskifer er begge grå kvartsskifre med likt mineralinnhold. Men de brytes og bearbeides på forskjellig måte og har ulike bruksområder. Og slik kan jeg fortsette. Det er altså ikke slik at hver stein leveres med absolutt standardiserte og kontrollerte egenskaper, hver eneste har individuelle trekk og må behandles deretter. Geologiske prosesser avsluttes ikke med ISO-sertifisering på produktene!

Men hvis det ikke var for disse forskjellene ville ikke stein vært et så spennende produkt som det faktisk er. Jeg vil hente fram et uttrykk fra Italia, brukt av steinhuggere gjennom århundrer. "Pietra viva" – levende stein. Dette ble brukt om rå murstein i bygninger, marmor som var fersk fra berget med krystaller som skinte i sollyset. Med tiden la forvittringens patina seg over steinblokkene, overflaten ble smuldrende og matt. Steinen hadde mistet sin "saft" og den ble "Cotto"-kokt.

Denne nær sagt gastronomiske beskrivelsen av steinens livsløp illustrerer godt hvordan estetikken i materialet forandrer seg over tid. Som brostein. Fra ru og skarp i "fersk" tilstand til glatt, polert og fargerik når bildekk og sko har fått virke lenge nok. Et godt utanlegg skal ikke bare være teknisk holdbart, men også tåle den transformasjonen i estetisk uttrykk som tidens tann skaper!

Men bevares, stein kan ta seg godt ut i fersk tilstand også. Hvilket annet materiale (foruten maling, da) kan vise til en slik

enestående palett av farger og strukturer? Uten at jeg vil tilrå arkitekter å bruke alle på en gang, så er en bevissthet knyttet til steinmaterialets estetiske uttrykk det som skiller det eksepsjonelt gode fra det middelmådige. Og videre: Michelangelo er blitt tillagt å ha sagt at kunstnerens oppgave er å hente fram den form som allerede ligger klar i steinen. Kanskje er dette en myte, men poenget er godt. Valg av bearbeiding og overflatebehandling setter prikken over i'en, særlig hvis denne spiller på lag med steinens iboende egenskaper. For eksempel bringer flammebehandling fram de bølgende strukturene i en gneis, og råsplittet granitt assosierer til fjellet den kommer fra.

Stein har alltid vært knyttet til dyp symbolikk. Kheops-pyramiden var kledd med glatt, hvit kalkstein. Pyramidens hjørner symboliserte solstrålene, og kalksteinen reflekterte solens lys. Foran pyramiden lå dødstepelet, belagt med svart basaltisk lava, symbol på både det livgivende slammet som la seg på Nilens bredder under flomperioder – og døden. Rød granitt og gul kvartsitt ble materialer som symboliserte solguden Ra, og obelisker av disse materialene ble reist til ære for ham. Gjennom historien har stein vært symbol på naturfenomener, guder, rikdom og pur makt. Det gamle Rom var dekket av fargerik naturstein fra selv de mest avsidesliggende ørkenområder, et kraftig symbol på imperiets erobringer og suksess – på keiserens makt. Den rumenske diktatoren Ceucesco tok opp arven og reiste et vanvittig marmortalass over seg selv og sin stormannsgalskap.

Selv i vår norske hverdag ser vi symbolske betydninger av stein. For hundre år siden var steinen et element i en nasjonal-romantisk symbolikk; bygninger med råkoppsfader vokste opp i byene, en råhugget arkitektur som vokste opp av den



Verdens eldste steinlagte vei ble faktisk laget for transport av naturstein. Den gikk fra et steinbrudd ute i ørkenen til en havn, der blokkene ble lastet på båter og seilt til pyramideanleggene i Giza.

Foto: Tom Heldal

karrige fjellgrunnen, et passende symbol for et nøysomt folkeslag. I nyere tid ser vi 80-tallets eksplosjon i fargerike steinmosaikker som en illustrasjon på nyrikes markeringsbehov, omtrent på samme måte som barokkens fyrster som innledet "jagten på den skjønneste sten" i Skandinavia. Og nå ligger vår nye opera der. Som pyramidenes hvite kalkstein er operaens hvite marmor også symbol på et naturfenomen – ikke de varme solstrålene i Egypt, men Nordens is og snø.

Stein er tradisjon. Har du noen gang lagt merke til at London er hvit, Paris nikotingul og New York brun? I alle fall hvis du går blant byenes eldre arkitektur, ser du hvordan steinen har uniformert bygningene og skapt deres ansikt. London ble bygget av den hvite portlandkalksteinen. Vi kan forestille oss hvordan byen var skinnende hvit i sin storhetstid, men i takt med imperiets forfall mistet kalksteinen sin "saft" og ble grå og patinert av svarte gipsskorper. Store deler av Paris ble laget av en kalkstein fra Oise ("Pariserstein") et par mil nord for byen, nesten enerådende før sement og puss tok over. Helt til de senere år, der blant annet Giorgio Armani hjalp til med å revitalisere Oise-stenen ved å bruke den i sine butikker over hele verden. Og så var det New York, da. New York Brownstone er sandstein fra Trias- og Juratiden som det finnes mye av på østkysten av USA, og som altså ble brukt i store mengder i metropolen. Steinen er også berømt for å være rik på dinosaurspor, og noen av de mest interessante ble faktisk oppdaget i et fortau på Manhattan. New Yorks første fotgjengere!

Også norske byer har blitt preget av lokale steintyper som har vært lett tilgjengelig byggeråstoff i viktige perioder i byenes historie. Oslo har sin rosa syenitt fra Grorud, Bergen har gneis og granitt fra Sunnhordland. Trondheim har mørk sandstein avsatt på dyphavet en gang for nesten en halv milliard år siden. Og alle har fått en rikelig dose med Iddefjord-granitt. Hvis vi ser nøye etter, oppdager vi at de fleste byer har en historie i stein, en arkitektonisk stratigrafi. Brosteinen vi kan betrakte i Trondheims gater og veier illustrerer dette fortreffelig. På 1800-tallet og et stykke ut i forrige århundret ble det brukt lokal gneis og kvartsskifer, helt til de store og effektive steinbruddene i Østfold konkurrerte dem ut. På 1970-tallet tok portugisisk granitt over, til den måtte gi tapt for indisk brostein. Men det varte ikke lenge før kinesisk stein ble dominerende, og der er vi i dag. Så en vandring i gatene er også en vandring i 150 års utvikling mot globalisering.

Hvis jeg skal oppsummere denne innledningen i få fraser, må det være at stein er forskjellig: i teknisk kvalitet, geologisk utvikling, estetikk og tradisjon. Bevissthet rundt dette er etter min mening nødvendig for å kunne utnytte steinens potensial som element i vellykkede uterom. Let etter inspirasjon i geologien og byenes historie, lag nye uterom som faller naturlig inn i de fortellingene som finnes i omgivelsene. Meislet i stein, bokstavelig talt.

INNHOLD



1 MILJØ OG ØKONOMI

1.1 Utemiljø	9
1.1.1 Offentlige utemiljøer	
1.1.2 Gatemiljøet	
1.1.3 Rundkjøringer	
1.1.4 Torg og gågater	
1.1.5 Parker og kirkegårder	
1.1.6 Private miljøer og hager	
1.1.7 Stein og vann	
1.1.8 Øvrige utemiljøer	
1.2 Levetid, økonomi og miljø	10
1.2.1 Levetid	
1.2.2 Økonomi	
1.2.3 Miljøaspekter	
1.2.4 Tilgjengelighet for funksjonshemmede	

2 MATERIAL OG PRODUKTEGENSKAPER

2.1 Tekniske egenskaper	13
2.1.1 Porøsitet, vannabsorpsjon og egenvekt (densitet)	
2.1.2 Frostmotstandsevne	
2.1.3 Kjemisk motstandsevne, rust- og fargeforandring	
2.1.4 Hardhet og slitasjemotstand	
2.1.5 Bøystrekkfasthet	
2.1.6 Trykkfasthet	
2.1.7 Friksjon og sklisikkerhet	
2.2 Estetiske egenskaper	14
2.2.1 Fargevariasjoner og mønster	
2.2.2 Bilder, prøver og referanser	
2.2.2 Overflatebearbeiding	

2.3 Produktstandarder og CE-merking	17
2.3.1 Produktstandarder og krav	
2.3.2 CE-merking	

3 MATERIALER FOR MONTERING

3.1 Mørtel for montering	21
3.1.1 Generelt om mørtel	
3.1.2 Settemørtel for montering av heller, gatestein og kantstein	
3.1.3 Mørtel/betong for montering av kantstein	
3.1.4 Mørtel for murer	
3.1.5 Mørtel for drenerende bakmuring/bakstøping	
3.1.6 Slemming	
3.1.7 Festemasse (lim)	
3.1.8 Fugemørtel, fugingsmasse og fugemasse	
3.1.9 Fugemørtel	
3.1.10 Sementbaserte fugingsmasser	
3.1.11 Elastisk fugemasse	
3.2 Sand og knuste materialer for montering	24
3.2.1 Generelt om sand og grus	
3.2.2 Settesand	
3.2.3 Fugesand	
3.3 Øvrige materialer for montering	25
3.3.1 Dreneringssjikt og drenerende mørtel	
3.3.2 Membraner	
3.3.3 Innfestingsgoods	
3.3.4 Lastbærende mellomlegg	
3.4 Anker	25
3.4.1 Holdeanker	
3.4.2 Bæreanker	

4 KANTSTEIN

4.1 Materialvalg og overflatebearbeiding	27
4.1.1 Granitt	
4.1.2 Skifer	
4.2 Formater og standarder	27
4.2.1 Granitt	
4.2.2 Kurvekantstein av granitt	
4.2.3 Skifer	
4.3 Prosjektering og montering	30
4.3.1 Brukertilgjengelighet	
4.3.2 Valg av konstruksjon	
4.3.3 Montering	
4.3.4 Granitt kantstein, setting i betong m/bakstøp av betong	
4.3.5 Kantstein av skifer	
4.3.6 Fuger	
4.4 Krav til ferdig kantstein	32
4.5 Erfaringer	32

5 GATESTEIN

5.1 Materialvalg og overflatebearbeiding	37
5.1.2 Overflatebearbeiding	
5.2 Dimensjoner og mønster	37
5.2.1 Dimensjoner	
5.2.2 Mønster	
– Rettsetting	
– Buesetting	
– Sirkelsetting	
– V-setting	
– Diagonalsetting	
– Palmetter	
– Andre konstruksjoner	
5.3 Prosjektering og montering	40
5.3.1 Valg av konstruksjon	
5.3.2 Prosjektering	
5.3.3 Belegg med biltrafikk	
5.4 Settelag	41
5.4.1 Setting i mørtel	
5.4.2 Setting i løsmasser	
5.5 Planhet og fuger	42
5.5.1 Fuger	
5.6 Andre konstruksjoner	43
5.6.1 Markeringsfelt i asfaltflater	
5.6.2 Belegning av storgatestein med gressfuge	
5.6.3 Renner	
5.7 Andre konstruksjoner	43
5.8 Andre konstruksjoner	44
5.8.1 Vanlige grunner til mislykkete gatesteinbelegg	

6 HELLER

6.1 Materialvalg og overflatebearbeiding	47
6.1.1 Granitt	
6.1.2 Skifer	
6.1.3 Andre steintyper	
6.2 Mønster, dimensjoner og toleranser	49
6.2.1 Mønster	
6.2.2 Dimensjoner	
6.2.3 Dimensjonstoleranser	
6.3 Tykkelsedimensjonering	53
6.4 Prosjektering og montering	54
6.4.1 Valg av konstruksjon	
6.4.2 Setting i mørtel	
6.4.3 På pukkfundament	
6.4.4 På grovstøpt betongplate	
6.4.5 På avrettet betongplate	
6.4.6 Gatebelegg med biltrafikk	
6.4.7 Gangarealer, setting i sementstabilisert grus	
6.4.8 Gangarealer, setting i grus	
6.4.9 Altaner – repos	
6.4.10 Undervarme	
6.4.11 Krav til ferdig belegg	
6.4.12 Tilslutning til andre materialer	
6.5 Fuger	57
6.5.1 Fugebredder	
6.5.2 Fuging med sand/steinmel	
6.5.3 Fuging med sementmørtel	
6.5.4 Gressfuge	
6.5.5 Avsperring	
6.6 Erfaringer	58

7 TRAPPER

7.1 Terminologi	62
7.2 Materialvalg og overflatebearbeiding	63
7.2.1 Granitt	
7.2.2 Skifer	
7.2.3 Toleranser	
7.3 Fuger	65
7.4 Prosjektering, konstruksjon og montering	65
7.4.1 Valg av konstruksjon	
7.4.2 Montering i mørtel	
7.4.3 Montering i grus	
7.4.4 Gangstier	
7.4.5 Ramper	
7.5 Tilslutning mot andre materialer	67
7.5.1 Rekkverk	
7.5.2 Avsperring	
7.6 Erfaringer	67

8 MURER

8.1 Definisjoner	70
8.2 Materialer og overflatebearbeidinger	72
8.2.1 Skifer	
8.2.2 Granitt	
8.2.3 Andre steintyper	
8.3 Mønster, toleranser og dimensjoner	72
8.3.1 Mønster	
8.3.2 Toleranser	
8.3.3 Dimensjoner	
8.4 Murbygging	74
8.4.1 Fundamentering	
8.4.2 Skjæringer og murhelling	
8.4.3 Ulike murløsninger	
– Tørrmur av skifer	
– Murt mur av skifer	
– Forblendingsmur av skifer	
– Tosidig mur av skiferblokk	
– Tørrmur av massivstein	
– Tørrmur av granitt	
– Murt mur av granitt	
– Ett-skifts mur av granitt	
– Forblendingsmur av granitt	
8.4.4 Avdekking	
8.5 Prosjektering og montering	78
8.6 Skrentbelegg – Plastring	78
8.7 Broer	78
8.8 Trafikkbarrierer – trafikkdelere – rekkverk	79
8.9 Tilslutting mot andre materialer	79

9 KONSTRUKSJONER MED VANN

9.1 Fontener, skulpturer, bassenger og liknende	82
9.2 Kaier og piler	82
9.3 Erfaringer	83
9.4 Plantevekst	83

10 ØVRIGE PRODUKTER

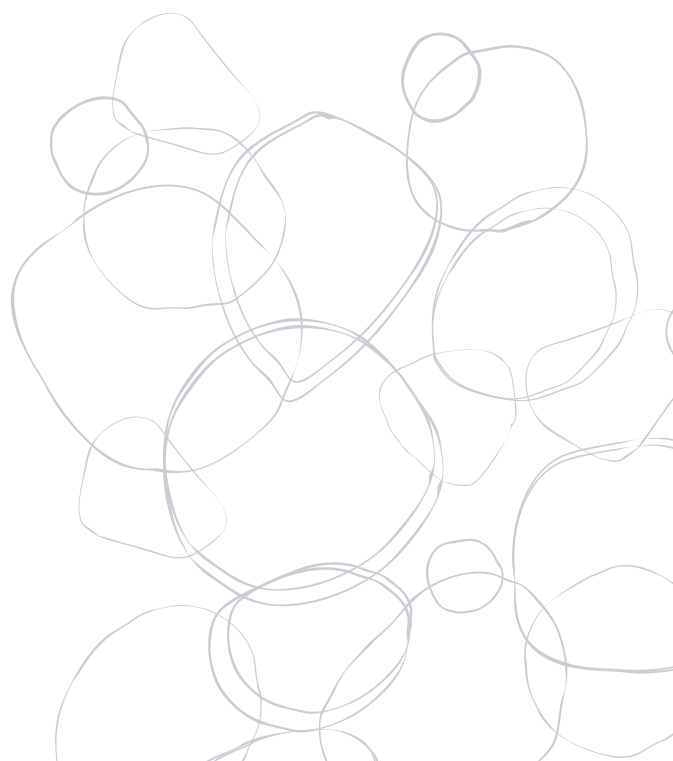
10.1 Sittebenker	85
10.2 Plantekasser	85
10.3 Stolper og pullerter	86
– Granitt	
– Skifer	
10.4 Påkjørselsvern	87
10.5 Vannrenner	87
10.6 Utsmykninger	87

11 VEDLIKEHOLD

11.1 Belegg	88
11.2 Gatestein	88
11.3 Heller	89
11.4 Trapper	89
11.5 Stolper og pullerter	89
– Mørtelmurer	
– Tørrmurer	
11.6 Reparasjon – ombygging	89
11.7 Rengjøring	89
– Rengjøringsmidler	
– Impregneringsmidler	
11.8 Flekkfjerning	90
11.9 Graffiti beskyttelse – graffitisanering	90

REFERANSER

CE-merking av naturstein – hva innebærer det	92
--	----





MILJØ OG ØKONOMI

Naturstein er et naturmateriale som gjennom århundrer har vist sin holdbarhet i våre utemiljøer. God bestandighet og evne til vakker aldring er av steinens beste egenskaper. Stein er en god investering, og meget lønnsom på sikt. Det er ikke uvanlig at steinen gjenbrukes atskillige ganger ved ombygninger. Hensikten med dette hefte er å beskrive beste praksis ved bruk av naturstein.



1.1 Utemiljøet

Naturstein brukes utendørs til mange ulike formål, så vel til nyanlegg som til restaureringer og reparasjoner av forskjellige slag. Det kan gjelde offentlige steder som gater, parker og torg, men også private hager. Interessen for det ytre miljøet og trivselen der har blitt større de siste tiår. Funksjon, holdbarhet og estetiske verdier er derfor viktige faktorer for utendørsmiljøet, uansett bruksområde. Man bør alltid velge steinsort i forhold til miljøet der steinen skal brukes, samt hvilke belastninger og andre påkjenninger den vil utsettes for. Ved bruk av naturstein i byer bør steinsorter dessuten velges med hensyn til eksisterende miljø og bygninger.

Ta først og fremst hensyn til:

- farge, mønster og format
- overflatebearbeiding
- belastning og slitasje
- at steinen vil bli utsatt for sur nedbør og avisingssalter

1.1.1 Offentlige utemiljøer

Natursteinsmaterialer er godt egnet til å klare de store påkjenningene i det offentlige miljøet på gater, parker og torg. Her møtes og ferdes mange mennesker og her er det mye og tung biltrafikk. Biler stiller store krav til materialene og til montasjen, og feile valg kan medføre svært kostbare reparasjoner kun etter få års bruk. I miljøer med kun gangtrafikk og i private områder har man mange flere valg av løsninger. Det er tatt hensyn til disse kjennsgjerninger i våre anbefalinger.

Klimapåkjenninger fra regn, vind, sol og frost er også påtagelige. Miljøpåkjenninger som sur nedbør, avisingssalter og oljesøl fra kjøretøyer er ytterligere belastende faktorer. Samlet innebærer den harde slitasjen på det offentlige miljøet at naturstein med sine kvalitative egenskaper oftest er det beste valg. Hvis man bruker rett steinsort med riktig valgt overflatebehandling kan man dessuten slippe mange av problemene med graffiti samt mekaniske skader. Konklusjonen er at riktig valg av steinsort og utførelse gir et anlegg som kan brukes i lang tid med et minimum av vedlikehold.

1.1.2 Gatemiljøet

Fram til midten av 1900-tallet var naturstein det eneste alternativet for varig belegg i gang- og kjørebane samt til kantavgrensninger av forskjellige slag. Deretter ble asfalt og betongprodukter vanligere. De senere år har naturstein fått en renesanse, og brukes vanligvis som slitelate i byens gatemiljø når

man er ute etter høy og varig kvalitet. Det er vanlig å bruke naturstein til belegg på gater, gang- og sykkelstier, torg og parkeringsplasser. Naturstein har mange funksjonelle og kvalitative egenskaper som gjør den egnet for slike miljøer, f. eks. god slitasjemotstand og meget høy trykkfasthet. Like ofte velges naturstein på grunn av dens evne til å skape et godt bymiljø, binde sammen miljøer på en smidig måte, samt gi inntrykk av kvalitet og omsorg.

Naturstein kan også skape kvaliteter utover dens rent estetiske uttrykk. I bymiljøer med kjøretøytrafikk vil belegg av gatestein virke hastighetsdempende. Flater med belegg av naturstein kan også som oftest repareres med samme materiale, eksempelvis ved inngrep som reparasjoner av ledningsnett. Iblant kan det imidlertid være vanskelig helt å gjen-skape en kyndig steinsetters mønstersetting med gatestein,

Kombinasjoner av råsplittet gatestein og jevnere heller som belegg på gangbaner gir et massivt inntrykk og dessuten en fotgjengervennlig flate. Hellene kan være gradhugget eller flammet granitt eller skifer med naturplan.

Vi ser i dag også eksempler på en ny form for gatemiljøer som f. eks. gågater og torg hvor kjøretøyer ferdes på fotgjengernes premisser, miljøprioriterte gjennomkjøringer, benevnelse på gjennomfartsgater med hastighetsdempende innslag/veihumper. Slike nye gatemiljøer stiller andre krav på utforming også når det gjelder valg av materialer.

1.1.3 Rundkjøringer

De siste 20-30 årene har man også blitt oppmerksom på de miljømessige kvalitetene i veier, trafikkarealer og rundkjøringer. I slike miljøer stilles høye krav på så vel flater som kantavgrensninger. Rundkjøringer har en høy belastning fra tunge kjøretøyer, slitasje fra snørydding, feiemaskiner samt kjemisk påvirkning fra avisingssalter og oljer. De materialer som brukes i slike miljøer må ha en meget god bestandighet. Naturstein av rett sort og med riktig valgt bearbeiding gir her gode betingelser for varighet og mange års bruk.

1.1.4 Torg og gågater

Denne typen av bymiljøer er til for ulike former av sosialt bruk, vi kaller det gjerne vrimlearealer. Torg kan være utformet som handelsplasser av forskjellig slag, men også som steder for hvile, samvær og rekreasjon i et tiltalende miljø.

I mange hundre år har naturstein hatt en viktig rolle å spille på torgene, som belegg og avgrensninger, men også som materiale i kunstneriske arbeider. Som naturmateriale er naturstein spesielt tiltalende i miljøer der mennesker kommer nær det og opplever dets ekthet, variasjon og liv. Hvis naturstein brukes på en innsiktfull måte, kan dessuten endringer i karakter og form gjøres på en temmelig enkel måte og til lave kostnader.

Den oppvåkne interesse for bykvalitet og byliv har gjort at renovering av gate- og torgmiljøer forekommer alt oftere og i mer omfattende grad. Det anses i dag som en selvfølge at vi må streve etter å skape bymiljøer som tiltaler mennesker, der man kan omgås og trives. Slike bymiljøprosjekter finansieres ofte felles av kommuner og butikkeiere/huseiere, noe som viser at det her finnes en felles interesse som strekker seg ut over den egne eiendommen. I bymiljøprosjekter legges det i allmennhet stor vekt på estetiske verdier, identitet og karakter. Naturstein bidrar til å oppfylle slike ønsker og har dessuten holdbarhet og slitestyrke.

1.1.5 Parker og kirkegårder

Parkene er byens lunger og steder der man omgås, hviler, spiller, leker og finner rekreasjon. I parker er det alltid innslag av vegetasjon, noe som passer særskilt godt i kombinasjon med naturstein. Det kan være murer, terrasser, gangbaner, ramper, kantavgrensninger, trapper eller kunstneriske innslag. Naturstein brukt på denne måten gir lavt vedlikehold og god varighet.

På kirkegårder er selvfølgelig gravsteinene et innslag der naturstein alltid forekommer. Men naturstein har også sin gitte plass på andre deler av kirkegårder, så som belegg, (gatestein og heller), kantstein og særlig kirkegårdsmurer (tørr-, mørtel- og forblendingsmurer).

1.1.6 Private miljøer og hager

Vi ser i dag en sterk interesse for hagestell her i landet. Hagen betraktes ofte som en forlengning av stua og bidrar til et verdifullt utemiljø. Her kan naturstein brukes med samme fordeler som i offentlige parker. Hagen har imidlertid normalt en lavere belastning og risikerer ikke samme påkjenning fra slitasje, oljer og salter. Utvalget av steinsorter er derfor betydelig større og mindre dimensjoner kan brukes. For terrasser, gangstier, kantstøtte i hager og til trapper fungerer de fleste steinsorter bra. Utvalget er stort, og man kan finne mange prisbillige løsninger.

Oppkjøringer og oppstillingsplasser for biler stiller derimot samme relative krav til styrke som i det offentlige rom, men også her kan man velge billigere løsninger.

Støttemurer og avgrensningsmurer av naturstein gir et masivt inntrykk, krever svært lite vedlikehold og gir derfor lave driftskostnader.

1.1.7 Stein og vann

Vårt norske urfjell- og morenelandskap er formet, slipt og patinert av vannets og isens slitasje under mange tusen år. Naturstein og vann er et utmerket utgangspunkt for forskjellige former av skapende arbeid. Det er også en kombinasjon der

natursteinens karakter og tekniske egenskaper kommer til sin fulle rett. Stein og vann i kunstneriske sammenhenger har forekommet gjennom hele historien, for eksempel i basseng og fontener. Bruk av stein har også vært vanlig i forbindelse med forskjellige transportledd ved vann – som for eksempel havner og akvedukter.

Plastring av skrenter og elvekanter som erosjonsvern, og kledning av brofester og viadukter, blir ofte laget av naturstein. Det gir en motstandsdyktig flate som passer til omgivelsene, og som til forskjell fra mange andre materialer kan legges i omfattende volumer uten at uttrykket blir monotont. Samtidig tilføres estetiske verdier med tilknytning til vår byggehistorie.

1.1.8 Øvrige utemiljøer

For kunstnere har naturstein til alle tider vært et viktig materiale, og som også brukes i samtidskunst. Moderne produksjonsmetoder og bearbeidings teknikker gjør at stein kan formes og bearbeides på måter som tidligere ikke var mulige. Steinhvelvbroer av naturstein har vært bygd i mange hundre år til jernbane og veier, og de fleste av disse er i daglig bruk og i god stand. Moderne produksjonsmetoder og logistikk kan også i dag gjøre slike konstruksjoner økonomisk konkurransedyktige. Konstruksjonsprinsippet gjør at steinhvelvbroer tåler meget høy belastning, og vedlikeholdskostnadene er svært lave.

I offentlig transport, eksempelvis tog- og tunnelbaneperronger samt buss- og jernbaneterminaler, brukes ofte naturstein som belegg og kanter, hvor skifer, granitt og andre harde steintyper benyttes. Naturstein tåler høy slitasje fra mange føtter bedre enn mange andre materialer, samtidig som stein gir mulighet til mange forskjellige miljøskapende effekter. Plassert ved innganger til bygninger, boligblokker eller private villaer er naturstein en naturlig løsning, og samtidig får man en praktisk flate som er lett å holde ren.

1.2 Levetid, økonomi og miljø

1.2.1 Levetid

Naturstein riktig valgt for sitt formål har meget lang levetid. Vi har mange eksempler på tusenårige miljøer hvor stein er brukt som belegg i utemiljø. Gjennom patina av alder og slitasje er de like vakre i dag som da de ble utført. Det finnes mange eksempler på trapper, murer og utsmykninger som har eldes med verdighet så vel i de nordiske landene som i det øvrige Europa.

Det nordiske klimaet stiller spesielle krav til steinens tekniske egenskaper. Det er derfor viktig å velge stein med vel

dokumentert kvalitet. Den beste måten å danne seg en oppfatning om hvordan steinen eldes, er å studere relevante brukseksempler påvirket av tid og miljø. Stein med lavere kvalitet kan medføre kortere levetid for prosjektet.

For å få en lang levetid kreves at man tar hensyn til steinens miljø og brukssituasjon allerede på prosjekteringsstadiet. Studier av gamle objekter gir da god veiledning.

1.2.2 Økonomi

For å få god langsiktig økonomi i prosjektet gjelder det å velge rett steinsort med riktig overflatebearbeiding. Den tekniske levetiden for silikatbergarter (granitt og kvartsittskifre) er betydelig lengre enn 100 år. For karbonatbergarter av god kvalitet (kalkstein og marmor) er den minst 50 år. Den kalkylemessige perioden for avskriving er oftest betydelig kortere, og som regel ikke lengre enn 25 år. Forutsetningen er at man velger et materiale av riktig kvalitet, og at monteringen utføres fagmessig. Naturstein har derfor en økonomisk merverdi utover hva kalkylen viser. Dessuten kan naturstein brukt i utemiljøer nesten alltid gjenvinnes og bli komponenter i nye utemiljøer.

Den økonomiske kalkylen består av to hoveddeler, *investeringskostnad* og *vedlikeholdskostnad*. Investeringskostnaden kan videre deles i *materialkostnad* og *monteringskostnad*. Kostnaden for montering er normalt uavhengig av hva slags steinmateriale man velger, men utgjør likevel en betydelig del av totalkostnaden. Det kan derfor være fornuftig å la kvaliteten på materialet og ikke prisen avgjøre valget av stein. Framfor alt gjelder dette for konstruksjoner utsatt for stor mekanisk slitasje eller kjemisk påvirkning.

Monteringskostnadens størrelse påvirkes alltid av hvor stor mengde som skal monteres og utformingens kompleksitet. Større mengde og enkle "linjer" gir lavere monteringskostnad.

Vedlikeholdskostnaden er lav for steinmateriale av god kvalitet og fagmessig montert, og som er tilpasset sitt bruk. For den regelmessige rengjøringen brukes enkle og prisbillige metoder og midler.

1.2.3 Miljøaspekter

Den helt avgjørende positive miljøfaktoren for naturstein er dens lange levetid. Livsløpsanalyser viser at belastningen på det ytre miljøet er liten ved framstilling av natursteinsprodukter. Den avgjort største belastningen på miljøet, som for de fleste byggematerialer, oppstår på grunn av energiforbruk ved framstilling og/eller ved destruksjon. Den energi som kreves for natursteinens dannelse tok naturen seg av for mange hundre millioner år siden. Framstilling av natursteinprodukter for utemiljø krever temmelig sparsomt bruk av energi og ingen eller ytterst små mengder kjemiske tilsetninger.

Restprodukter fra steinbryting og produktframstilling er

for de fleste steintyper kjemisk stabile og kan i de fleste tilfeller brukes som råmaterialer for andre bruksområder.

Ved siden av den miljøfordel som livsløpsanalysen viser har naturstein andre miljømessige kvaliteter når det gjelder det ytre miljøet. Naturstein avgir ingen emisjoner, råtner ikke og mugner ikke. Den får isteden med tiden en tiltalende patina.

For rengjøring kreves vanligvis bare vann og børste, og i visse unntakstilfeller litt natursåpe og behandling med en høytrykksspyler. Gjennom tilpasset forskning har man nå også funnet miljøvennlige og gode metoder for å fjerne graffiti og beskytte produktene mot tilgrising.

1.2.4 Tilgjengelighet for funksjonshemmede – universell utforming

Miljøverndepartementet har utformet en nasjonal strategi for å bidra til å gjøre samfunnet tilgjengelig for alle og hindre diskriminering. Universell utforming (uu) dreier seg om utforming og tilrettelegging av fysiske forhold for å fremme like muligheter til samfunnsdeltagelse, og er nedfelt i formålsparagrafen i plan og bygningslov. Det henvises også til Byggteknisk forskrift – TEK 10 og NS 11001.

Her vises bare noen eksempler på hvordan natursteinsprodukter i utemiljøer ved enkle midler kan tilpasses mennesker med ulike former for funksjonshemming. Naturstein kan formes og bearbeides til produkter som også gir bevegelseshemmede eller synshemmede mulighet til framkommelighet og orientering (taktile belegg). For eksempel kan ramper for rullestolbrukere med letthet bygges av standardprodukter, og i overgang fortau – gate monteres nedsenket overgangsstein, såkalte "fotgjengere".

Gangstier kan utstyres med retningsvisende steinmønster eller kuppelplater, for å gjøre orientering lettere for synshemmede. Trapper kan utstyres med kontrastmarkering der staver eller sylindre i avvikende farge felles inn i bunntrinn og topptrinn for markering av trappens begynnelse og slutt. Det er viktig i et prosjekt at man tidlig bestemmer funksjonskrav og steinkvalitet.

Spesialtilvirket gatestein med flammet eller gradhugget vis-side, som legges i flater med tradisjonell råsplittet gatestein, kan gjøre stedet mer brukervennlig, f.eks. for barnevogner, rullestolbrukere og rullatorer. For taktile indikatorer henvises til CEN/TS 15209:2008.

Med enkle metoder og litt fantasi kan naturstein formes for å gi god tilgjengelighet for alle brukere.

2

MATERIAL- OG PRODUKTEGENSKAPER

Dette avsnittet inneholder anbefalinger om hvilke typer av naturstein og overflatebehandlinger som egner seg for utendørs bruk, samt gir en omtale av de tekniske egenskapene som er viktige for produkter av naturstein som skal brukes utendørs.

2.1 Tekniske egenskaper

For nordiske steintyper foreligger materialdata for f.eks. vannabsorpsjon, bøyestrekfasthet, trykkfasthet og slitasjemotstand. Viktig er også at leverandøren kan dokumentere frostmotstandsevne og steinens petrografiske sammensetning. Det henvises til produktdatablad fra steinleverandører, for skifer henvises spesielt til leveringsstandard¹ fra leverandører av de ulike skifertyper.

Det er viktig at det opereres med korrekt beskrivelse av naturstein, slik som bergartsnavn, handelsnavn, typisk farge og mønster samt bruddlokalitet. Kravet fremgår av NS-EN 12440. Eksempel: Alta-skifer, kvartsittskifer, grå. Peska og Stilla bruddområder, Alta kommune, Finnmark. Dette er også krav når naturstein skal CE-merkes.

Mer fakta om naturstein finnes også i Steinkartoteket, <http://www.sten.se/stenkartoteket/>, og i Byggforskserien, Bygghetningsblad 571.104, 571.105 og 571.106.

Studier av relevante prosjekter påvirket av tid og miljø kan gi god innsikt i ulike steintypers egnethet i brukssituasjon, vurdert sammen med dokumenterte egenskaper.

Det har gjennom årene blitt levert en del lyse granitter – hvit/gulaktige – spesielt fra Asia, med tvilsom kvalitet. Gulaktig farge indikerer at granitten er sterkt forvitret, og fargen skyldes omdannelse av jernholdige mineraler. Tynnsliundersøkelser har vist mikroriss som skyldes ovennevnte omdannelse. Mikroriss fører oftest til så lav bøyestrekfasthet at granitten blir uegnet som beleg. Etter som det også finnes lyse/gulaktige granitter med god kvalitet bør man alltid sørge for laboratorietester der man ikke kjenner kvaliteten.

¹ Ulike skifertyper med naturplan har ulike sorteringer med hensyn til tykkelse, størrelse, planhet og overflatestruktur.

2.1.1 Porøsitet, vannabsorpsjon og egenvekt (densitet)

Porøsitet og vannabsorpsjon er svært lav hos de fleste norske og svenske steintyper. Mange norske og svenske skifer-, granitt- og marmorvarianter har en vannabsorpsjon under 0,2-0,3 vekt%. Naturstein er for eksempel vesentlig "tettere" enn mange typer keramisk flis. Egenvekten (densiteten) til naturstein varierer gjerne mellom 2.300 -3.000 kg/m³. Mørke steintyper har gjerne høyest egenvekt på grunn av høyt innhold av tunge, mørke mineraler. Porøsitet og vannabsorpsjonsevne har betydning for steinens frostmotstandsevne, og vil også i noen grad påvirke forhold som heft til underlag, opptak av fuktig smuss etc.

Vannabsorpsjonsevne og egenvekt skal dokumenteres for beleg (heller) av naturstein, og inngår som en av flere egenskaper som danner grunnlag for CE-merking av natursteinsprodukter, se avsnitt 2.3.

2.1.2 Frostmotstandsevne

For steinprodukter i utemiljøer med risiko for frost og frostsprengninger er frostbestandigheten av stor betydning. Mange silikat- og karbonatbergarter har svært god motstandsevne mot frost. Det er en generell forventning om at naturstein med vannabsorpsjon under 0,5 vekt% (se avsnitt 2.1.5) vil være frostbestandig, men en slik "grense" kan ikke betraktes som en garanti for at en steintype ikke vil skades av frost over tid.

Nordiske erfaringer viser at frost kan være årsak til skader på visse typer av naturstein, gjerne innenfor gruppen av kalkstein, sandstein samt enkelte skifervarianter. Mange av disse kan ha vannabsorpsjon lavere enn 0,5 vekt%. Typiske skader i varianter av de to førstnevnte kan være avskallinger eller oppsmuldring, mens skifervarianter kan delaminere, dvs. spaltes langs kløvplan. Skader i slike natursteinsvarianter er spesielt erfart i brukssituasjoner med høy, vedvarende fuktpåkjenning, og ofte der det i tillegg forekommer påvirkning fra avisingsalter, se også avsnitt 2.1.3.

Frostmotstandsevne skal dokumenteres for alle natursteinsprodukter der det foreligger en harmonisert produktstandard, se tabell 2.4. Egenskapen inngår som en av flere som danner grunnlag for **CE-merking** av natursteinsprodukter. Normalt skal oppgis styrkeverdier (bøyestrekfasthet og trykkfasthet) før og etter frostprøving. Ved frostprøving kan en prøvingsprosedyre med frysing i saltvann (1 % NaCl-løsning) velges for å undersøke den kombinerte effekten av frost og salt.

2.1.3 Kjemisk motstandsevne - rust- og fargeforandring

Steinens kjemiske motstandsevne er svært viktig i utemiljø. Nordiske steintyper har generelt meget god kjemisk motstandsevne, men estetiske endringer som rustdannelse, fargeforandring og mekaniske skader kan inntreffe for enkelte steintyper under visse bruksbetingelser.

Som eksempel kan sur nedbør og bruk av veisalt påvirke både steinens overflatestruktur og utseende. Slike forhold kan også påvirke og skade sementbaserte sette- og fugemasser. Steinens kjemisk motstandsevne kan også begrense valg av rengjøringsmidler, f.eks. ved fjerning av graffiti, algevekst etc., se kap. 11 Vedlikehold.

Kjemisk motstandsevne bestemmes av hvilke bestanddeler steinen er oppbygd av, samt porøsitetsforhold, se avsnitt 2.1.5. Undersøkelser av steinens mineralogiske sammensetning, såkalt petrografiske undersøkelser, er nyttige for vurdering av slike forhold, i tillegg til studier av referanseprosjekter. Det foreligger også enkelte andre prøvingsmetoder som kan være til hjelp.

Mange **silikatbergarter** er meget motstanddyktige mot bl.a. sure og alkaliske stoffer. Dette gjelder de fleste granitter og

andre steintyper som i det vesentlige er bygd opp av kvarts og/eller feltspat, for eksempel kvartsittskifer, larvikitt (inneholder ikke kvarts) og gneis. Silikatsteiner kan imidlertid inneholde bestanddeler, spesielt jernmineraler, som kan påvirkes av kjemiske midler og også salter, for eksempel avisingssalter og alkaliske salter fra sementmasser. Enkelte hvite eller svært lyse silikatsteiner kan få gulaktige flekker, og mørke silikatsteiner, for eksempel enkelte gabbroer, kan blekes i overflaten.

Karbonatbergarter, som marmor og kalkstein, påvirkes selv av svake syrer som kan gi merker i overflaten. Steinens øvrige egenskaper påvirkes nødvendigvis ikke. Flere varianter av marmor og kalkstein kan også påvirkes av salter som kan forårsake fargeforandring eller skader i overflaten som følge av saltkrystallisering.

Mørke kalksteiner har generelt en tendens til å bli bleket av vær og vind, spesielt om miljøet er surt. Dette gjelder også mørk leirskifer.

Det er kjent at **kvartsittskifer** og **fyllittskifer** kan få utendemessige forandringer ved kombinert høy belastning fra fukt og alkaliske salter fra sementbaserte masser i underkonstruksjonen. Norsk fyllittskifer inneholder kis som kan reagere med sure eller sterkt alkaliske midler og gi rustdannelse, men rusten er et overflatefenomen som ikke påvirker steinens mekaniske egenskaper.

Valg av riktige sette- og fugemasser, konstruksjonsoppbygging og midler og metoder som anvendes ved regelmessig vedlikehold av uteanlegg er viktig for å unngå slike potensielle endringer, uansett steintype.

2.1.4 Hardhet og slitasjemotstand

Naturstein er et hardt materiale med høy slitasjemotstand, og egner seg derfor godt til utendørs flater utsatt for store slitasjepåkjenninger.

Hardhet er en egenskap som sjelden prøves direkte, men som kan vurderes ut fra de mineraler som steinen består av, se tabell 2.1.

Dominans av kvarts og feltspat i silikatbergarter som kvartsittskifer, granitt, larvikitt og gneis gir stor hardhet. Jo større kvartsinnehold desto hardere stein. Nevnte steintyper tilhører det en kan betegne hardstein og er meget motstandsdyktig overfor mekanisk slitasje uansett overflatebearbeiding.

Hardheten hos karbonatbergartene marmor og kalkstein er lavere. Forskjellen mellom ulike marmor- og kalksteintyper kan være stor. Fyllittskifer, som har stor andel sjiktmineraler, tilhører sammen med marmor og kalkstein det en kan betegne **mykstein**. Disse har relativt sett lavere slitasjemotstand enn hardstein.

I praksis har imidlertid de aller fleste steintyper vist god motstandsevne mot slitasje. Den slitasjen som inntreffer over

tid vil svært sjelden påvirke funksjonalitet eller sikkerhet. Valg av type overflatebearbeiding er viktig i dette bildet.

Slitasjemotstand skal dokumenteres for heller. Egenskapen inngår som en av flere som danner grunnlag for CE-merking av natursteinsprodukter, se avsnitt 2.3.

Sammenligninger viser at prøvingsverdier for slitasjemotstand ikke alltid overensstemmer med den praktiske erfaringen.

1. Talk (bløtest)	6. Topas
2. Ortoklas (feltspattype)	7. Flusspat
3. Gips	8. Korund
4. Kvarts	9. Apatitt
5. Kalkspat	10. Diamant (hardest)

Tabell 2.1

Mineralers hardhet (Moh's hardhetsskala). F. Mohs stilte i 1812 opp en liste på 10 mineraler etter økende hardhet slik at hvert mineral skulle kunne ripe mineralene lavere nede på lista.

2.1.5 Bøystrekkfasthet

Bøystrekkfastheten er relativt lav for alle steintyper, med unntak av blant annet skifer, der bøystrekkfastheten på standard prøvedimensjon gjerne ligger i størrelsesorden 20-40 MPa for norsk og svensk skifer. Vanlige verdier for granitt, marmor og kalkstein er 10-20 MPa for standard prøvedimensjon, men bøystrekkfastheten kan variere relativt mye innen én og samme bergartstype. Egenskapen bestemmes oftest på små prismer (300 mm x 50 mm x 50 mm), og oppgitte testverdier vil ikke vise et steinprodukts faktiske bøystrekkfasthet, siden styrken både er relatert til dimensjon og til prøvestykkets innhold av mikrosprekker etc.. Det er vanskelig å oppgi laveste tallverdi på krav til bøystrekkfasthet, men lavere enn 20 Mpa for skifer og 10 Mpa for granitter bør medføre forsiktighet, avhengig av bruksområde.

De fleste steintyper har forskjellig bøystrekkfasthet i ulike retninger (anisotropi). Bøystrekkfastheten har betydning for bl.a. selvbærende benker, trappetrinn og belegg (heller), jo større format desto viktigere. Legg merke til at hellens bøystrekkfasthet øker med kvadratet av tykkelsen. Økes tykkelsen med 40 % fordobles platens evne til å motstå bøyepåkjenning. Bøystrekkfasthet skal dokumenteres for plateprodukter av naturstein. Egenskapen inngår som en av flere som danner grunnlag for **CE-merking** av natursteinsprodukter, se avsnitt 2.3.

2.1.6 Trykkfasthet

Naturstein har generelt meget høy trykkfasthet, enkelte over 250 MPa. Trykkfastheten for svært mange steintyper er for eksempel langt høyere enn "høyfast betong" (60-100 MPa).

Trykkfastheten er viktig for en del bruksområder beskrevet i dette hefte, blandt annet der det er krav om kjørestyrke (biltrafikk), men har dog noe mindre betydning for anvendelsene enn det bøyestrekfastheten har. Trykkfasthet skal dokumenteres for heller, gate- og kantstein og murprodukter, se avsnitt 2.3.

2.1.7 Friksjon og skliskikkerhet

Friksjon og skliskikkerhet i steinoverflaten er viktige egenskaper i utemiljø. Alle norske og svenske skifertyper med naturoverflate (naturplan) har svært god skliskikkerhet. For massivstein som granitt og gneis er overflatebearbeidingen avgjørende for friksjonsforholdene, og for plateprodukter som skal brukes uten-dørs bør det velges en bearbeiding som gir tilstrekkelig ruhet i overflaten, f.eks. flammet eller gradhugget, se tabell 2.3. En saget flate på et platebelegg vil kunne oppfattes som glatt når den er våt.

Friksjon/skliskikkerhet skal dokumenteres for plateprodukter. Oppgitte friksjonsverdier, som skal relateres til hvilken overflatebearbeiding som er testet, gjelder for ny stein, og kan forandres når steinens overflate over tid utsettes for fysisk og kjemisk slitasje.

Skiferprodukter med naturflate (naturplan) og plater av massivstein som gis grov overflatebearbeiding har meget god friksjon, og dokumentasjon er ikke påkrevd for produkter/-overflater der ruheten er minst 2 mm mellom høyeste og laveste punkt.

2.2 Estetiske egenskaper

Steinens estetiske egenskaper vurderes ut fra farge, mønster og struktur. Fargevariasjoner vil alltid forekomme, og ved prosjektering må man være klar over at en snever fargesortering vil påvirke prisen oppover. Steinens estetiske egenskaper bør også vurderes ut fra en bestemt overflatebearbeiding, ettersom forskjellige overflatebearbeidinger kan gi steinen forskjellige karakter.

For alle steintyper gjelder at man bør:

- komme overens med leverandøren før bestilling om hvordan steinproduktets farge og mønster kan variere. For skifer gjelder ulik leveringsstandard for ulike typer,
- etablere en felles forståelse av hvilket visuelt uttrykk som ønskes eller kan oppnås gjennom overflatebearbeiding,
- ta hensyn til og oppgi mønsterretningen ved prosjektering,
- ta hensyn til variasjoner i farge og mønster ved montering

Faktarute 2.2

2.2.1 Fargevariasjoner og mønster

Granitt brukes kommersielt ofte som samlenavn for granitt, trondhemitt (granitt), larvikitt (monzonitt), anorthositt (labradorstein), gneis (kjennetegnes av båndet struktur), diabas (mørk gangbergart), gabbro (grovkornet dypbergart) og andre silikasteiner. I Stenkartoteket, se <http://www.sten.se/stenkartoteket/> og i Byggforskserien, Byggdetaljer 571.104 samt natursteinskartoteket i NGU, der finnes både gode beskrivelser og gode bilder av alle norske kommersielle steintyper:

<http://www.ngu.no/hm/Georessurser/Naturstein>

Granitt/trondhemitt har et relativt homogent, kornet mønster og gir et enhetlig fargeinntrykk. Store krystaller, ansamlinger av enkelte mineraler i flekker, årer eller ”roser” kan forekomme hos visse varianter. Slike ”avvik” bør avklares med leverandøren på forhånd.

Gneis kan ha en utpreget mønstret struktur og er alltid mer eller mindre båndet, men det produseres også gneis i Norge med relativt rolig og homogent utseende. Stormønstret struktur kan være effektivt, spesielt på vertikale flater.

Larvikitt og *anorthositt* har en storkornet struktur og et spesielt fargespill. Farge, fargespill og mønster kan variere mellom ulike steinbrudd. *Gabbro* og *diabas* har gjerne en enhetlig struktur og en jevn, mørk farge.

Kalkstein kan ha varierende farge og mønster. Fossiler kan forekomme. Marmor kan være helt homogen i farge eller mønster, eller vise veldig stor variasjon. Marmor kan også være båndet eller ha annen form for linjestrukturer, som gir forskjellig mønster avhengig av sageretning.

Skifer med naturplan vil ofte ha variasjoner både i farge og overflatestruktur i kløvplanet. De aller fleste skifervarianter vil dessuten ha en synlig mineralorientering, en linjestruktur, i kløvplanet. Generelt kan farge og mønster variere mellom ulike steinbrudd og samme steintype, eller også i ett og samme brudd.

Man bør komme overens med leverandøren om hvordan steinen kan variere før bestilling. Skiferleverandører opererer med leveringsstandard. Ved store variasjoner bør steinen monteres slik at variasjonen blir estetisk tiltalende.

2.2.2 Bilder, prøver og referanse

I Stenkartoteket, se <http://www.sten.se/stenkartoteket/> og i Byggforskserien, Byggdetaljer 571.104 samt natursteinskartoteket i NGU, der finnes både gode beskrivelser og gode bilder av alle norske kommersielle steintyper:

<http://www.ngu.no/hm/Georessurser/Naturstein>

Vær oppmerksom på at et bilde aldri helt gjengir steinens karakter. Det er fornuftig å spesifisere steinprøver fra den aktuelle leverandøren og som har tilstrekkelig størrelse til å vise farge-mønster, struktur og overflatebearbeiding. Prøver fra én leve-

randør vil normalt ikke gjelde for bestilling hos en annen. Bestem innenfor hvilke grenser farge, mønster og struktur kan variere og kontroller at steinen kan leveres i ønsket format. Monter eller legg ut prøveflater for økt sikkerhet. Referanser i

full skala anbefales. Studér om mulig tilgjengelige objekter som er noen år gamle.

Gjeldende produktstandarder (tabell 2.4) gir til en viss grad retningslinjer for prøver ved leveranser.

Overflatebearbeiding av massivstein og skifer. Vanlige betegnelser med forklaringer. Etter byggdetaljblad 571.104 og NS 3420 Tabell A.8			
Metode	Betegnelse/overflate	Massivstein	Skifer
		Beskrivelse	
Kløving	Naturplan		Betegnelse bruk på skifer. Naturlig kløvflate som fremkommer ved spalting.
Kiling (råkiling) Kilt		Ubearbeidet flate (kileflate). Kilehull kan være synlig.	
Splitting	Splittet	Ubearbeidet flate ved å splitte steinen med en hydraulisk saks (klippe) eller meisel. Kilespor ikke synlige.	Knekt eller hugget kant.
Saging	Saget	Oppnådd ved saging med wire (line), sirkelramme-, eller kjedesag, uten videre bearbeiding. Sagespor synlig. Anbefales ikke i utemiljø.	
Sliping og polering	Slipt og polert	Frarådes på flater med gangtrafikk i utemiljø, kun til dekorformål. Se temahefte Innemiljø.	Frarådes. Se temahefte Innemiljø.
Hamring/gradhugging/-hugging. Grov og fin.	Hugget	Overflatebearbeiding med maskinelt verktøy som gir ulik ruhet avhengig av teknikk og verktøy. Bearbeiding skjer på en på forhånd saget flate.	Brukes ikke som teknikker for overflatebearbeiding av skifer.
Grovhugging	Grovhugget	Huggete overflater oppnås ved flatebearbeiding med meisel. Gir overflater med grov struktur der mønster og ruhetsgrad avhenger av teknikker og verktøy.	''
Grovhugging grad 0.a	Grovhugget	Råhuggete flater som hugges for hånd med inntil 10 mm forhøyninger over og inntil 15 mm fordypninger under det bestemte målet.	''
Grovhugging grad 0.b	Pigget	Grovpiggede flater som hogges for hånd med spissmeisel eller maskinjevnes med inntil 5 mm forhøyninger over og med inntil 10 mm fordypninger under det bestemte målet.	''
Finhugging	Finhugget (prikkhamret, krysshamret).	Flatebehandling med prikk- eller riffelhammer inn-delt i huggingsgrader etter avstanden mellom piggene eller riflene.	''
Grad 1		10 mm avstand mellom spissene	''
Grad 2		7 mm avstand mellom spissene	''
Grad 3		4 mm avstand mellom spissene	''
Grad 4		3 mm avstand mellom spissene	''
Flamming	Flammet	Gir en ru overflate ved termisk behandling med høytemperaturflamme i en kort periode. Egner seg primært kun til kvartsholdige bergarter.	Utføres normalt ikke på skifer.

Tabell 2.3 Overflatebearbeiding.

2.2.3 Overflatebearbeiding

Vanlige teknikker og benyttede begreper for overflatebearbeiding av massivstein, og som er omtalt i foreliggende temahefte, er vist i tabell 2.3. Skifer til utendørs bruk anbefales levert med naturplan, ikke overflatebearbeidet.

Det foreligger mange forskjellige begreper, spesielt for grovteksturerte overflater i massivstein (hogging, prikking, hamring, flamma, sandblåsing etc.), men i tillegg er det viktig at man ved bestillinger får en felles forståelse av hvilket visuelt uttrykk som ønskes eller kan oppnås. Til dette vil steinprøver med reell overflatebearbeiding være hensiktsmessig, se tabell 2.3.

2.3 Produktstandarder og CE-merking

2.3.1 Produktstandarder og krav

Det foreligger flere harmoniserte produktstandarder for naturstein til bruk i utemiljø, se tabell 2.4. Produktstandardene spesifiserer dimensjonstoleranser og andre tekniske krav til de produktene de dekker. Norsk Bergindustri sine anbefalinger til hvilke dimensjonstoleranser som bør spesifiseres tar utgangspunkt i toleransene gitt i de aktuelle standardene. Det er spesi-

fisert få tekniske minimums- eller maksimumskrav til naturstein i gjeldende produktstandarder, men et sett med tekniske egenskaper er angitt som obligatoriske, og disse skal dokumenteres (deklarerer) av produsent gjennom typeprøving og bedriftsintern produksjonskontroll, se tabell 2.5. Oversikten er basert på den versjonen av produktstandardene som forelå ved utarbeidelse av denne utgave.

2.3.2 CE-merking

Natursteinsprodukter som dekkes av de harmoniserte produktstandardene i tabell 2.4 kan CE-merkes. For å kunne CE-merke et produkt må produsenten av ferdigproduktet kunne bekrefte at produktet er i samsvar med den aktuelle produktstandarden både når det gjelder egenskaper og system for produksjonskontroll. Tabell 2.5 viser hvilke egenskaper som danner grunnlag for CE-merking av natursteinsprodukter til utendørs bruk. CE-merket er en bekreftelse på at produsenten garanterer at alle krav som stilles til produktet i det felleseuropeiske Byggevareforordningen (305/2011-EU-CPR) er oppfylt. CE-merkede natursteinsprodukter viser også at dokumentasjonskravet i henhold til Byggeteknisk forskrift (TEK 10) til den norske plan- og bygningsloven er oppfylt.

Harmoniserte produktstandarder for naturstein i utemiljø.		
Produktstandard	Formater som dekkes av standarden	Tiltenkt bruksområde
NS-EN 1341. Plater av naturstein til utendørs bruk -Krav og prøvingsmetoder	Plater-(slabs). Bredde: større enn 2 ganger tykkelse og samtidig over 150 mm.	Utendørs beleg
NS-EN 1342. Gatestein av naturstein til utendørs beleg - Krav og prøvingsmetoder	Gatestein - (Sets). Lengde, bredde og tykkelse mellom 50-300 mm. Plandimensjon vanligvis større enn 2 ganger tykkelsen. Tykkelse lik eller større enn 50 mm.	
NS-EN 1343. Kantstein av naturstein til utendørs beleg -Krav og prøvingsmetoder	Kantstein -(Kerbs). Lengde større enn 300 mm	
NS-EN 12058 ¹ . Plater med tykkelse > 12 mm til gulv og trapper	Plater med tykkelse > 12 mm	Plater til gulv og trapper (innendørs og utendørs) satt i mørtel.
NS-EN 771-6	Murprodukter - (Masonry units). Enheter med tykkelse lik eller større enn 80 mm, regelmessig og uregelmessig form.	I lastbærende eller ikke-lastbærende murverk for innendørs eller utendørs bruk. Mekanisk forankring eller festing med mørtel, lim eller lignende.

Tabell 2.4

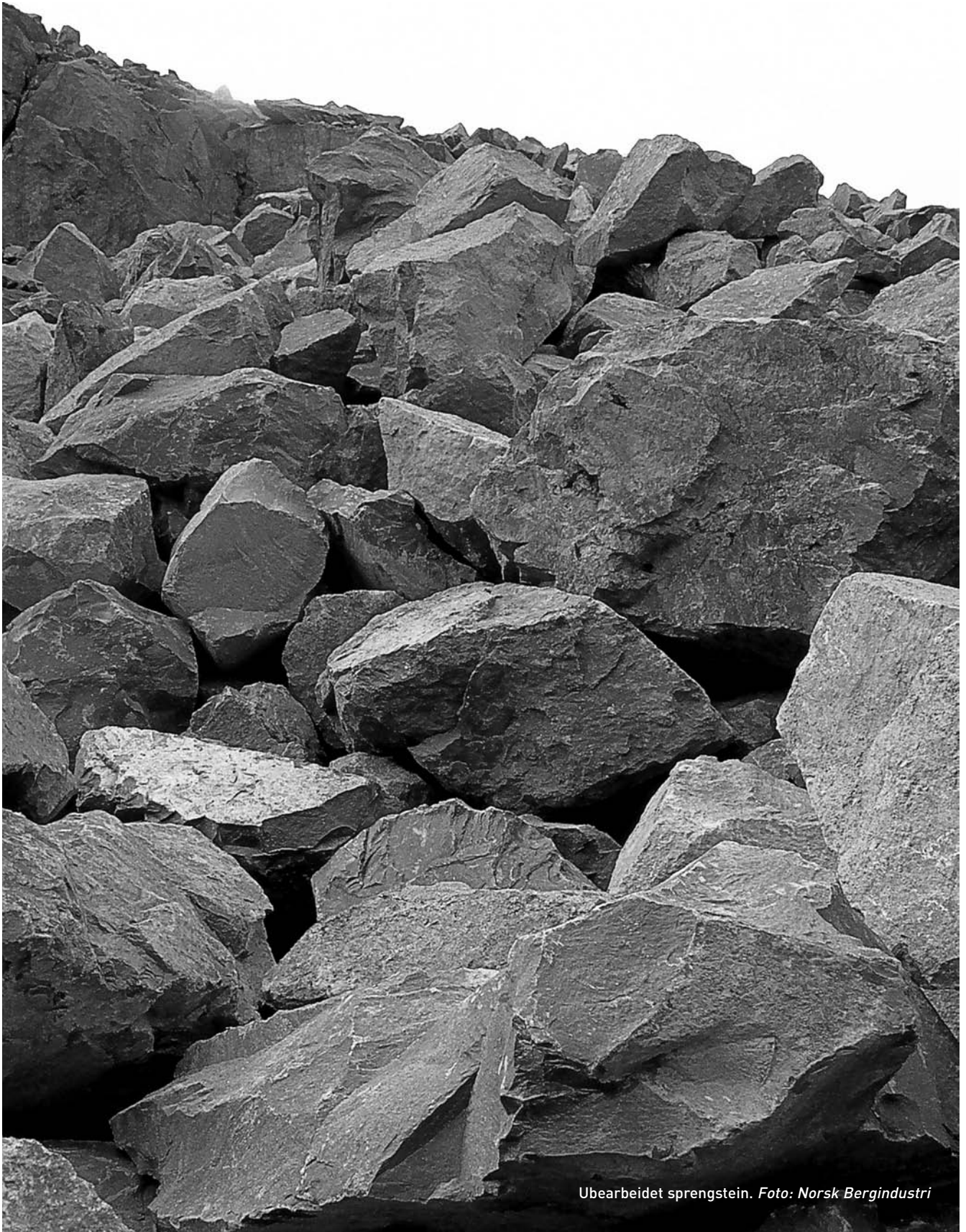
Harmoniserte produktstandarder for naturstein i utemiljø.

¹ Plateprodukter til utemiljø spesifiseres og dokumenteres vanligvis etter NS-EN 1341.

Oversikt over tekniske egenskaper for natursteinsprodukter til utemiljø som skal prøves og dokumenteres gjennom typeprøving og / eller intern produksjonskontroll. Egenskaper som skal deklarerer på CE-merker er angitt i kursiv.					
Egenskap Prøvmingsmetode	Plater NS-EN 1341	Gatestein NS-EN 1342	Kantstein NS-EN 1343	Plater med tykkelse > 12 mm NS-EN 12058	Murprodukter NS-EN 771-6
Dimensjoner NS-EN 13373	●	●	●	●	NS-EN 772-16 NS-EN 772-20
Taktile egenskaper (følbarehet) 1)					
Petrografi NS-EN 12407	●	●	●	●	●
Betegnelse (navn) NS-EN 12440	Handelsnavn, petrografisk navn, typisk farge og opprinnelsessted, dvs. navn og sted på steinbrudd skal oppgis				
Kapillært vannopp- tak 2) NS-EN 772-11					
Trykkfasthet NS-EN 1926		●			NS-EN 772-1
Egenvekt (brutto densitet) og åpen porøsitet NS-EN 1936	●	●	●	●	●
Bøystrekkfasthet NS-EN 12372	●		●	●	
Vannabsorpsjon NS-EN 13755	●	●	●	●	●
Frostmotstand 3) NS-EN 12371	●	●	●	●	●
Motstand mot aldring ved termisk sjokk NS-EN 14066				●	
Slitasjemotstand NS-EN 14157	●				
Sklisikkerhet ved bruk av pendulum- utstyr 4) NS-EN 14231	●	●	●	●	

Tabell 2.5

1. Vurderes og beskrives visuelt (prøver, produktdatablad e.l.). Ingen krav fastsatt
2. Anses uaktuelt for naturstein pga meget lav porøsitet
3. Frostmotstand kvantifiseres ved å deklare bøyestrekkfasthet eller trykkfasthet før og etter frostprøving
4. Skal deklarerer dersom ruheten i overflaten er mindre enn 2 mm mellom høyeste og laveste punkt – se 2.1.7



Ubearbeidet sprengstein. Foto: Norsk Bergindustri

3

MATERIALER FOR MONTERING

Natursteinens gode bestandighet og lange levetid, selv i utsatte miljøer, gjør at man må stille strenge krav også til de materialer som brukes ved monteringen. Hvis steinen monteres med dårlige eller ikke egnede materialer kan konstruksjonens utseende bli uakseptabel eller dens levetid bli urimelig kort, og da kan totalkostnaden bli høy.

3.1 Mørtel for montering

- Mørtel er ferskvare
- Bruk blandet mørtel før den begynner å herde
- Oppbevar/lagre tørrmørtel tørt

Faktarute 3.1

3.1.1 Generelt om mørtel

Mørtelens bestanddeler er:

Bindemiddel, tilslag, vann og eventuelle tilsetningsmidler.

Bindemiddel i sementmørtel skal oppfylle standarden NS-EN 197-1 *Sammensetning, krav og samsvarskriterier for ordinære sementtyper*. Som bindemiddel i mørtel for naturstein anbefales sement av type Norcem Standard FA og Norcem Anleggssement FA. Betegnelsen FA betyr at sementen er tilsatt 20% flyveaske som inneholder tungt løselige alkalier, og som er gunstig for bruk til naturstein. Disse sementtypene reduserer risiko for misfarging og skjolddannelser på naturstein generelt (hvite/lyse partier) – se Faktarute 3.2. Hurtigherdende sement kan også brukes, og Slemmestad Mursement er et godt alternativ.

Det kan selvfølgelig brukes sement av andre fabrikat, men de bør tilsvare Norcem's produkter.

Tilslagsmaterialet til mørtelen er naturlig sand og/eller grus, og skal oppfylle kravene til renhet som angis i standarden NS-EN 12139

Tilslag for mørtel. Det er spesielt tilstedeværelse av humus, oker (jernoker) og jern- eller manganforbindelser man skal se opp for.

Det skal brukes knuste steinmaterialer 2-8 mm på arealer anlagt for biltrafikk, da disse anses å ha bedre bæreevne ved stor belastning. På øvrige arealer kan det brukes sand. Løsmasser til fugematerialer for fugebredder inntil 4 mm skal være tørr natursand med kornstørrelse 0,5 - 2 mm. Til bredere fuger skal det normalt brukes knuste steinmaterialer med kornstørrelse 0,5 – 4 mm. Steinmel er også et godt alternativ.

Vann til mørtelblandning skal være av vannledningskvalitet. (OBS! Vann fra rustne oppbevaringskar eller med humusinnhold kan gi utfellinger.)

Tilsetningsmidler kan brukes for å modifisere mørtelens egenskaper og skal doseres og brukes etter produsentens anbefalinger.

Formålstjenlige tilsetningsmidler kan sikre mørtelens frostbestandighet, forbedre vedheft, øke elastisiteten eller forenkle bearbeiding. Vedheft er viktig, det finnes i dag ingen kvantitative krav til vedheft i Norge, men en indikasjon kan være at noen utenlandske standarder opererer med størrelser mellom

1 og 2 Mpa.

Kalkmørtel og kalksementmørtel passer av tekniske årsaker ikke til montering av naturstein utendørs. Retarder forlenger den tiden man kan arbeide med mørtelen og brukes ved montasje med lang monteringstid.

Sementmørtel bør ikke brukes når temperaturen er under +5° C. Se til at arbeidssted og materialer som kommer i kontakt med mørtelen har en temperatur som overstiger +5° C den tiden hvor mørtelen herder. Herdingstiden avtar ved lavere temperatur og er dobbelt så lang ved +10° C som ved +20° C. Herdefaktoren (herdetiden) ved ulike temperaturer er: 20° C = 1, 10° C = 2, 5° C = 3, 30° C = 0,6, og ved 35° C = 0,5.

Heller og trapper monteres etter to hovedprinsipper: Setting i mørtel og setting i knust masse (korning). Unntaksvis forekommer også setting i festemasse. Monteringsmetode velges med hensyn til trafikkbelastning og underlag samt steinens dimensjoner og toleranser. Settelagets tykkelse varierer – se tabell 3.3 nedenfor. Ved setting i festemasse stilles store krav til underlag, heller og fugemasse.

3.1.2 Settemørtel for montering av heller, gatestein og kantstein

Tradisjonelt brukes blandingsforholdet 1:3 for settemørtel, dvs. en del sement til tre deler tilslag. Mørtelen skal blandes etter **vektforhold**. Hvis mørtelen blandes etter volumforhold må den baseres på foregående veiing. Måling skal gjøres med faste målekar med kjent volum. Sementmørtel innebærer at bindemidlet er av sement.

Mørtel skal blandes i blandemaskin, helst i tvangsblender. Små mengder mørtel kan blandes med maskinvisp. Ferdigblandet mørtel må brukes innen 2 timer ved min. 20° C (kortere tid ved høyere temperatur resp. lengre tid hvis retarder tilsettes – se herdefaktor i avsn. 3.1.1.). Tilslaget skal beskyttes mot regn. Vått tilslag påvirker blandingsforholdet. Det finnes ferdigblandet tørrmørtel på markedet hvor man kun tilsetter vann og ev. tilsetningsmidler, men den må importeres. Fordelen med dette produkt er at man får et nøyaktig blandingsforhold mellom sement og tilslag. Til større offentlige anlegg er det som oftest et krav at ferdigblandet mørtel kjøpes fra fabrikk.

Mørtelens konsistens er også viktig. En mye brukt beskrivelse av anvendbar konsistens er "jordfuktig". Mørtelen skal kunne formes til en ball i hånden (bruk hansker) uten at den smitter av eller sprekker. En av fordelene med tørrmørtel er at man unngår tørkesvinn i herdeprosessen ved å minimalisere vannforbruket.

Mørtelen bør ikke være for fuktig da justering av høyden ikke kan utføres ved nedbanking av hellene. For tørr mørtel fester ikke tilstrekkelig og gir dårlig heft. Ev. kan et plastifiseringsmiddel brukes som tilsetning for å oppnå tilstrekkelig



Skjemmende kalkutfelling på en vegg kledd med Ottaskifer. Foto: T. Holstad

god utfylling og komprimering. Mørtelen må alltid komprimeres godt, ca. 25% i forbindelse med nedbanking av stein for å få god heft og trykfasthet, slik at den ikke blir for porøs, og for å unngå luftbobler. Hvis ikke fullstendig utfylling og god komprimering oppnås, er det risiko for frostskafer og utluting.

Mørtel skal alltid ha en viss vanngjennomtrengelighet (permeabilitet), dette for å evakuere vann som måtte komme gjennom sprekker/skader i fugene, spesielt viktig i områder med biltrafikk. Ideelt sett burde man bruke en dreneringsmørtel til settelag, om slik er tilgjengelig.

Kalk- og saltutfelling

- Ved vanntransport gjennom sementmørtel utløses salter. Når saltene renner ut på steinen og krystalliseres kan det dannes skjolder og avsetninger av tungløselig kalsiumkarbonat og mer lettløselige kalium- og natriumkarbonater, samt i mindre utstrekning diverse sulfatforbindelser. Hos kalkstein kan også salter krystallisere seg i steinens overflate og forårsake spalting og løse fragmenter.
- Bruk Flyveaskesement FA, alternativt Anleggssement FA ved blanding av sette- og fugemørtel. Bruk alltid jordfuktig mørtel med et vann-/sementforhold 0,41 eller mindre. En mørtel med et vann-/sementforhold på under 0,41 er "såkalt" selvuttørkende, dvs. at alt vann i mørtelen brukes til hydratisering av sementen, og det er derfor ikke noe risiko for at mørtelen skal tørke ut ved fordamping til omgivelsene. Dette betyr også at det i slike tilfeller ikke vil oppstå innelukket fukt i konstruksjonen, dvs. under eller bak en "tett" naturstein.
- Alternativt kan tørrmørtel brukes, og den må overrisles etter montering for å igangsette herdeprosessen.
- Bortled og hindre vann fra å passere gjennom konstruksjoner med mørtel og stein.

Mørtelen skal tilfredsstillende fasthetsklasse B-35, kloridklasse CI 1,0, og bestandighetsklasse M-60, og settelagets tykkelse skal minimum i hht tabell 3.3 nedenfor.

Begrepet ”knas” betyr smale fuger, hvor man skal følge produsenten av fugemørtel sin anvisning, som regel ikke mindre enn 5 mm, avhengig av steinstørrelsen.

NS 3420 – Krav til settelag

Type belegg	Settelag av løsmasser eller betong	Fugebredder
Storgatestein	50–70 mm	Knas
Smågatestein	50–70 mm	Knas
Mosaikkstein	30–50 mm	Knas
Heller	30–50 mm	Angitt

Tabell 3.3

3.1.3 Mørtel/betong for montering av kantstein

Mørtel/betong for setting og motstøtte av kantstein skal minimum ha fasthetsklasse B-35 og knust tilslag 2-8 mm. Spesifiser ved bestilling: Betong for kantsteinstøping. Anbefalt settelag 80-100 mm.

3.1.4 Mørtel for murer

Som monteringsmørtel og fugemørtel for muring av mørtelmur brukes sementmørtel som i pkt. 3.1.2. Fugingen bør utføres med samme slags mørtel samtidig med muringen.

Ved montering av forblendingsmur på opplag brukes sementmørtel som bakstøtte i form av baner eller punkter. For å få mørtelen til å feste på veggen (”få heng”) og få den mer lettbearbeidet brukes tilsetningsmidler (plastifiseringsmidler). Mørtelen skal være tregtflytende med en konsistens som gjør at den fester og blir hengende. Se hefte Innemiljø.

3.1.5 Mørtel for drenerende bakmuring/-bakstøping

Sementbundet lettklinker for drenerende bakstøping tilberedes med lettklinkerkuler med kornstørrelse 4-8 mm. Til en kubikkmeter lettklinker brukes 170 kg sement (volumdel 1:10). Sementen blandes med vann til en smøraktig konsistens og deretter blandes den godt med klinkerkulene. Denne blandingen gir, ved rett utførelse, en trykkfasthet på ca 0,6 MPa.

Som alternativ til sementbundet lettklinker kan man bruke sementmørtel i blandingsforhold 1:4 med tilslag 4-8 mm.

3.1.6 Slemming

Sementslemme består av sement og vann i volumforhold 1:1 og brukes til å forbedre vedheften mellom mørtelen og steinen. Bruk samme sementtype som i settemørtelen. Konsistensen skal være halvflytende og slemmen skal brukes senest 2 timer etter blanding. Alle plateprodukter (skifer og massivsteiner med saget overflate) bør slemmes før montering. Der det forventes store belastninger (biltrafikk) anbefales å bruke et heftforbedrende lim til slemming. Det er viktig at alle steinmaterialer rengjøres godt før slemming, spesielt alle kontaktflater.

3.1.7 Festemasse

Det stilles meget høye krav til festemasse til plateprodukter. De utsettes for store påkjenninger i form av blant annet frost. De må også ha meget god vedheft for å kunne klare temperatursvingningene som kan bli relativt store. Ofte kreves det også at massens tykkelse kan tilpasses etter underlag og ikke helt jevntykk stein, ellers finnes det risiko for at man ikke får fullstendig utfylling, noe som igjen medfører risiko for fuktsamling og frostsprengning. Dobbeltliming bør brukes, dvs. festemasse påføres både underlaget og hellens bakside ved monteringen (montasje vått til vått), samme prinsipp som ved slemming.

Velg bare festemasse som uttrykkelig anbefales av fabrikanten for dette bruk. At det på emballasjen står at massen også kan brukes utendørs, betyr ikke nødvendigvis at den passer for dette bruk. Man bør alltid kreve at leverandøren gir garanti på festemassen for den spesifikke bruken.

Festemasse bør være komponert med lavalkalisk bindemiddel for å redusere risiko for utluting av alkaliske salter.

Setting i festemasse brukes på betongunderlag og bare på flater uten biltrafikk.

3.1.8 Fugemørtel, fugingsmasse og fugemasse

Følgende terminologi gjelder:

Fugemørtel:

Fugemateriale med sementbasert bindemiddel til å fylle fuger mellom heller og gate-/kantstein.

Fugingsmasse:

Polymermodifiserte fugemørtler samt reaksjonsbundne masser (bl.a. epoksy) som er beregnet på å fylle fuger mellom plateprodukter og gatestein.

Fugemasse:

Brukes til å ta opp bevegelser (mykfuging). Dessuten finnes det andre metoder til å forsterke fugene, dels for å forhindre plantevekst, dels fordi fugene skal bli mer holdbar og tåle trafikk og maskinrengjøring.

Fugesand:

Sand uten bindemiddel som brukes til fugefylling. Steinmel av finknust fjell er også meget anvendbar.

Eksempler på fugematerialer

- Fugesand/steinmel
- Fugesand armert med trefiber (lignin)
- Fugesand armert med vekstfiber
- Fugesand med innblanding av trasskalk
- Voks
- Asfalt
- Epoksy
- Sementmørtel
- Steinmel

Noen av fugematerialene kan være vanskelige å fjerne fra steinen, noe som gjør gjenbruk vanskelig.

Faktarute 3.4**3.1.9 Fugemørtel**

Løsmasser til fugemørtel – se pkt. 3.1.1. Fasthetskrav er som for settemørtel B-35. Vanlig blandingsforhold i sementbasert fugemørtel er 1:3, men man kan øke styrken i fugen med blandingsforhold 1:2. Det er meget viktig at også fugemørtelen har jordfuktig konsistens (= lavt vann-/sementforhold), ellers er det risiko for at fugens fasthet blir for lav.

Ved setting i mørtel fuges vanligvis med fugemørtel, og man kan bruke samme masse forutsatt at ikke tilslaget blir for grovt. Konsistensen bør være jordfuktig, men må nødvendigvis være mer lettflytende for fylling av tynne fuger. Normale fugebredder bør glattes med fugeskje. Vær oppmerksom på at bearbeiding av våt fuge gir sementoverskudd på flaten og dermed lys farge, mens bearbeiding av fugen etter at den har tørket noe gir en mørkere farge.

OBS! Rester av settemørtel, fugemørtel, festemasse og fugemasse på steinoverflaten må fjernes straks etter ferdig montering, og før disse stoffene får tørke/herde.

Ofta brukes ferdigblandet tørrmørtel med tilsetninger for å forbedre vedheften, øke elastisiteten og bestandigheten mot salter.

Det finnes ferdigblandete fugemørtler av god kvalitet, det er kun vann som tilsettes etter beskrivelsen. Spør steinhandleren om slike produkt.

3.1.10 Sementbaserte fugingsmasser

Alle fugingsmasser er ferdigblandet fra fabrikk, det er bare vann som tilsettes. Fugingsmassene består av bindemiddel, tilslag og tilsetninger, blant annet organiske. For fugging av belegget og trapper brukes spesialkonstruerte masser som gir en viss elastisitet.

3.1.11 Elastisk fugemasse

For bevegelersfuger og fuger som skal ta opp bevegelser i belegget samt mot tilsluttende bygningsdeler skal elastisk fugemasse brukes. Fugemassen skal være beregnet for naturstein i utemiljø, skal ha god bestandighet mot frost, salt, forvitring og UV-stråling, og må ikke misfarge steinen.

Noen fugemasser inneholder flyktige stoffer som kan trenge ut i steinen og forårsake flekker. Velg en fugemasse som er beregnet for aktuell steinsort. Bunnlisten skal være mykere enn den herdede fugemassen.

3.2 Sand og knuste materialer for montering**3.2.1 Generelt om sand og grus**

Sand eller grus for setting og fugging av stein kan være naturlig sikteprodukter fra morener, eller knust masse av forskjellige bergprodukter, gjerne kalt korning. Den naturlige sanden har avrundete korn mens den knuste har kantete korn. De forskjellige typene passer til ulike formål.

Bruken av naturgrus kommer etter hvert til å minske da det er en begrenset ressurs. Den naturlige sanden/grusen blir da erstattet med knuste produkter. Bransjen heller til den oppfatning at knuste materialer både har bedre bæreevne og er lettere å arbeide med.

3.2.2 Settesand

Settesanden skal bestå av korn fra bergarter som ikke forvitrer.

Til setting av gatestein og heller brukes naturgrus mellom 2 og 8 mm, mens grovere materiale brukes for setting av tykke trinn.

Til setting av kantstein i trapper og ramper tilpasses sandlagets tykkelse til konstruksjonen.

3.2.3 Fugesand

Fugesand brukes til å fylle fugene i belegget som er lagt i sand/grus. Fugesand/knust materiale skal bestå av korn fra bergarter som ikke forvitrer. Den skal være tørr da våt sand vil endre blandingsforholdet. Til fugging av gatesteinsbelegg for fugebredder inntil 4 mm skal knust materiale med kornstørrelse 0,5-2 mm brukes, mens det for bredere fuger skal brukes kornstørrelse 0,5-4 mm (NS 3420 KD1).

Velgradert sand eller knust materiale som pakkes i fugen gir et stabil belegg. Den sopes ikke så lett opp av feiemaskiner.

For å øke sandens sammenbinding kan forskjellige binde- midler blandes i.

3.3 Øvrige materialer for montering

3.3.1 Dreneringssjikt og drenerende mørtel

Dreneringssjikt til altaner og liknende kan utføres som et ca. 10 mm jevntykt lag av sand med 2-4 mm kornstørrelse. (Finere fraksjoner siktes bort).

Drenerende mørtel brukes som avslutning av dreneringssjikt for å stenge inn sanden. Den kan tilberedes som en sementmørtel 1:4 med kornstørrelse 2-8 mm.

Det finnes også spesielle drenerende matter og skiver til å legge under belegget. Disse er utstyrt med kanaler som leder bort vann som trenger igjennom belegget.

3.3.2 Membraner

Membran som tettesjikt under belegget av naturstein utføres, når dette kreves.

3.3.3 Innfestingsgods

I visse tilfeller monteres innfestninger i steinen. Det kan for eksempel gjelde rekkverk, kjettinger mellom påler eller gangjern for porter. Alle fester som monteres i steinen bør være av rustfritt, syrefast stål, ellers er det stor risiko for at jernet rustet og danner skjemmende utfellinger. I verste fall kan steinen sprekke på grunn av rustsprengning, selv om det er en skifer eller granitt av god kvalitet.

Innstøping med svovelholdige innfestinger påskynder rustdannelse og bør ikke brukes.

3.3.4 Lastbærende mellomlegg

Som alternativ til sementmørtel for trykkopptak i horisontalfugene (liggefugene), kan lastbærende mellomlegg av vær- og aldringsbestandig hardplast (neopren) brukes.

3.4 Anker

3.4.1 Holdeanker

Anker for mekanisk forankring av forblending tilvirkes av rustfritt, syrefast flatjern eller tråd med god korrosjonsbestandighet. Mekaniske styrke og hardhet i stålet beregnes ut fra aktuell belastning og ankerets utforming.

Eksempel på anker, se fig. 3,5. Monteringsmetode finnes i fig. 3.6.

3.4.2 Bæreanker

Montering med bæreanker utføres slik at hver plate bæres for seg. Ankrene utformes og dimensjoneres på samme måte som ved fasademontering, se hefte Fasader. Eventuell fuging utføres med elastisk fugemasse som kan bestrøs med et lag sand før den har herdet (for å etterligne fugemørtel).

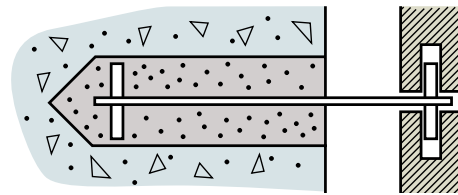


Fig 3.5 Holdeanker av flattstål, innstøpt i betongstamme.

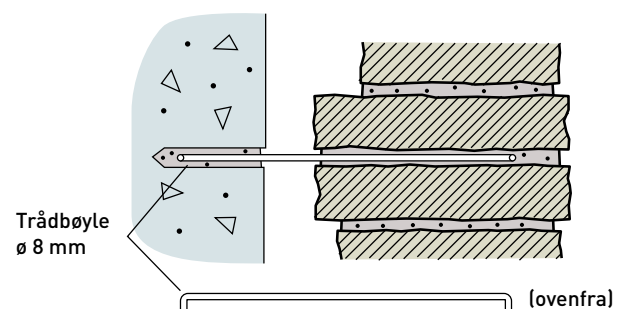


Fig 3.6 Holdeanker av rundjern, innstøpt i betongstamme, montert i fuger i mur.



4 KANTSTEIN

Kantsteinens fremste oppgave er å skille forskjellige markflater fra hverandre og å markere eller skille markflater med ulike bruk. Eksempler på dette er grenser mellom gater og fortau, mellom beplantet område og gang- eller sykkelbane, eller som støtte for refuger i gate og vei. Kantsteinen har ofte også en viktig oppgave som mothold for ulike belegg.

4.1 Materialvalg og overflatebearbeiding

I hardt trafikkerte miljøer stilles store krav til bøyestrekfasthet, trykkfasthet, slitestyrke og frostbestandighet hos kantsteinen, der ikke minst snøbrøyting er en sterk belastning på steinen. Derfor bør det stilles høye krav til stein som brukes som kantstein, spesielt i gatemiljø. Vanligvis brukes granitt som har lang levetid – noe som ikke minst det omfattende gjenbruk av kantstein viser.

I hager og parker er slitasjen ofte ikke like stor ettersom kantstein her er mer en markering og dekorasjon. I slike miljøer brukes kantstein av granitt og skifer.

Kantstein brukes også som opptrinn til terrengtrapper og gangstier. Se kapittel 7 Trapper.

4.1.1 Granitt

Det stilles store krav til steinens styrke når den brukes som kantstein ved gater og veier med kraftig trafikk. Steinen må ha høy trykkfasthet og ikke være for sprø for å tåle påkjenningen fra snøploger og annen trafikk. Ved uaktsom framferd kan selv stein av god kvalitet skades. Dessuten må den ha god bestandighet slik at den ikke fryser i stykker eller forvitrer i et miljø som ofte er utsatt for salt.

Råsplittet kantstein av granitt produseres av granittsorter med god kløvbarhet. Visflater, vanligvis to, skal være frie for borehull. Stein skal være fri for rustflekker. Mineraler som kan forårsake rust skal ikke forekomme. Gradhugget kantstein ble tidligere produsert gjennom jevnhugging av råsplittet stein. Nå kan også steinen leveres saget med flammete eller gradhuggete visflater.

4.1.2 Skifer

Skifer brukes som kantstein i visse sammenhenger, hovedsakelig som stående plater. Skifer har imidlertid begrensninger på grunn av kløvbarheten med risiko for etterspalting, og bør ikke brukes der den kan utsettes for mekaniske påkjenninger.

I hagen er kantstein av skifer et utmerket valg for å skille gangveier fra plen og beplantede områder.

4.2 Formater og standarder

4.2.1 Granitt

Granittkantstein finnes i en rekke standarddimensjoner, i hovedsak importert fra Sør-Europa eller Asia.

Norsk Standard NS-EN 1343 gjelder hvis ikke annet er angitt. I standarden angis begrep, toleranser, prøvingsmetoder etc., men ingen dimensjoner. Standarden skiller i hovedsak på seks utførelser: råsplittet (råhugget) vinkelkantstein (RV), råsplittet faskantstein (RF) m/2 ulike faser, gradhugget vinkelkantstein (GV), gradhugget faskantstein (GF), gradhugget platekantstein (GV) og gradhugget platekantstein m/fas, "Oslostein" (GF).

I tillegg kommer en rekke spesialutførelser.

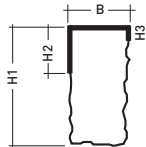
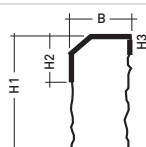
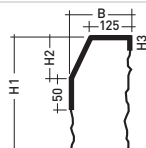
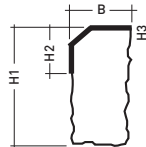
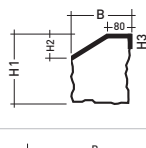
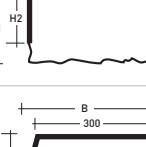
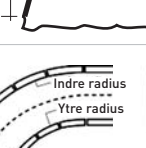
NS 3420 Tabell K6 – Toleransekrav. Gjelder satt kantstein

Type toleranser	Målelengde	Toleransekrav
Planhet (svanker og bulninger) på overside og visflate. Målt langs topp av visflaten	3,0 m	7 mm
Jevnhet i lengderetninger, målt langs topp av visflaten	3,0 m	8 mm
Sprang ved fuger		4 mm

Tabell 4.1 Toleransekrav satt kantstein.

Dimensjonstoleranser etter NS-EN 1343			
Tillatt avvik fra format	Bredde	Høyde	
		Klasse 1 (H1)	Klasse 2 (H2)
Mellom to sider som er råsplittet?	± 10 mm	± 30 mm	± 20 mm
Mellom en råsplittet ¹ og en bearbeidet side ²	± 5 mm	± 20 mm	± 10 mm
Mellom to bearbeidete sider	± 3 mm	± 10 mm	± 5 mm
Tillatt avvik fra retthet og vridning (kun rett kantstein)	Råsplittet ¹	Bearbeidet ²	
Kantretthet parallelt over-side (-flate)	± 6 mm	± 3 mm	
Kantretthet normalt over-side (-flate)	± 6 mm	± 3 mm	
Vinkelretthet mellom over-side og sidekant	± 10 mm	± 7 mm	
Vridning av oversiden (toppflaten)	± 10 mm	± 5 mm	
Vinkelretthet mellom hovedflate og endeflater	± 5 mm		
Tillatt avvik på skrå vis	Klasse 1 (D1)	Klasse 2 (D2)	
Saget vis	± 5 mm	± 2 mm	
Splittet vis ¹	± 15 mm	± 15 mm	
Bearbeidet vis ²	± 5 mm	± 5 mm	
Tillatt avvik – Uregelmessigheter i overflaten (fordypninger og forhøyninger)	Endekant	For og bakside	
Råsplittet?	+ 3 mm, – 10 mm	+ 10 mm, – 15 mm	
Grovtেকsturert?	+ 3 mm, – 10 mm	+ 5 mm, – 10 mm	
Fintেকsturert	+ 3 mm, – 3 mm	+ 3 mm, – 3 mm	
Kantstein skal ikke inneholde kilemerker/borehull			
Radius både for råkilt og bearbeidet, buet kantstein skal være innenfor 2% av oppgitt verdi.			
¹Grovt tilhugget side, for eksempel kilt, splittet (knekket) etc.. ²For eksempel flammet, gradhugget (maskinhamret), hugget. ³Fintекsturert: Overflatebearbeiding som maksimalt gir en forskjell på 0,5 mm mellom fordypninger og forhøyninger i overflaten (for eksempel saget, slipt polert Grovtেকsturert: Overflatebearbeiding som gir en forskjell på mer enn 2 mm mellom fordypninger og forhøyninger i overflaten (for eksempel grovhugget).			

Tabell 4.2 Dimensjontoleranser.

Typiske lagerførte dimensjoner pr. 2012								
Figur/snitt	Benevning	Behuggingning	Dimensjoner					Vekt kg/lm
			B	H1±20	H2	H3	L	
	Råkantstein u/fas	Råhugget	75±5	150	-	-	ca. 1m	30
	RV7,5x15	«	80±5	200	-	-	ca. 1m	43
	RV8x20	«	80±5	250	-	-	ca. 1m	53
	RV8x25	«	100±6	200	120	25	ca. 1m	53
	RV10x20	«	120±6	250	120	25	ca. 1m	66
	RV10x25 (*)	«	100±6	250	150	25	ca. 1m	77
	RV10x30 (*)	«	120±6	300	150	25	ca. 1m	80
	RV12x25 (*)	«	120±6	300	200	25	ca. 1m	95
	RV12x30 (*)	«	120±6	400	300	25	ca. 1m	127
	RV15x30	«	150±6	300	200	25	ca. 1m	119
	RV15x45	«	150±6	450	350	25	ca. 1m	182
	RV20x60	«	200±6	600	450	25	ca. 1m	318
	Råkantstein m/fas 2x2	Råhugget	100±6	250	120	25	ca. 1m	60
	RF10x25 (*)	«	120±6	250	130	25	ca. 1m	80
	RF12x25 (*)	«	120±6	300	150	25	ca. 1m	95
	RF12x30 (*)	«	150±6	300	150	25	ca. 1m	119
	RF15x30 (*)	«						
	Råkantstein m/fas 2,5x10 RF15x30 2,5x10 (*)	Råhugget	150±6	300	150	70	ca. 1m	116
	Gradhugget kantstein m/fas 2x2 GF12x25 (*) GF15x30 (*)	Grad 1 «	120±3 150±3	250 300	130 150	25 25	ca. 1m ca. 1m	80 119
	Motorveistein m/fas 10x6 GF18x20 10x6 (*)	Grad 1	180±3	200	80	25	ca. 1m	87
	Platekantstein GV20x15 GV30x20 (*)	Grad 1 Grad 1	200±3 300±3	150 200	100 150	70 70	ca. 1m ca. 1m	87 159
	Oslostein m/fas 1x17 GF31x23 (*) GF31x40 (busslomme)	Grad 1 «	310±3 310±3	230 400	170 340	70 70	ca. 1m ca. 1m	187 318
	(*) Radiushugget kantstein RY 0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 3,0 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0 9,0 10,0 11,0 12,0 over 12,0 Utvalgt varierer for ulike typer kantstein.							
¹ Gjelder flater markert med grove linjer i figurene. ² Rettsatt i bakkant. ³ Typisk lengde er 0,9 til 1,1m.								

Tabell 4.3 Typiske lagerførte dimensjoner.

Andre typer av granittkantstein enn nevnt i NS-EN 1343 forekommer på markedet, om enn i mindre omfang. Bredde og høyde kan variere avhengig av kommuners eller byers egne standarder. Granittkantstein med bredde, form og overflatebehandling etter NS-EN 1343, men med lavere høyde og underside med saget flate for liming mot betong eller asfalt forekommer.

Granittkantstein leveres vanligvis i fallende lengder mellom 0,6 og 2 m. Minste steinlengde skal være 0,5 m.

Utdrag av NS 3420		
	Kapittel KD2.2:1	Matrise KD:1
Siffer i kode	Type stein	Settelag
0	Valgfri type	Valgfritt materiale
1	Rett	Sand
2	Radiushugget med ytre visflate	Knuste steinmaterialer
3	Radiushugget med indre visflate	Betong
9	Annen type stein, må spesifiseres	Annet settelag, må spesifiseres

Tabell 4.4 NS 3420 Matrise.

4.2.2 Radiushugget kantstein av granitt

Alle typer av granittkantstein produseres, ved siden av som rett stein, også som radiuskantstein med synlig ytterradius (konveks, ry) eller synlig innerradius (konkav, ri). Legg merke til at det forekommer standardradier, som bør velges først av pris- og leveransehensyn. Standardradier er som regel lagerført.

Lengden på radiusstein måles alltid langs den konvekse siden.

Ved kurver med radius mindre enn 12 m anbefales radiushugget stein, mens kurver med større radius kan settes med kort rettstein.

I rundkjøring bør det brukes faskantstein som monteres slik at kun fasen er synlig over ferdig beleg.

4.2.3 Skifer

Oppdal-skifer kan produseres i staver med hugne kanter, hvor ønsket høyde leveres på forespørsel. Kantstein av andre norske og svenske skifertyper leveres med minst en saget kant, mens den andre kan være uregelmessig (bruddkant), og høyde på forespørsel. Skifer kan naturlig nok ikke produseres med buet form.

I noen tilfeller brukes skifermurstein som kantstein. Denne har brukne, tilnærmet naturlige bruddkanter, og med lengder opp til 0,6 m, unntaksvis opp til 0,8 m.

4.3 Prosjektering og montering

Å tenke på ved prosjektering:

- Velg stein og konstruksjon etter belastning
- Velg toleranseklasse etter estetisk og økonomisk vurdering
- Angi steinsort
- Velg faskantstein ved inn- og utkjøringer, rundkjøringer etc.
- Velg Kasselstein i busslommer /-holdeplasser. Flere typer er tilgjengelig, spør hos steinhandler.
- Tenk på brukertilgjengelighet

Faktarute 4.5

I beskrivelsen angis produktstandard, NS-EN 1343, med betegnelse for den/de kantsteiner som er aktuell i prosjektet. Toleranseklasse ifølge standarden angis, samt om det stilles andre toleransekrav enn hva som framgår av standarden. Snevrere toleransekrav vil alltid innebære høyere materialpriser.

Beskrivelse skal også angi hvilken sort kantstein som skal brukes. Når brukt stein brukes, angis om komplettering skal gjøres med ny stein eller likeverdig produkt.

Ved busslommer velges med fordel Kasselstein. Denne har hulkil med 18 cm vis, og gjør på-/avstigning enklere, ikke minst for rullestolbrukere. Hulkilen gjør at dekket avvises og ikke klatrer og man unngår skader ved påkjøring.

Av samme grunn er det hensiktsmessig å velge råsplittet faskantstein RF ved inn- og utfarter og ved trange passasjer. I alle miljøer der kantsteinen blir utsatt for hard belastning fra snøplog eller andre typer av redskaper som renholdsmaskiner etc. anbefales faset kantstein – eksempelvis i tilslutning til fortau og fotgjengerovergang. Ved sistnevnte tilfelle skal kantsteinen monteres med nedsenk.

Velg og foreskriv konstruksjons-/monteringsmetode (setting i betong eller sand/grus og type av bakstøtte). Når kantsteinen slutter an mot fortau, angis også type av beleg på fortauet, dette har betydning for høyden på bakstøpen.

4.3.1 Brukertilgjengelighet

Å tilpasse fortauskanten slik at biler med letthet og uten skader på dekkene skal kunne passere inn til en eiendom eller parkering er selvfølgelig og enkelt. Ved innfarten monteres faskantstein (RF) eller spesiell nedsenking.

Tilpasning av fortauskant i tilslutning til fotgjengerovergang bør utføres slik at funksjonshemmede, rullestolbrukere

og eldre mennesker med gåstol slipper å ta seg over en kant. Personer med nedsatt syn trenger en markert kant for å kjenne hvor fortauet begynner og slutter. Dette kan bli en konflikt ved utformingen. Det henvises til universell utforming i plan og bygningslov. For taktile indikatorer refereres til CEN/TS 15209:2008.

En lokal forsenkning med rampe av plater mot gaten kan da utføres ved en del av fotgjengerovergangen og på en annen del kan en lav, markert kantstein monteres som varselmarkering. Iblant brukes også spesialtilvirket kantstein med større bredde som en svak helling og dermed bedre tilgjengelighet.

4.3.2 Valg av konstruksjon

Ved valg av konstruksjon/monteringsmetode må det tas hensyn til trafikkbelastning og snøryddingsmetode. Stor trafikkbelastning krever en mer stabil konstruksjon for at man skal slippe unødvendig justering av kantsteinen.

All bruk av naturstein, kantstein, gatestein og heller, i trafikkbelastete områder krever et absolutt frostfritt og stabilt fundament som pakkes godt og komprimeres. Sviktende fundamentering betyr at også at kantsteinen og belegget for øvrig svikter.

Granittkantstein monteres:

- I mørtel med bakstøp av mørtel i alle offentlige områder generelt med permanent eller sporadisk biltrafikk
- I grus med bakstøp av mørtel i mindre belastete områder
- I grus med bakstøp av asfaltmasse i mindre belastete områder
- I grus med bakstøtte av grus i parker og private områder

Faktarute 4.6

4.3.3 Montering

Vi anbefaler å bruke sementtype Norcem Standard FA (Flyveaske) eller Anleggssement FA eller tilsvarende – se kapittel 3. Settelag bør ha kornstørrelse 2-8 mm.

Ved montering av kantstein brukes salinger eller elektroniske instrument for å styre høyde og retning. Bruk av rettholt kan også være nødvendig. Salingen monteres med < 15 m avstand fra hverandre for å holde rettesnoen godt spent. Kantstein settes slik at de danner rette linjer eller jevne kurver både i høyde- og sideretning. Fugene skal være 20 mm om ikke annet angitt.

Tilsluttende stein mot nedsenk eller faskantstein avfases gjennom hugging på en lengde av minst 150 mm.

Kurver i gatehjørner settes med radiuskantstein.

4.3.4 Kantstein av granitt, setting i mørtel med bakstøp av mørtel

I de fleste offentlige prosjekter settes kantstein i mørtel. Underlag skal pakkes godt før steinmontasje, ev. med vibratorplate.

Kantstein settes på minimum 80 mm tykk jordfuktig mørtel med fasthetskklasse min. B-35 (NS 3420 KDb), og som legges i hele steinens lengde. Mørtelhøyden på vissiden tilpasses denne, mens høyden på bakstøp tilpasses belegget som skal benyttes på fortau. Forstøp og bakstøp skal gattes med murerskje.

Mørtelen skal holdes fuktig i minst 7 døgn, dekkes mot uttørking alternativt vintermatter mot frost.

4.3.5 Kantstein av skifer

Hagekantstein av skifer kan settes i mørtel eller sand. Settelaget bør være minst 50 mm tykt og 50 mm opp på sidene av steinen. Kantsteinen bør ikke stikke nevneverdig opp over marknivå grunnet bruk av hagemaskiner, men ønskes en markert kant bør høyden over marknivå være minst 50 mm. Steinene settes knas, hvor det hulrom som oppstår fylles med jordfuktig fugemørtel. Vil man ha en mer markert fuge settes avstanden til ca. 20 mm. Fugen gattes med fugeskje.

Ettersom kantsteinen har naturplan kan den ha ganske vid tykkelsestoleranse. Det kan derfor være nødvendig å sortere steinene før monteringen. Begynn med de tynneste i den ene enden av montasjen og avslutt med de tykkeste i den andre.

4.3.6 Fuger

Kantstein skal settes med fuger, og det anbefales 20 mm om ikke annet angitt, og det brukes jordfuktig mørtel med fasthetskklasse min B 35, samme som settemørtel. Fugebredder inntil 4 mm bør ha kornstørrelse 0,5-2 mm, mens bredere fuger bør ha kornstørrelse 0,5-4 mm I busslommer/-holdplasser anbefales smalere fuger grunnet stort sidetrykk, ca. 4-6 mm om råkilt faskantstein benyttes. En metode kan være å montere steinen knas, og skjære opp fuger med kutteskive. Kasselstein har avrettede ender og settes med smale fuger. Å montere knas i busslommer medfører over tid at man får knusing/avskaling i fugene grunnet bevegelser i bakken og temperaturvariasjoner.

Når fugene er helt fylt med mørtel skal fugemassen gattes med fugeskje på alle vissider.

4.4 Krav til ferdig kantstein

Toleransekravene på ferdig satt kantstein fremgår av Tabell 4.1 (NS 3420 K5).

Tillatt avvik fra teoretisk overkant stein ± 20 mm, og avstand fra teoretisk senterlinje 30 mm. Over en strekning på 5 meter skal avviket fra jevn linje ikke overstige 15 mm i høyde og 10 mm i sideretning. I tillegg til disse toleranser kommer ujevnheter i steinen som ligger innenfor kravet til behugning.

Fasing av kantstein skal utføres gjennom hugging. Sagete flater eller spor etter sagblad må ikke forekomme på synlige flater.

Stein med forskjellig utseende og ulike materialer bør ikke blandes i samme strekning.

4.5 Erfaringer

Her belyses noen typiske problemer som kan oppstå ved montering av kantstein og/eller ved montering av tilsluttende belegget.

Råsplittet kantstein er produsert med en synlig side (vis-side) og en bakside. Det er viktig at steinen monteres slik at den synlige siden alltid vendes rett vei for at monteringslinjen skal bli rett.

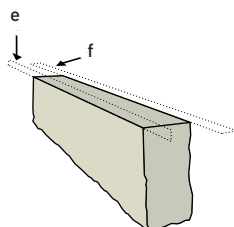
Kantstein med alt for vide måltoleranser må sorteres etter mål før montering slik at like store bredder monteres etter hverandre. Dette for at fugen mot den tilsluttende flaten/belegget mot den bakre kantsteinlinjen ikke skal variere for mye.

I gater med kantstein bakstøpt med mørtel som skal belegges med storgatestein bør stein med høyden 100 ± 10 (9/11) velges istedenfor 140 ± 10 (13/15) til den nærmeste raden.

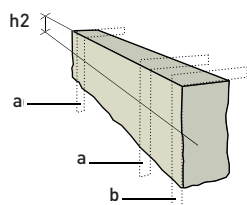
Ved montering av kantstein ved sterkt trafikkerte flater, for eksempel bussholdeplasser, er det stor risiko for at steiner slites mot hverandre i fugen og fliser skalles av. Risikoen er stor når gradhugget kantstein monteres knas. Dette unngås hvis steinen monteres med anbefalt fugebredde



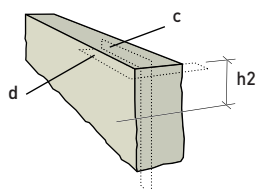
Kantstein. Foto: Norsk Bergindustri

Kantretthet

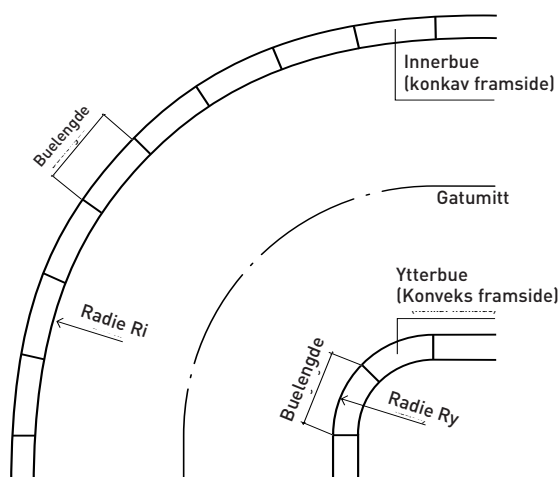
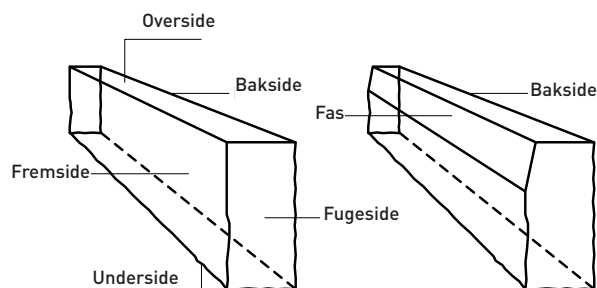
e) Kantretthet parallelt overside.
f) Kantretthet vinkelrett mot overside.

Vinkelretthet

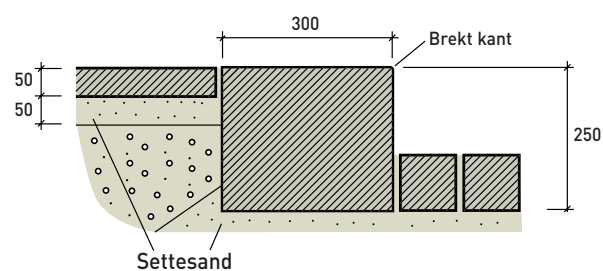
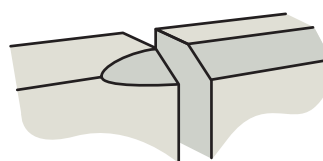
a) Vinkelretthet mellom overside og fremside inntil mål h2.
b) Vinkelretthet mellom oversidens og fremsidens endekantlinjer inntil mål h2.



c) Vinkelretthet mellom overside og fugeside inntil mål h2.
d) Vinkelretthet mellom fremsides og fugesidens øvre kantlinjer.

Fig. 4.7 Måling av toleranser.**Fig 4.8** Definisjoner kurvekantstein.**Fig 4.9** Benevning av kantsteinens ulike overflater.**Standardutførelse av kantstein**

- råkilt vinkelkantstein RV
- råkilt faskantstein RF
- krysshamret/gradhugget vinkelkantstein GV
- krysshamret/gradhugget faskantstein GF

Faktarute 4.10**Fig 4.11** Platekantstein.**Fig 4.12** Avfasing i overgang mot faskantstein.

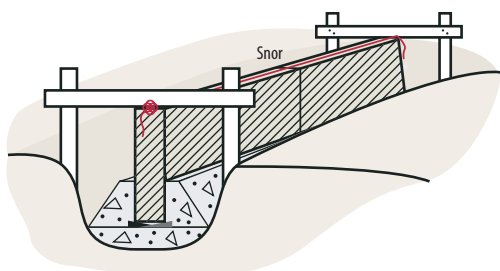


Fig 4.13 Salinger for innretting av kantstein.

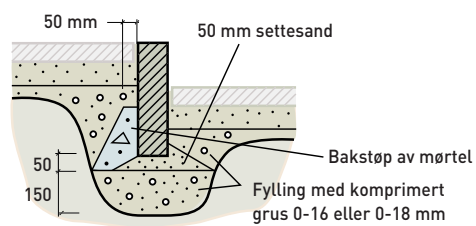


Fig 4.15 Setting av kantstein i grus med bakstøp av mørtel.

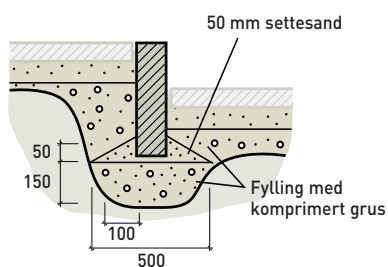


Fig 4.14 Setting av kantstein i grus.

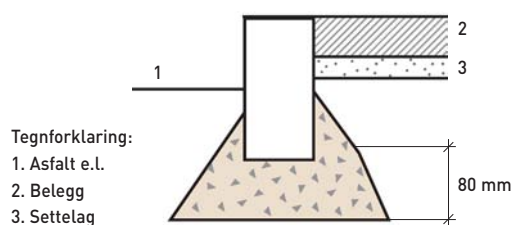


Fig 4.16 Kantstein på settelag av betong avsluttet mot belegg på settelag.



Kantstein. Foto: Norsk Bergindustri

5

GATESTEIN

De eldste gatesteinsbelegg vi kjenner i Norge ble satt i Bergen på begynnelsen av 1500-tallet. På 1800-tallet ble gatestein satt i Oslo, hugget av diabas, og senere i samme århundre begynte man å bruke granitt etter som krav til rettere kanter og kvadratisk størrelse ble strengere.

Navnet brostein, som også benyttes i dag, stammer nok opprinnelig fra den første bruk av steinen, den dannet bro over bekker, myrer og andre fuktige steder.

Av hugget gatestein var det først og fremst storgatestein som ble brukt. Når behovet økte og prisene økte, begynte man allerede år ca. 1890 med produksjon av smågatestein på forsøksbasis. Etter hvert tok denne suksessivt over som belegg fram til asfalten overtok på 1930-40 tallet.

I dag gir gatestein gode muligheter til å skape hyggelige utemiljøer i byene, der mennesker kan føle atmosfæren og tradisjonen i dette vårt eldste naturmateriale. Gatestein er et utmerket materiale for gater, rundkjøringer og utfarter.

Egenskaper og overflatebearbeiding etc. er behandlet i kapittel 2 og i Steinkartoteket. Ved prosjektering bør estetiske aspekter som mønstersetting, fargesetting, steinens størrelse, tekstur etc. veies inn for å oppnå gode helhetsløsninger.

Gatesteinsbelegg gir også andre positiv miljøgevinst med betydelig mindre svevestøv i fbm bruk av piggdekk, samt vil virke hastighetsdempende på biltrafikk. På den annen side vil høy hastighet kunne skape mye støv.

5.1 Materialvalg og overflatebearbeiding

Gatestein har oftest flere synlig flater – visflater, det er opp til steinleggeren å finne den beste flaten som skal monteres synlig. For å skape spesielle effekter, markere flater, lage mønster og symboler kan man bruke stein med ulike farger, eksempelvis som markeringer og trafikksikkerhet for fotgjengere og syklistene.

Gatestein produseres hovedsakelig av granitt. Gatemiljøet stiller store krav til steinmaterialet når det gjelder trykkfasthet, slitestyrke og motstand mot saltkrystallisering. Det er derfor viktig at man bruker stein av god kvalitet. Skandinavisk marmor og kalkstein tilfredsstiller i noen grad disse krav og brukes iblant til hvite / lyse markeringer.

5.1.1 Overflatebearbeiding

Gatestein produseres med råsplittet flate, som i hovedsak framstilles gjennom klipping. Merker etter bore- og kilehull skal ikke forekomme på visflaten. Det forekommer også brukt stein på markedet som er tatt opp fra eldre belegg for gjenbruk. Denne steinen er vanligvis råsplittet, håndhugget gatestein med slitt, avsløpt visflate med dekorativ patina. En ulempe kan være at flaten kan bli glatt. Ofte har brukt gatestein videre toleranser enn nyprodusert stein, noe som krever sortering før setting. Brukt gatestein finnes også i forskjellige kvaliteter, steintyper og farger. Ved kjøp av brukt stein er det viktig å kontrollere

slitasjen og utseendet etter som variasjonen kan være meget stor. Man må også angi hvilken side som skal være visflate.

Gatestein kan også produseres saget med gradhugget eller flammet overflate. Slik stein brukes ofte for å gjøre flaten jevnere og for spesielle markeringer. Undersiden er vanligvis saget og gradhugget, dette for å oppnå god friksjon eller feste til bærelaget. Gatestein som utsettes for tung trafikk utsettes for kraftige sidekrefter. Råsplittet stein gir god friksjon mot underlaget og sideveis i fugene, noe som gir godt samvirke og feste for sette- og fugematerialet.

5.2 Dimensjoner og mønster

5.2.1 Dimensjoner

Historisk finnes gatestein i formatene storgatestein, smågatestein og mosaikkstein.

Norsk Standard NS-EN 1342 gjelder hvis ikke annet er angitt. I standarden angis begrep, toleranser, prøvningsmetoder etc., men ingen dimensjoner. Innføringen av denne Europastandard har medført at dimensjonstoleransene på råsplittet smågatestein har blitt videre, og det kan i praksis bety at rettsetting ikke kan utføres uten sortering. Derfor bør snevrere toleranser angis i forespørsler og dokumenter når rettsetting ønskes.

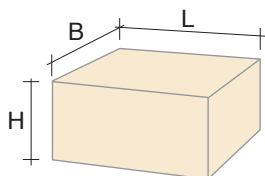
Dimensjonstoleranser etter NS-EN 1342			
Tillatt avvik fra nominelt format	Nominell dimensjon	Plandimensjoner (bredde/lengde) og høyde	
		Klasse 1 (T1)	Klasse 2 (T2)
Råsplittet ¹	≤ 60 mm	± 10 mm	± 7 mm
Bearbeidet ²	"	± 7 mm	± 5 mm
Råsplittet	> 60 ≤ 120 mm	± 15 mm	± 10 mm
Bearbeidet	"	± 10 mm	± 5 mm
Råsplittet	> 120 mm	± 15 mm	± 12 mm
Bearbeidet	"	± 10 mm	± 7 mm
Planhet/ruhet i overflaten (maks fordypning og forhøyning)	Råsplittet	Bearbeidet	
Råsplittet	± 10 mm	± 5 mm	
Grovbearbeidet	± 5 mm	± 3 mm	

¹ Grovt tilhugget side, for eksempel kilt, splittet (knekket) etc.

² For eksempel flammet, gradhugget eller hugget.

OBS! Klasse 2 har snevrere toleranser enn klasse 1.

Tabell 5.1 Dimensjonstoleranser.



Tabell 5.2
Typiske lagerførte dimensjoner.

Typiske lagerførte dimensjoner 2012							
Type	Benevning	Behugning	Dimensjoner				
			Bredde B	Høyde H	Lengde L	Ant./m ²	Vekt/m ²
Storgatestein	14/20/14 ¹	Råsplittet	140 ± 10	140 ± 10	200 ± 20	33	350
Storgatestein	14/20/10	Råsplittet	140 ± 10	100 ± 10	200 ± 20	33	255
Storgatestein	14/20/7	Råsplittet	140 ± 10	70 ± 10	200 ± 20	33	185
Smågatestein	7/9	Råsplittet	80 ± 10	80 ± 10	80 ± 10		
Smågatestein	8/10 ²	Råsplittet	90 ± 10	90 ± 10	90 ± 10	85	190
Smågatestien	9/11 ²	Råsplittet	100 ± 10	100 ± 10	100 ± 10	80	210
Smågatestein	10/12 ¹	Råsplittet	110 ± 10	110 ± 10	110 ± 10	72	240
Smågatestein	10/12x5/6	Råsplittet	110 ± 10	56 – 60	110 ± 10	72	120
Mosaikkstein	4/6	Råsplittet	40 – 60	40 – 60	40 – 60	280	110

¹ Leveres også som brukt gatestein.
² Leveres også som brukt gatestein, da som oftest i en blanding av begge dimensjoner.

5.2.2 Mønster

All gatestein skal settes knas, dvs. at steinene skal settes inntil hverandre. Takfallet (tverrfall fra høyeste punkt på midten av gaten) bør være minimum 30% på kjørearealer og minimum 20% på gangarealer.

I gater og områder med biltrafikk skal steinen settes i forband i kjøreretningen, dvs. man skal ikke ha gjennomgående fuger i kjøreretningen.

Spesielt i områder hvor trafikken endrer kjøreretning (vridende trafikk) bør belegget oppdeles i felter med kraftig mot-hold, f.eks. med kantstein. Denne skal monteres dypt og under settelaget for å motstå de store krefter som opptrer.

NS 1342. Avvik fra rettinkelhet				
Nominell dimensjon	Klasse 1	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 2
	Maks 1 side	Maks sum	Maks 1 side	Maks sum
< 60 mm	10 mm	20 mm	5 mm	10 mm
> 60 ≤ 120 mm	15 mm	25 mm	10 mm	15 mm
> 120 mm	25 mm	30 mm	15 mm	20 mm

Tabell 5.3 Toleranseavvik fra rett vinkel.

De små formatene av gatestein gir store muligheter til å skape ulike mønster som passer til flatenes former. De vanligste settemåtene er rett-, bue- og diagonalsetting. Mønstervirkning

kan forsterkes med forskjellige fargesettinger eller størrelser på steinene.

For beste resultat bør størrelsen på smågatestein tilpasses det mønster som skal settes i prosjektet.

Storgatestein sorteres ved rettsetting slik at avvikene i breddemål er maks 15 mm i hver rad.

Storgatestein egner seg kun for rettsetting.

Mosaikkstein leveres i format 50 x 50 x 50 mm med toleranse ±10 mm.

Følgende settemønster er vanlige:

Rettsetting

Når stein settes i rette rekker, skal det være gjennomgående fuger på tvers av gateløpet, mens fugene i lengderetningen skal være forskjøvet minst en 1/3 av steinens side for å oppnå stabilitet (satt i forband).

Rettsetting



Det monteres 5-7 rekker om gangen, og etter setting av de første steiner måles bredden, og snorer trekkes parallelt i hele bredden og i riktig høyde, alternativt benyttes elektroniske instrumenter. Rettholt er også nødvendig å bruke.

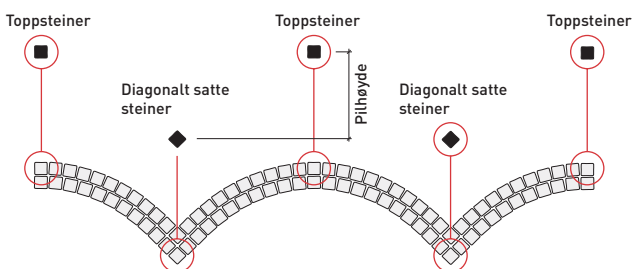
Retningssteiner plasseres ut jevnt fordelt på kjørebanebredden. De justeres i høyde slik at det blir riktig høyde og helling på kjørebane. Deretter fylles rekkene på med stein.

Nye retningssteiner plasseres ut med jevne mellomrom (hver 5te –7de rad) for å få riktig høyde på gatesteinen i forhold til kantsteinen. Gatestein sorteres slik at steiner med samme breddemål kommer ved siden av hverandre. Steinenes høydeforskjell opptas av settelaget, og hver stein settes hammerfast. Fugene blir ca. 10 mm for smågatestein og ca. 15 mm for storgatestein, selv om de i utgangspunktet settes knas.

Buesetting

Når stein settes i bue, skal forskyvningen være minst 1/5 av steinens sidekant.

Buesetting



Begynn med å dele inn kjørebanebredden, eller den flate som skal settes, i et jevnt antall buer som er 1 – 1,5 m lange. Mot kantsteinene skal det være halvbuer. Plasser en stein på hver side av kjørebane ved kantstøtten.

Pilhøyden (buens høyde) skal være 1/5 av buens bredde. Legg ut steinene ved buens begynnelse. Sett steinen i bueform med de mindre steinene i begynnelsen og de større ved slutten av buen. Buene bør alltid gå mot fallet.

Toppsteinene og endesteinene skal sitte på rette linjer for at buene ikke skal vandre. Buesetting gir som regel meget godt forband.

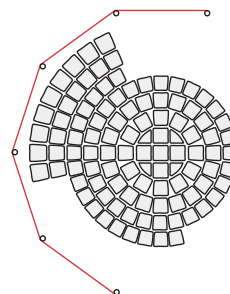
I Ålesund finner man et buemønster kalt Ålesundmønster – se bilde. Det ligger 13-14 stein i hvert legg, og hvor pilhøyden er ca. 15 cm. Belegget ble satt i 1920-årene, og med mange ulike steintyper fra store deler av Sunnmøre og Nordmøre.

Sirkelsetting

Man begynner med å sette ut sirkelens sentrum og markere høyden på en kjepp. Deretter markeres sirkelens ytterkant og høydesettingen der.

Først setter man 4 ”store” steiner i et kryss. Så setter man diagonalt delte steiner i de åpne feltene. Deretter setter man 3 sirkler rundt krysset, disse steinene bør være så små som mulig, ca 80 x 80 mm, slik at man får smale fuger. Når dette er

Sirkelsetting



gjort, setter man 5 buer og fortsetter til alle buer sitter sammen i sirkler. Disse buene bør være omtrent 55-75 cm lange.

Når man setter sirkler er det viktig at radien på sirkelen holdes rett hele tiden. Dette gjøres ved å holde en snor spent fra sentrumspinnen. Snoren holdes strukket og får løpe fritt rundt sentrumspinnen. Høyden og hellingen på sirkelen kontrolleres kontinuerlig med retteskive fra yttersteinene til korssteinene ved sentrum.

Når sirkelen er ferdig, tas sentrumspinnen bort og erstattes med en sentrumstein.



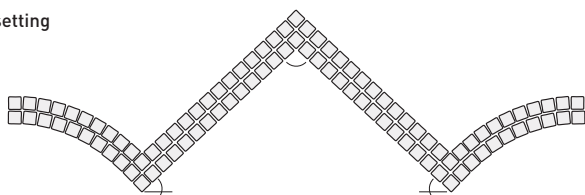
Foto: Øyvind Dalhus, Ålesund



V-setting

Dette mønster er en blanding av buemønster og rettsetting. Man setter halve buer mot sidene, og fortsetter med rettsetting. Rettsettingen skal starte i 90° fra siste stein i halvsirkelen. Retningen på rettsettingen blir da 45° på rettesnoren for halvbuen. Buesetting starter på begge sider av gaten, mens rettsettingen skal møtes på midten av gaten og flettes sammen. Spissen i "V-en" skal peke mot fallet.

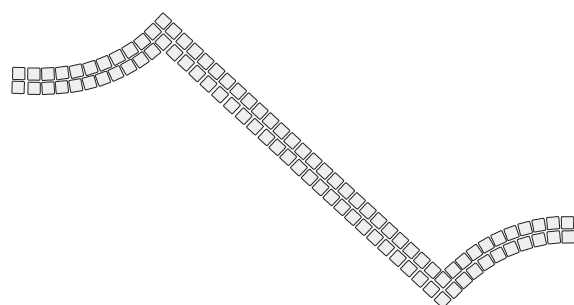
V-setting



Diagonalsetting

Også dette mønster er en blanding av buemønster og rettsetting. Man setter halve buer mot sidene, og fortsetter med rettsetting. Rettsettingen skal starte i 90° fra siste stein i halvsirkelen. Retningen på rettsettingen blir da 45° på rettesnoren for halvbuen.

Diagonalsetting

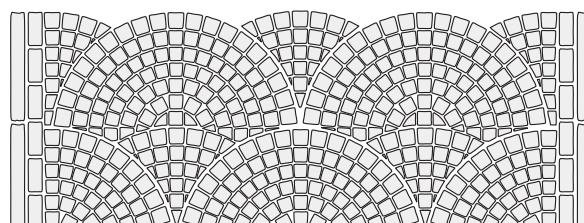


Legg merke til at halvbuen svinger i hver sin retning for å få riktig tilpasning.

Palmetter (sommerfugl/halvbue)

Palmetter kan settes på tre måter, samt den 4. som er en kombinasjon av de tre første. Forskjellen mellom de tre første er at pilhøyden varierer mellom 1/2 buebredde, buebredde og 1/4 buebredde.

Palmetter



Andre konstruksjoner

Veisetting



5.3 Prosjektering og montering

Gatestein blir brukt som slitelag på gater, torg og andre steder der man vil bevare et eldre miljø, for eksempel i eldre bydeler. Et belegget med gatestein som er riktig utført, er garantert holdbart. En steinsatt flate blir vakrere med årene når steinen slites og aldres. I beskrivelsen angis hvilken steinsort som skal brukes i prosjektet. Det skal fremgå tydelig om eksempelvis den gatestein som finnes skal brukes eller man skal bruke ny gatestein. Ved bruk av ny stein skal det informeres om steinsort og opprinnelse. Fargen bør også angis, f.eks. grå, grå/rød, svart eller hvit. I visse prosjekter bør brukt gatestein velges for å passe inn i miljøet.

5.3.1 Valg av konstruksjon

I offentlige prosjekter monteres gatestein som oftest i mørtel med mørtelfuger på arealer med middels eller stor trafikkbelastning, eller der det stilles spesielle krav til overflaten for drift, vedlikehold, rengjøring, avfallshåndtering, vareleveranser etc. Montering i løsmasser brukes på arealer med liten trafikk og i private prosjekter. Vær imidlertid oppmerksom på at rengjøring skjer i dag ofte ved høytrykksspyling, og da kan fuging med korning spyles vekk.

Steinen skal alltid settes på et godt pakket, frostfritt bærelag. Krav til trykkfasthet, heft og vanngjennomtrengelighet gjelder. For å oppnå nødvendig vanngjennomtrengelighet i settelaget kan brukes drenerende mørtel som kjøpes som tørrmørtel, men den er dessverre ikke kommersielt tilgjengelig i dag, og må i tilfelle kjøpes fra utlandet. Metoden gir et motstandskraftig, kompakt og solid konstruksjon

I Danmark har man god erfaring med å sette gatestein i grus/korning hvor årsdøgntrafikken (ÅDT) er < 5000, mens det ved høyere ÅDT brukes settelag i mørtel.

5.3.2 Prosjektering

For at en steinsatt flate skal fungere bra må den være riktig utført med tette fuger og stabilt sidestøtte/mothold. Dette er viktig fordi steinene skal låses mot hverandre.

Før man begynner med settingen skal kummer og avstengingsventiler justeres til riktig høyde.

Steinsetting i sementmørtel forekommer på bruer og ved tungt belastete flater. Ved setting i mørtel skal man også bruke mørtel til fugging.

Ved mindre flater (< 20 m²), eksempelvis ramper, kan setting av gatestein utføres i jordfuktig mørtel. Ved setting i mørtel eller tørrmørtel skal flaten holdes avstengt fra trafikk i minst 14 dager etter settingen. Ved temperaturer lavere enn 10°C økes avstengningstiden.

Vær oppmerksom på at jordfuktig sementmørtel og tørrmørtel har begrenset bestandighet mot saltforvitring. På flater som utsettes for stor saltbelastning må man derfor regne med omlegging etter ca 10-15 år.

5.3.3 Belegg med biltrafikk

Gatebelegg med gatestein skal ha et tverrfall på 30%.

Normalt utføres gate med takfall (høyeste punkt på midten).

Kantstein av granitt danner en konstruktiv ramme for gatens oppbygning og gir godt mothold for de belastninger som gaten blir utsatt for. Hvis belegget utføres etappevis eller hvis kantsteinen ikke er lagt ferdig, kan provisorisk mothold brukes. Fortauer skal utføres med et fall mot gaten på min. 20%.

Gaten settes hammerfast til riktig høyde ved nedbanking av steinene der det brukes mørtel i settelag. Ved setting i korning settes stein hammerfast med 15-20 mm overhøyde. Etter setting og fugging med korning brukes vibratorplate for komprimering og utjevning av steinhøyden. Overdekking av kummer og sluk bør være av fast type for at de ikke skal forårsake setninger.

En rad gatestein bør settes rundt kummene for å ramme inn overdekningen. Overdekningen bør ligge 10 mm under beleggets overflate på gater og 5 mm under fortausbelegget.

5.4 Setteling

5.4.1 Setting i mørtel

Vi anbefaler å bruke sementtype Norcem Standard FA (Flyveaske), Norcem Anleggssement FA eller tilsvarende. Settemørtel skal tilfredsstille fasthetsklasse B-35 (NS 3420 KDb). Krav til settelag – se Tabell 5.4.

Belegg med ÅDT > 5000 bør alltid settes i mørtel, dette skyldes i hovedsak vridningskrefter fra tungtrafikk i gatehjørner og rundkjøringer, samt stor belastning fra arbeidsmaskiner.

Underlaget må fuktes før settemørtel legges ut. Steiner med grov underside fuktes før setting, og steiner med slett underside slemmes på undersiden med en blanding av sand og sement i forholdet 1:1. Bærelaget skal alltid dreneres for å hindre vannansamling under belegget.

Bærelaget bør oppdeles i felter av ca. 6 x 6 m hvor bevegelsesfuger legges inn. Fugematerialet i bærelaget kan være sand/grus. Dette er imidlertid en krevende prosess, og et alternativ er bruk av drenerende asfalt. Bevegelsesfuger må også legges mot faste bygningskonstruksjoner, rundt kummer og sluk, men krever spesiell beskrivelse og spesielle fugematerialer for slikt bruk.

Mosaikkstein skal nesten alltid settes i mørtel, men i gangarealer og arealer uten biltrafikk kan mosaikkstein settes i korning. Steinene støtes fast i settemørtelen. Nysatt stein må ikke trækkes på av fotgjengere før etter 2 døgn og må ikke utsettes for annen trafikk før 14 døgn etter setting.

Satt areal bør tildekkes med plast for å hindre uttørring eller utvasking fra regn. Vintermatter eller lignende bør benyttes for å unngå frost under herdeprosessen.

5.4.2 Setting i løsmasser

Setting i løsmasser skal følge NS 3420 Tabell K3.

Tabell K3 NS 3420 Krav til settelag		
Type belegg	Settelag av løsmasser eller betong	Fugebredde
Storgatestein	50 – 70 mm	Knas
Smågatestein	50 – 70 mm	Knas
Mosaikkstein	30 – 50 mm	Knas
Heller	30 – 50 mm	Angitt

Tabell 5.4

5.5 Planhet og fuger

Etter NS 3420 Tabell K5 er det følgende krav til planhet og fuger for belegg:

Type belegg	Planhet (svanker og bulninger). Måtelengde 3 m	Største sprang ved fuger	Fugebredde		
			Kjørearealer	Gangarealer	
Storgatestein	± 8 mm	± 5 mm	8 mm	5 mm	Knas
Smågatestein	± 5 mm	± 3 mm	5 mm	3 mm	Knas
Mosaikkstein	± 5 mm	± 3 mm	5 mm	3 mm	Knas

Før monteringen starter, skal underlagets jevnhet kontrolleres.

Tabell 5.5

Etter NS 3420 Tabell K4 gjelder følgende toleransekrav for striper, men gjelder kun for saget eller hugget visflate:

Type toleranse	Måtelengde	Toleransekrav
Planhet (svanker og bulninger) på over- side og visflate	3,0 meter	± 5 mm
Jevnhet i lengderet- ning, målt langs topp av visflate	3,0 meter	8 mm
Sprang ved fuger	=	4 mm

Tabell 5.6

5.5.1 Fuger

All gatestein skal settes knas, dvs. steinene skal settes inntil hverandre. Man må likevel følge krav til fuger som fugemørtel-industrien har, og som kan være forskjellig fra produsent til produsent, men i praksis minimum 5 mm. Overflatenes ruhet og måltoleranser gjør likevel at det skapes til dels store fuger mellom steinene. Gjennomgående fuger skal danne rette linjer.

Bevegelsesfugene tilpasses underlaget (bærelaget).

Vann må ikke bli stående i konstruksjonen, det medfører stor risiko for at steinene løsner på grunn av frost og trafikk, derfor skal bærelaget alltid dreneres.

Fugebredder inntil 4 mm fylles med ferdig blandet tørrmørtel, eller man blander tørr sement og finsand 0,5-2 i forhold 1:3. For bredere fuger skal det normalt brukes knuste steinmaterialer 0,5-4 mm. Mørtelen børstes ned i fugene, så foretas vibrering, til sist etterfylles fugene og belegget børstes helt rent før belegget dusjes lett med vann til mørtelen er gjennomfuktig. Fugemørtel skal tilfredsstille fasthetsklasse B-

35 (NS 3420 KDb).

Ved setting i sand fylles fugene med tørr fugesand eller steinmel med kornstørrelse 0,5-2 mm for fugebredder inntil 4 mm, og kornstørrelse 0,5-4 mm for bredere fuger. Steinmel binder og tetter igjen fugen bedre enn natursand. Dessuten reduseres muligheten betydelig for at det skal vokse ugress der. Ved noe større fuger anbefales knust materiale. Sand og korn- ning skal slemmes inn med vann for bedre fylling av fugen.

En annen fugeløsning er asfaltfuge. Man blander 4,5 liter varm bitumen, 15 liter korning 0-6 samt litt kalk, derved oppnås en meget fleksibel fuger som kan være svært gunstig spesielt når steinen settes i løsmasser.

I andre tilfeller har man brukt fugesand tilsatt noe leire, og med samme effekt.

For å unngå problem med at fugen suges opp av renholds- maskiner kan man bruke forskjellige sorter fugemørtel og til- setninger som finnes på markedet. Etter fuggingen børstes flaten helt ren og holdes fuktig i minst 3 døgn. Flatens skal ikke tra- fikkeres før tidligst etter 14 døgn.

Etter fugging med løsmasser skal det alltid komprimeres, derfor er det viktig at steinen monteres med overhøyde. Kom- primering innebærer også at fugene må etterfylles etter kom- primering.

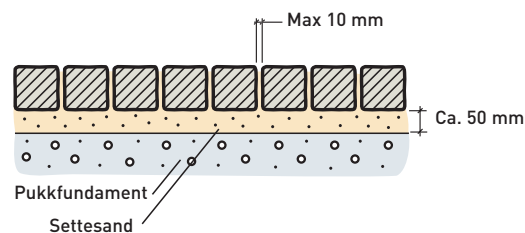


Fig 5.7 Typekonstruksjon.

5.6 Andre konstruksjoner

5.6.1 Markeringsfelter i asfaltflater

For å påkalle kjøretøytrafikanter oppmerksomhet legges det iblant inn markeringsfelter i asfaltbelegget. Det kan være foran fotgjengeroverganger, ved innfart til rundkjøringer, "veihumper" ved områder med nedsatt hastighet, etc.

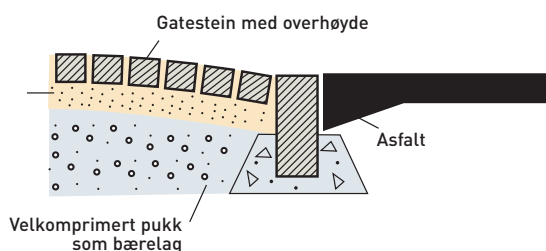


Fig 5.8 Markeringsfelt av gatestein med overhøyde.

5.6.2 Belegg av storgatestein med gressfuge

Steinene settes med langsidenes tett mot hverandre og med 30 til 40 mm fuge mellom kortsidene. Fugene fylles med vekstjord til ca 15 mm under steinens overflate. Jorden mellom steinenes kortsider skal pakkes lett. I samband med såing legges et tynt lag av porøs jord i fugene.

5.6.3 Renner

Renner i utendørs belegg følger NS 3420 slik:

- *Materialer: Matrise KD3.2:1 Kode 4*
- *Tverrsnittsform: Matrise KD3.2:2 Kode 6*
- *Settelag: Matrise KD1*

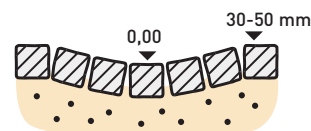


Fig 5.9 Vannrenne satt med 5 rader smågatestein.

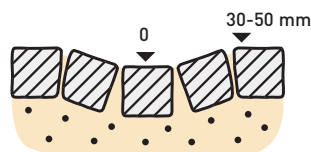


Fig 5.10 Vannrenne satt med 3 rader storgatestein.

Ved bruk av gatestein kan man bygge renner utenfor ovenstående matriser. Renner med storgatestein rettsettes med 2-3 rader med ca. 50 mm nedsenk på midten i skålfom. Planhetskravet er maks 8 mm avvik målt på 3 m lengde, målt i rennens lengderetning. Gatesteinene skal ligge i nivå med hverandre.

Renner utføres med minst 20 ‰ fall og tilpasses mot sokler, kummer o.l. ved å hugge steinen. Vannrenner av gatestein settes med fordel i mørtel.

Renner med smågatestein utføres med 3-4 rader med ca. 50 mm nedsenk på midten i skålfom. Planhetskrav og fall er det samme som for storgatestein.



Illustrasjonsfoto.

5.7 Krav til ferdig flate

NS 3420 setter krav til at ferdig overflate skal ikke avvike mer enn 20 mm i forhold til teoretisk (prosjektert) nivå. Se tabell 5.5 over. For måling av planhet brukes 3m rettholt, men elektronisk eller optisk instrument kan også brukes.

Storgatestein

Storgatestein i rader sorteres slik at jevnstore steiner settes i samme område.

Avvik fra planhet på kjørearealer må ikke være større enn ± 8 mm på målelengde 3 meter, mens gangarealer skal ha maks ± 5 mm avvik. Største sprang ved fuger skal være maks 8 mm respektive 5 mm.

Asfaltrester må ikke forekomme på ferdig flate. I belegg må det ikke forekomme fordypninger der vann kan bli stående.

Smågatestein

Flaten skal være jevn og må ikke inneholde forhøyninger eller fordypninger.

Avvik fra planhet på kjørearealer må ikke være større enn ± 5 mm på målelengde 3 meter, mens gangarealer skal ha maks ± 3 mm avvik. Største sprang ved fuger skal være maks 5 mm respektive 3 mm.

Asfaltrester må ikke forekomme på ferdig flate. I belegget må det ikke forekomme fordypninger der vann kan bli stående.

5.8 Erfaringer – gode råd

Ved setting av gatestein i mørtel settes alltid hammerfast til riktig høyde umiddelbart, etterkomprimering skal ikke utføres.

Ved setting av veiumpen ved rundkjøringer og liknende kan man få problemer hvis trafikken slippes på for tidlig på steinsatt flate. Veiumpen kan da trykkes sammen og det blir et trafikkhinder istedenfor et hastighetsreducerende tiltak.

Gatestein bør ikke settes på asfaltgrus i trafikkerte flater. Dreneringen tettes igjen av settelaget og vann blir stående under belegget. Steinene kan da "pumpes" da løs av biltrafikken.

Belegget bør deles inn i felter som avgrenses med for eksempel kantstein. Dette for å gi støtte og for å ta opp bevegelser.

Setting i mørtel holdes avstengt fra kjøretøytrafikk i minst 14 døgn. Hvis temperaturen er under $+10^{\circ}\text{C}$, økes denne perioden. Setting eller fugging med betong må ikke utføres hvis temperaturen er under $+5^{\circ}\text{C}$. Da skjer i prinsipp ingen herding.

Beskytt belegget satt i mørtel mot regn og uttørring i 5-7 døgn, og tilsvarende mot frost.

Se kapittel 3 avsnitt 3.1.1 om mørtel.

Stein med sagete kantsider skal ha fas eller avrundete kanter. Undersiden skal være grov, minst gradhugget.

Betongblandinger skal ha kvalitet min B 35 og brukes i løpet av 2 timer. Blandes 1:3 med 2-8 mm knust materiale. For å forbedre konsistensen brukes flytetilsetning, ikke bare vann!

Betongunderlag under belegget skal alltid dreneres. Vann kan alltid trenge igjennom fugene og forårsake frostskafer.

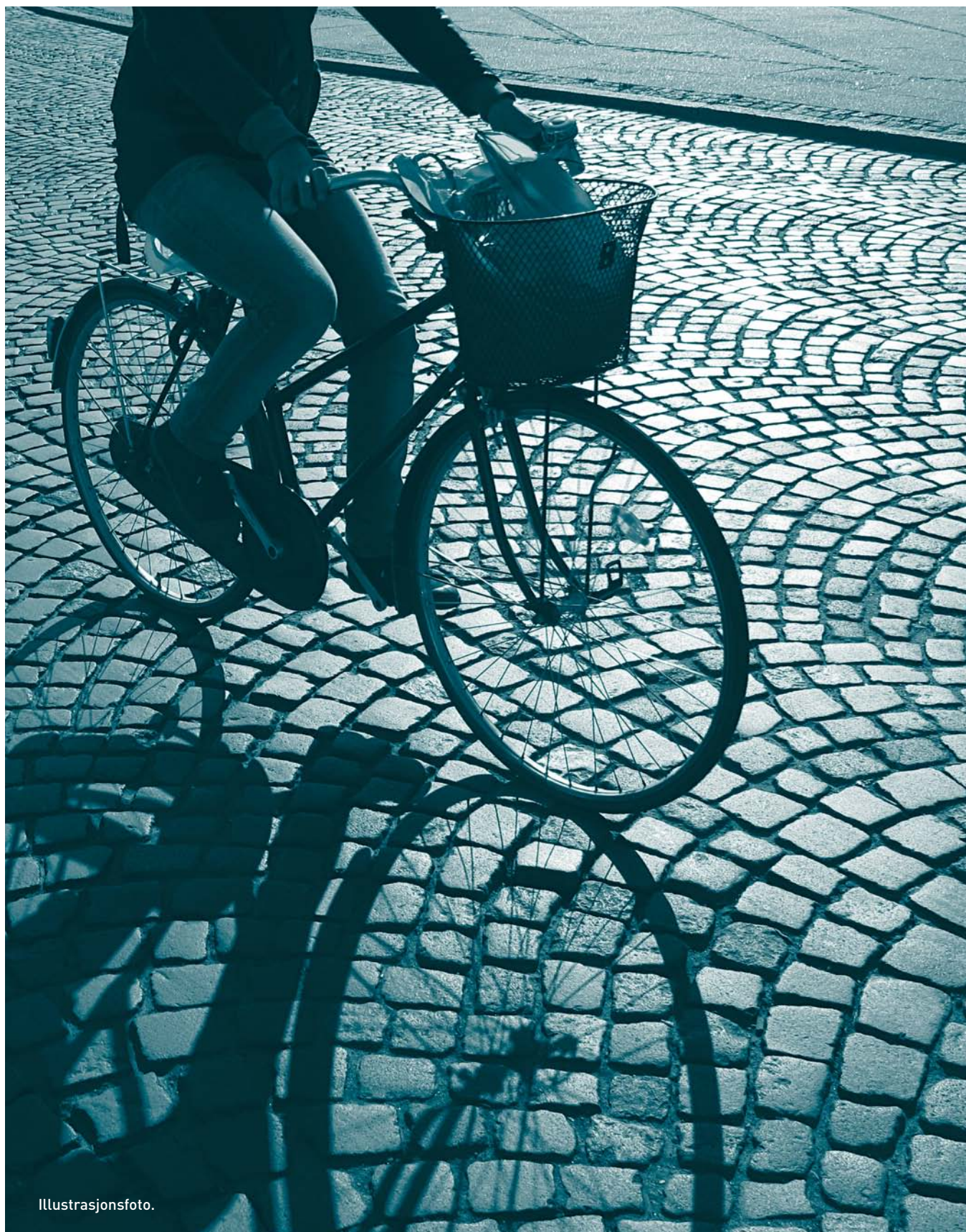
Mørtelfuger som er utført tidligere (dager før) "hugges tilbake" før ny fugging.

Settelaget og belegget inndeles med bevegesfuger i felt med maks 6 x 6 m sider.

Til sammenhengende flater og kjørebaner inntil hverandre brukes steinmateriale med samme tykkelse.

5.8.1 Vanlige grunner til mislykkete gatesteinsbelegg

- Steinen settes med for store fuger, er ikke satt hammerfast, og feil korning i fugene og/eller feil utførelse.
- Manglende «spenning» i belegget pga feil settemåte og/eller feil verktøy.
- Generelt feil bruk av materialene for setting i mørtel.
- Dårlig prosjektering: feil dimensjonering, feil materialvalg, dårlige tegninger og beskrivelser.
- Dårlig vedlikehold. Gatestein satt i mørtel krever regelmessig inspeksjon og reparasjon av skader som må utbedres umiddelbart.



Illustrasjonsfoto.



6 HELLER

Heller til belegg brukes i vidt forskjellige miljøer som offentlige torg, trafikkerte gater, private hager og innkjørsler. De ulike miljøene stiller ulike krav til konstruksjon og steinmaterialer. I dette kapittel gis anbefalinger om valg av materiale, overflatebearbeiding og konstruksjon.

6.1 Materialvalg og overflatebearbeiding

Kalkstein produseres ikke i Norge og omtales ikke nærmere, det henvises til det svenske hefte Utemiljö (www.sten.se).

Noen viktige momenter ved valg av naturstein til belegg:

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

Faktarute 6.1

Naturstein brukes først og fremst til belegg i utemiljø på grunn av sine gode mekaniske, kjemiske og estetiske egenskaper. Naturstein utstråler bestandighet og skaper atmosfære. Stein er et mangesidig materiale som kan varieres gjennom valg av ulike farger, overflatebearbeiding og formater for de fleste formål.

Denne mangesidigheten gjør det også mulig å lage kontraster og taktile markeringer som øker tilgjengeligheten i utemiljø.

De fleste steinsorter kan med fordel brukes som belegg på flater utendørs. Ved valg av steinsort skal man imidlertid være oppmerksom på det miljø steinen skal fungere i og hvilke mekaniske belastninger hellene kan ventes å bli utsatt for.

Silikatsteiner som granitt, kvartsitt- og fyllittskifer er mot standsdyktige mot for eksempel avisingssalter, mens kalkstein og marmor ikke er like godt egnet der man vil fjerne isbelegg med salt. Saltvann trenger inn i de ytre porene på kalkstein og marmor, og når det tørker ut, krystalliserer saltet seg og kan sprengne i stykker steinen. For å holde snø og is unna kalkstein og marmor anbefales underliggende varmekabler eller vannbåret varme. *Silikatsteiner* kan i prinsipp brukes til alle flater.

Porøse sandsteiner blir fort skitne og er dessuten ømtålige for saltutfellinger fordi de suger til seg vann. De brukes derfor bare unntaksvis som belegg.

Et allment krav til naturstein er at hellene ikke skal ha sprekker, borehull, åpne spalter eller lignende.

Håndverkkyndighet og moderne produksjonsteknikk gjør at naturstein kan leveres med mange forskjellige overflatebe-



Rampe for funksjonshemmede ved Molde Rådhus, utført i flammet Red Multicolor. Foto: Nerlands Granittindustri AS

arbeidinger og i forskjellige format. Slipte, polerte eller bare sagete plater bør ikke brukes i utemiljø fordi disse flatene blir svært glatte når de blir våte.

Hvilke overflatebearbeidinger som passer for respektive steinsort og type av belegg framgår av tabell 6.2.

For valg av steinsort og overflatebearbeiding – se definisjoner/beskrivelser i kapittel 2 og Steinkartoteket.

Anbefalt overflatebearbeiding på belegg			
Steintype/ overflate	Gangbane/ hagebelegg	Terrasse	Kjørebane
Granitt			
Råsplittet			■
Flammet	■ ■	■ ■	■ ■
Hamret	■ ■	■ ■	■ ■
Kvartsittskifer			
Naturplan	■ ■	■ ■	■
Fyllittskifer			
Naturplan	■ ■	■ ■	
En prikk: Egnert. To prikker: Meget godt egnert			

Tabell 6.2

6.1.1 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. Det finnes mye å velge mellom.

Felles for steintypen er stor motstandskraft mot slitasje og svært god bestandighet.

Følgende overflatebearbeidinger er de vanligste på heller av granitt for bruk til belegg:

Flammet 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 heller. Ulike grader av hugging egner seg til ulike bruk, og med ulike visuelle inntrykk – se tabell 2.3. Overflatebearbeiding. Kontakt produsent for nærmere info.

Overflaten er meget ru og sklisikker, og har samme bruksområde som flammet overflate. På flammete og gradhugne heller med sagete sider bør overkantene fases til 1-5 mm eller avrundes. En slik kantbearbeiding fyller to gode funksjoner. Det utsatte, synlige hjørnet blir mer robust mot avskalling, samtidig som hele belegget blir mer

brukervennlig.

Underside og kantsider utføres vanligvis saget på granitt. Unntak er råsplittete og flammete heller, som også utføres med råsplittete / klipte sider. Saget underside bør gradhugges for bedre friksjon mot settelag.

Råsplittet overflate brukes på granitt som har god kløvbarhet. Steinens kløveegenskaper 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.

Råsplittete heller kan leveres med satte kanter for å få jevnere fugekanter og redusere snublerisiko.

For heller med klipte kantsider med forhøyninger maks. 10 mm skal sidene være parallelle. Dimensjonstoleransen er ± 10 mm.

For bortledning av vann produseres plater med vannrenne på bestilling. Renningen kan da utføres i dialog mellom leverandør og bestiller.

VIKTIG!

Plater med tykkelse 30 mm eller mindre har en tendens til å bli konvekse i forbindelse med flammings eller gradhugging. For å få en jevn flate på de ferdige belegg (minimere fugeprangene mellom hellene) bør man derfor unngå altfor lange heller.

6.1.2 Skifer

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

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, gågater, terrasser og lignende.

Skifer spaltes til heller 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.

Hellene sorteres i tykkelsesintervaller, for eksempel 20-30 mm. Hellenes 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 hellene 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 hellebredden på tvers fordi hellene settes i forband, dvs. med overlapp ved tverrfugene.

Skifer leveres normalt med sagete kanter, mens Oppdal-skifer kan leveres med hugne kanter. Sagete kanter bør fases 1-5 mm eller avrundes for å gjøre kantene mer robust mot avskalling, samtidig som belegget blir mer brukervennlig.

Uregelmessige heller, kalt bruddheller, har vanligvis knekte kanter (bruddkanter). Otta-skifer leveres også med rustfarge.

Ulike skifertyper med naturplan har ulike sorteringer med hensyn til tykkelse, størrelse, planhet og overflatestruktur. Kontakt produsent for å få deres leveringsstandard.

6.1.3 Andre steintyper

I tillegg til granitt og skifer produseres en del larvikitt (monzonitt) og gneis til prosjekter i utemiljø.

Larvikitt brukes mest til murer med råsplittet overflate, men denne flaten anses som oftest å være for grov til å brukes som belegg.

Gneis har flere bearbeidingsmuligheter, og egner seg til flere formål utendørs.

6.2 Mønster, dimensjoner og toleranser

For belegg utendørs produseres natursteinhellene vanligvis i tykkelser fra 30 mm og oppover, skifer fra 20 mm. Visse steinsorter kan imidlertid fås i tykkelser ned til 10 mm. Ved valg av tykkelse må man ta nøye hensyn til trafikkbelastningen. En helle for en altan behøver nødvendigvis ikke være like tykk som en helle til hageganger o.l. Hvis settingen gjøres i sementmørtel på stabilt underlag kan hellens tykkelse være mindre enn hvis den settes i løsmasser.

Anbefalt tykkelsesvalg for skifer	Tykkelse
Belegg med liten belastning	2-3 cm
Middels belastning	3-4 cm
Fortau med sporadisk biltrafikk	4-5 cm
Arealer med stor belastning/biltrafikk	6-8 cm

Tabell 6.3

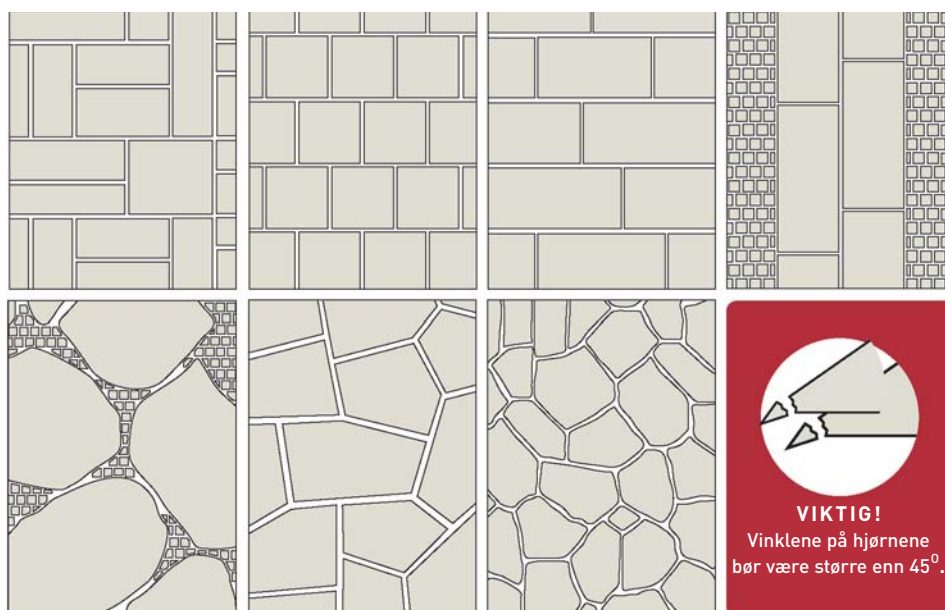


Fig 6.4 Ulike leggemønstre.

Heller leveres i den bredde og lengde som ønskes for det spesifikke prosjektet. Det er da viktig å vite hvilke påkjenninger hellen vil utsettes for, underkonstruksjonens bæreevne og om hellen skal settes i løsmasser eller mørtel. Brede og lange heller stiller store krav til underlagets jevnhet. Lange og smale heller bør unngås, de har dårligere motstand mot knekking enn korte og mer kvadratiske.

Et belegg der hellenes kanter er lett avfaset fungerer bedre. Belegget blir lettere å gjøre rent og risikoen for at enkelte plater skades ved for eksempel temperaturvariasjoner eller snørydding minimeres.

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

Størrelsen på en enkelt helle bør bare unntaksvis, eller som passbit mot annet anlegg, understige $0,1 \text{ m}^2$. Ved setting av heller i fallende lengder, bør fugeforskyvningen være minst en femtedel av platens bredde, dog minst 100 mm.

6.2.1 Mønster

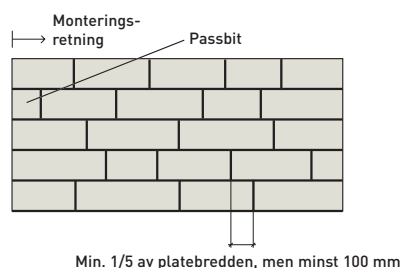


Fig 6.5 Belegg med heller i fallende lengder.

Naturstein gir mange muligheter til mønster i belegget, dels gjennom formgivning av hellene, dels gjennom kombinasjonen av ulike farger, steinsorter og overflatebearbeidinger som er tilgjengelig. Det vanligste og oftest rimeligste alternativet er belegg med heller av samme steinsort i fallende lengder og med lik bredde. Ofte varierer da lengden slumpmessig mellom 1 og 3 ganger bredden. For noen steinsorter er den maksimale lengden begrenset.

For å forsterke mønstervirkningen på en enkel måte, kan varierende bredder på hellene gi et godt resultat. Kvadratiske eller rektangulære plater kan legges i sjakkmønster eller enkle forband. Likeledes kan kvadratiske heller i dobbel bredde danne et mønster i et belegg 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 bør man ta hensyn til.

Uregelmessige skiferheller (bruddheller) lagt fagmessig gir utallige mønstre, og iblandet Otta-skifer med rustfarge fås et særegent ettertraktet mønster.

Heller med naturplan hos 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.

For at et uregelmessig mønster (bruddheller) skal bli harmonisk bør man tenke på følgende:

- Ingen gjennomgående fuger. En fuge bør ikke krysse mer enn tre tverrfuger.
- Ingen "kryssfuger", der 4 heller i et kryss.
- Ingen uttak (Hull/innhakk etc.) i steiner.
- Ikke for mange heller med parallelle sider.

Faktarute 6.6

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

6.2.2 Dimensjoner

Heller til belegg bør ha en flate på minst $0,1 \text{ m}^2$. Kvadratiske plater tåler tyngre trafikk enn rektangulære med samme tykkelse på grunn av bruddstyrken – se avsnitt 6.3. Ved setting i mørtel på stabilt underlag av for eksempel betong kan man velge tynnere heller enn ved setting i sand.

Hellenes 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).

Ved dimensjonering må hensyn tas til belastning og underlag. Se også avsnitt 6.4 der det gis en veiledning ved prosjektering og montering.

Standard dimensjoner for belegg av rektangulære heller med sagete kanter

	Fallende lengder ¹ Bredde mm	Maks lengde ¹ mm	Andre vanlige format mm	Tykkelse mm
Granitt				
Råsplittet ²				
Gradhugget	200, 300, 350, 400		400x400, 500x500, 400x600	30, 40, 60, 80, 100, 120
Flammet	"		"	"
Skifer				
Naturplan	150, 300, 350, 400, 500, 600	1200	300x300, 400x400, 50x50, 30x60, 40x60	20-30, 25-40, 30-40, 40-60, 60-80

¹ For fallende lengder er lengden normalt 1 – 3 ganger hellens bredde. Hellens maksimale lengde kan være begrenset, avhengig av steintype og trafikkbelastning.

² Råsplittet overflate produseres under visse forutsetninger.
Kontakt leverandøren for avtale om toleranser etc. Alle mål i mm.

Tabell 6.7



Foto: Norsk Bergindustri

Dimensjonstoleranser etter NS-EN 1341 Natursteinsheller				
Tillatte avvik fra lengde og bredde	Klasse 1 (P1)	Klasse 2 (P2)		
Saget kant	± 4 mm	± 2 mm		
Grovtেকsturert kant	± 10 mm	± 10 mm		
Forskjell på toppflatens to diagonaler	Klasse 1 (D1)	Klasse 2 (D2)		
Finteksturert flate	6 mm	3 mm		
Grovtেকsturert	15 mm	10 mm		
Tillatt tykkelsesavvik*	Klasse 0 (T0)	Klasse 1 (T1)	Klasse 2 (T2)	
Tykkelse ≤ 30 mm	Ingen krav	± 3 mm	± 10%	
30 mm ≤ Tykkelse ≤ 80 mm	Ingen krav	± 4 mm	± 3 mm	
Tykkelse > 80 mm	Ingen krav	± 7 mm	± 4 mm	
Tillatt avvik i retthet/jevnhet langs kanter	Finteksturert flate (***)	Grovtেকsturert flate (**)		
Lengste like kant 0,5 m	± 2 mm	± 3 mm		
Lengste like kant 1 m	± 3 mm	± 4 mm		
Lengste like kant 1,5 m	± 4 mm	± 6 mm		
Tillatt avvik i jevnhet for toppflaten	Maks. konveks avvik (mm)	Maks. konkav avvik (mm)		
(••)	Finteksturert	Grovtেকsturert	Finteksturert	Grovtেকsturert
Målelengde 300 mm	2	3	1	2
Målelengde 500 mm	3	4	2	3
Målelengde 800 mm	4	5	3	4
Målelengde 1000 mm	5	8	4	6
Skarpe kanter skal ha en fas på maks. 2 mm. Eventuelle avfasede eller avrundete kanter kan maks. avvike 2 mm fra oppgitte mål.				
(*) For heller som sorteres etter tykkelsesintervall (skifer og råkilt massivstein) skal toleransen på maks-/min-mål deklarereres. (**) Grovt tilhugget kant, for eksempel kilt, splittet (knekket) etc. Ved kant bearbeidet ned fra saget flate (for eksempel maskinhamret, flammet, hugget) kan stilles strengere krav. (***) Finteksturert: Overflatebearbeiding som maksimalt gir en forskjell på 0,5 mm mellom fordypninger og forhøyninger i overflaten (for eksempel saget, slipt, polert). Grovtেকsturert: Overflatebearbeiding som gir en forskjell på mer enn 2 mm mellom fordypninger og forhøyninger i overflaten (for eksempel grovhugget).				

Tabell 6.8

Utvalg av dimensjoner for belegg med uregelmessige heller (bruddheller). Kan variere noe fra produsent til produsent.		
Materiale	Størrelse (antall/m ²)	Tykkelse i mm
Skifer (små)	8-14	10-20, 20-30, 30-40
Naturplan (mellomstore)	2-8	10-20, 20-30, 30-40, 40-60
Naturplan (flisemner)	3-5	10-20
Naturplan (store)	1-2	20-30, 30-40, 40-60, 60-80

Tabell 6.9

6.2.3 Dimensjonstoleranser

Norsk Standard NS-EN 1341 gjelder hvis ikke annet er angitt. I standarden angis begrep, toleranser, prøvingsmetoder etc., men ingen dimensjoner.

I noen tilfeller, som trapper, vil NS-EN 12058 kunne komme til anvendelse. Som det fremgår av tabell 6.8 angis toleransene i to forskjellige klasser, en snevrere klasse 2 og en videre klasse 1. Legg merke til at klasse med lavere nummer angir videre toleranser enn klasse med høyere nummer.

Generelt kan man si at videre toleranser gir en billigere plate, men også en dyrere montering hvis kravet på det ferdige beleggs jevnhet er den samme.

For skifer med naturplan sortert på tykkelsesintervall og råsplittete heller gjelder ingen krav. Her må leverandør og bruker komme overens om hvilke grenser for avvik som skal gjelde. Man bør da også bli enig om kriterier for hvordan måling og kontroll skal utføres.

VIKTIG!

Skifer med naturplan (kløvflat) er utenfor ovenstående standarder på visse områder. Mål som fremkommer ved bearbeiding skal følge standarden, mens planhet og tykkelse skal deklarerer. Dette gjøres gjennom leveringsstandard fra hver enkelt produsent av de ulike materialer. Det finnes heller ingen standard for bruddheller, her gjelder leveringsstandard.

6.3 Tykkelsesdimensjonering

Ved setting av heller kan det være vanskelig å få dem til å ligge helt tett mot underlaget. Derfor blir steinen i praksis utsatt for bøyepåkjenninger. Nedenstående beregningsmodeller bygger på dette. Til flater med kjøretøytrafikk er det viktig å velge steinsort med høy bøyestrekkefasthet og trykkfasthet.

Kjøretøytrafikk forårsaker også dynamiske sidekrefter i belegget, spesielt i veikryss og rundkjøringer (vridende trafikk). Disse kreftene tas best opp av tykke plater som støtter hverandre og reduseres risikoen for deformasjoner i underlaget.

Ved setting i løsmasser blir vanligvis påkjenningene på steinen større enn ved setting i mørtel. En forutsetning for godt resultat er alltid at underlaget er drenert, er riktig dimensjonert og utført samt at belegget er spent inne mellom solide kantstøtter, for eksempel kantstein.

Dimensjonering etter nedenstående er basert på beregningsmodell etter NS-EN 1341, med utgangspunkt i bøyestrekkefasthet, testet etter NS-EN 12372 med staver 50 x 50 x 300 mm, og gir bare en grov veiledning. Ved tvil eller ved større prosjekter med sterk trafikk bør hele plater av aktuell steinsort (bruksstørrelser) testes som underlag for dimensjonering.

1. Ifølge tabell 6.12 velges steinformater eller tykkelse med utgangspunkt i belastning og steinens bøyestrekkefasthet. Tabellen viser bare et fåtall formater og legger pkt. 2 nedenfor til grunn for beregningene.

2. Beregninger av platens styrke bestemmes etter NS-EN 12372 med forutsetning av opplag ved platens ender og en linjebelastning på midten. Man utgår fra steinens bøyestrekkefasthet og dimensjoner for å beregne tilstrekkelig steintykkelse.

Styrken i en plate, uttrykt som bruddlast, P (kN), kan beregnes med ligningen nedenfor:

$$P = \frac{bt^2}{1500 \cdot L \cdot S} \cdot \sigma$$

σ er bøyestrekkefastheten (MPa)

b er hellens bredde (mm)

t er hellens tykkelse (mm)

L er hellens lengde (mm)

S er sikkerhetsfaktor – se tabell 6.10

Anmerkning:

Alle mål er produksjonsmål, og ligningen gjelder opp til maksimalt 900 mm.

Alternativt kan nødvendig helletykkelse for en gitt belastningsklasse (tabell 6.12) og kjent bøyestrekkefasthet hos steinen beregnes med nedenstående ligning

Regneeksempel

$$t = \sqrt{\frac{1500 \cdot L \cdot P \cdot S}{\sigma \cdot b}}$$

P bruddlast = 10 kN.

Helledimensjonen 300 x 600 mm.

Stein med høy bøyestrekkefasthet, 40 MPa.

Gir en minste platetykkelse t på 37 mm.

Stein med relativt lav bøyestrekkefasthet, 10 MPa krever under samme forutsetning tykkelsen 70 mm.

For veiledning ved valg av dimensjoner - se også tabellene 6.7, 6.11 og 6.12 .

VIKTIG!

- Vær oppmerksom på at bruddlasten er proporsjonal mot kvadratet av platens tykkelse!
- økes tykkelsen med 40% fordobles platens evne til å motstå bøyepåkjenning.

Faktarute 6.10

NS-EN 1341 Tabell A.1 - Sikkerhetsfaktor					
Lengde l i mm	Heller over:	Heller over hulrom - opplag på:			
	Betong-underlag:	Løs-masser	4 sider	2 sider	4 hjørner
≤ 600	1,2	1,8	2,4	2,7	3,0
≥ 600	1,8	2,4	2,7	3,1	3,5

Tabell 6.11

NS-EN 1341 Tabell A.1 – Bruddlast P i kN		
Klasse	Minimum bruddlast P i kN	Typisk bruk
0	Ingen krav	Dekorasjoner
1	0,75	Heller satt i mørtel, kun gangveier
2	3,5	Gang- og sykkelveier
3	6,0	Tilfeldig biltrafikk, lette kjøretøyer og motorsykler, garasjeoppkjøringer
4	9,0	Gangarealer, torg, tilfeldig biltrafikk for vareleveranser og utrykningskjøretøy
5	14,0	Gangarealer og områder ofte brukt av tunge kjøretøy
6	25,0	Gater og veier, bensinstasjoner

Tabell 6.12

6.4 Prosjektering og montering

Ved prosjektering er det viktig å angi steinsorter, overflatebearbeiding og dimensjoner.

Ved setting av heller i fallende lengder skal fugeforskyvningen mellom platene være minst 1/5 av platens bredde, dog minst 100 mm.

I beskrivelsen skal alle krav fremgå, spesielt må krav utenfor gjeldende standarder presiseres.

6.4.1 Valg av konstruksjon

Valg av konstruksjon/oppbygning for belegget gjøres under prosjekteringen. Der belegget skal settes i mørtel på betongfundament må det beskrives glidesjikt av plast. Betongfundamentet må ha minst 20‰ fall, 25‰ ved biltrafikk, og vann som trenger gjennom fugene må ledes bort gjennom bruk av drenerende matter, asfalt eller mørtel. Ta hensyn til beleggets funksjon og hvilken trafikkbelastning den vil utsettes for:

Avhengig av beleggets funksjon og beliggenhet må man, ved siden av estetiske aspekter, også ta hensyn til bl.a. følgende faktorer:

Viktig ved valg av konstruksjon for belegget m/ heller:

- Underlagets konstruksjon og dimensjonering
- Aktuell trafikkbelastning
- Andre belastninger (snørydding, salting, rengjøring, o.l.)
- Brukervennlighet – taktile markeringer
- Krav til drenering
- Steindimensjoner
- Steinens tekniske egenskaper.

Faktarute 6.13

Etter trafikkbelastning kan man dele inn belegget i ulike kategorier:

- Gatebelegg – biltrafikk
- Hagebelegg
- Gangbaner, hovedsakelig persontrafikk
- Altaner

Faktarute 6.14

Belegg med heller utføres vanligvis etter en av grunnprinsippene i faktarute 6.15.

Ulike oppbygninger av belegg, heller satt i:

- Settemørtel på pukkfundament
- Settemørtel på ulike pukkfundament, eventuelt med tettesjikt
- Leggemasse (liming) på betongfundament
- Korning 2-8 på pukk- eller betongfundament med sandfuger

Faktarute 6.15**6.4.2 Setting i mørtel**

Setting i mørtel utføres enten på underlag av godt komprimert pukkfundament, på grovstøpt betongplate eller på avrettet betongplate.

Generelt må alle underliggende fundamenter tilfredsstillende kravene til frostfrihet, komprimering, bæreevne og fall før utlegging starter. Betongplater bør være ferdig herdet, dvs. noen uker gammel. Bærelaget skal også være drenert.

På betongplater hvor det brukes settelag av mørtel må det legges dobbelt tettesjikt av egnet plast for å oppta bevegelser, og settelag må dreneres – se 6.4.1. Likeledes bør det på flater større enn 40 m² legges inn bevegelsesfuger (mykfuger). Mykfuger skal gå gjennom settelaget og ned på glidesjiktet, og man skal bare bruke fugemasse som uttrykkelig er egnet til formålet. Følg produsentens anvisning.

Settemørtel skal tilfredsstillende fasthetsklasse B-35. Lim kan kjøpes ferdigblandet, eller man kan blande selv i forhold 1:2 sement og finsand 0-2 mm.

VIKTIG!

Minimaliser bruk av vann. Kravene skal fremgå av beskrivelsen.

6.4.3 På pukkfundament

Jordfuktig settemørtel legges ut i tykkelse 30-50 mm, pakkes godt med beintråkking og påstrykes et tynt lag lim. Heller med grov underside fuktes før setting og steiner med jevn underside slemmes med sementslemme. Hellene støtes fast i settemørtelen med gummiklubbe.

6.4.4 På grovstøpt betongplate

Vurder behov for bevegelsesfuger på flater > 40 m². Det må legges glidesjikt og drenering av settemørtel – se 6.4.2.

Underliggende betongplate fuktes, og svakker og større ujevnheter bygges opp med tørrmørtel som festes med lim.

Jordfuktig settemørtel legges ut i tykkelse 30-50 mm, pakkes godt med beintråkking, og påstrykes et tynt lag lim. Heller med grov underside fuktes før setting, og heller med jevn underside slemmes med sementslemme. Hellene støtes fast i settemørteleles med gummiklubbe.

6.4.5 På avrettet betongplate

Metoden egner seg kun til jevntykke heller da lim har begrenset byggehøyde. Egner seg kun på små flater, ellers må det legges glidesjikt og drenering – se 6.4.2. Underliggende betongplate og hellen fuktes og påsmøres lim 10-20 mm. Platene bankes lett med gummiklubbe.

6.4.6 Gatebelegg med biltrafikk

Spesielle forhold man bør være oppmerksom på ved belegg som er utsatt for biltrafikk:

Kjørebanelen skal ha et takfall på minst 25 % (høyeste punkt på midten). Fortau skal ha et fall mot gaten på minst 20 % (krav til fall fremgår av NS 3420 Tabell K4).

Kantstein danner en ramme for gatens oppbygning og gir et godt mothold som tar opp belastningene på gaten. Se kapittel 4.

Heller settes til riktig høyde ved nedbanking med gummiklubbe. Overdekninger av kummer skal være faste og ikke teleskopiske for ikke å forårsake settinger, ellers kan settesand lett renne ned i kummene. Hvis teleskopisk overdekning likevel brukes kan den stabiliseres gjennom understopping med asfaltgrus.

Rundt kummene bør det settes en rad med gatestein. Overdekningen bør ligge 10 mm under hellene.

Ved flater med tung trafikk må montasjen utføres nøyaktig, og ha drenert bærelag som tilfredsstiller alle krav til bæreevne, komprimering, overflate og fall. Drenering er viktig, vann som blir stående i konstruksjonen medfører at hellene kan "pumpes" løs av trafikken.

Hellene skal settes i settemørtel. Jordfuktig sementmørtel, som vanligvis brukes ved settingen, har begrenset bestandighet mot saltforvitring. Der saltbelastningen er stor får man derfor regne med omlegging etter ca 10 -15 år.

Heller i miljø med tung trafikk bør limes med spesialmørtel/-masse mot en betongplate som er dimensjonert for den aktuelle belastningen. Vurder behov for glidesjikt og mykfuger – se 6.4.2.

Hellenes areal bør være maks. ca. 0,5 m², og de bør ikke være lengre enn 800 mm. Dette gjelder også ved lettere kjøretøytrafikk, særlig i kurver og veikryss, der det blir stor påkjenning når hjulene vrir.

Innlegninger av heller og gatestein i asfaltflater utføres gjerne for å øke trafikantenes oppmerksomhet ved innfart i rundkjøringer, før overgangsteder, etc. Belegget bør avsluttes mot asfalten med stabil kant, f. eks. forsenket kantstein eller

storgatestein. Asfaltflatens tilslutning mot steinen kan forsterkes med sementstabilisert asfalt for å ta opp de store belastningene i overgangen.

6.4.7 Gangarealer, setting i sementstabilisert grus

Setting i sementstabilisert grus er en mellomting mellom legging i mørtel og legging i sand. Monteringen gjøres på samme måte som ved setting i mørtel ovenfor, men mørtelen erstattes med en tørrmørtel uten vanntilsetning. Platene støtes ned i tørrmørtelen med klubbe eller jomfru.

Etter at hellene er lagt ut, overrisles belegget, og da herder det sementstabiliserende grussjiktet. Belegget får ikke like høy styrke som ved legging i mørtel, men den blir mer stabil enn ved setting i sand.

6.4.8 Gangarealer, setting i grus

Hellene settes i 30 - 50 mm løsmasse (korning) 2-8 mm. Grusflaten pakkes med 200 kg vibratorplate. Deretter legges ny korning på som dras av og deretter legges hellene. Erfaringsmessig har det vist seg at pakking med vibratorplate er fordelaktig og gir bedre resultat enn hvis korningen bare er blitt dratt av med rettebord. Hellene legges 5 - 10 mm høyere enn tilsluttende harde flater slik at flaten med tiden kan sette seg til riktig nivå. Mot gressflater, bør den ferdige høyden på steinbelegget ligge ca 30 mm over gresset.

Belegg med heller som er tykkere enn 70 mm bør pakkes etter settingen med en lett vibratorplate <100 kg, utstyrt med gummiplate. Ved setting på betongkonstruksjon er det viktig at vann som trenger ned gjennom fugene kan ledes til brønn eller til beleggets kant.

6.4.9 Altaner – terrasser – repos

Belegg skal alltid legges med ca. 20 % fall fra andre bygningskonstruksjoner.

Slike belegg på betongplate med tettesjikt krever spesiell oppmerksomhet. Belegget med heller og mørtel kan ikke utføres helt vanntett. Over tettesjiktet, som skal ha samme fall som belegget, legges derfor et dreneringssjikt som leder vannet til renner eller drenerende belegkant.

Dreneringssjiktet kan utføres av sand med korning 2-8 mm, helt uten filler, eller med spesiell dreneringsduk. Drenerende sementmørtel, som brukes ved kanten der vann skal dreneres bort, tilberedes av sementmørtel 1:4 med tilslag 2-8 mm helt uten filler.

I visse situasjoner, blant annet ved restaurering og ombygning, kan det være vanskelig å få plass til normal mørtelbelegg. Monteringen med lim i tynnsjikt er da en mulig løsning. Metoden

stiller imidlertid store krav både på underlag, stein, lim og montør. For at man skal lykkes, kreves et jevnt betongunderlag i god stand og med riktig fall. Limet som brukes skal uttrykkelig være beregnet for dette bruk. Det er svært viktig at hele rommet under samtlige plater fylles helt med lim. For å få til dette kreves nøyaktighet i settingen med såkalt dobbeltliming, d.v.s. at festemasse dras ut på både underlag og stein. Hvis det oppstår hulrom i massen er risikoen stor for at det samles vann der og forårsaker frostsprenging og saltutfellinger. Belegg på altaner direkte på mark utføres i prinsipp etter 6.4.3.

6.4.10 Undervarme

Naturstein leder varme forholdsvis bra og har dessuten høy varmekapasitet. Disse materialegenskapene gjør at stein transporterer og jevner ut varme fra underliggende varmekabler eller vannbåret varme. Konstruksjonen passer spesielt godt utenfor entreer til boliger, butikker etc., da slipper man å trekke inn store mengder slaps og sand.

Setting i sand bør utføres på et bærelag slik at varmen rettes oppover, men det kan være fordelaktig ikke å bruke isolasjon under, dette for å utnytte jordvarmen..

Elektriske varmekabler skal monteres av autorisert installatør, og vannbåret varme av autorisert rørlegger.

På trafikkarealer kreves spesielle tiltak, det mest vanlige er å støpe ned varmekabler eller vannrør i betong.

Varmekablene/vannrørende bør ligge forholdsvis nær steinen for at varmetapene i settegrus/settemørtel ikke skal bli for store.

Beleggets tykkelse er avgjørende for hvor lang tid det tar for varmen å spre seg opp til steinens overflate.

6.4.11 Krav til ferdig belegg

NS 3420 – Tabell K3 – Krav til planhet og fuger					
Type belegg	Planhet (svanker og bulninger). Målelengde 3 m		Største sprang ved fuger i mm		Fugebredde i mm
	Kjøre-arealer	Gang-arealer	Kjøre-arealer	Gang-arealer	Angitt ± 40% (•) Min 8 mm
Natursteinsplater naturplan (skifer), råsplittet e.l. (granitt)	± 10	± 8	8	6	
(•) Må beskrives, ofte ca. 10 mm					

Tabell 6.16

Hellene skal ligge i nivå med hverandre med ovenstående toleranser for sprang ved fuger og retthet.

Belegget skal være utført med fall og være så jevn at vann ikke blir stående på flaten.

En lett avfasing av platekantene gir bedre funksjon hos belegget enn om kantene er skarpe.

6.4.12 Tilslutning til andre materialer

Naturstein er formstabil og har liten temperaturutvidelse, men er samtidig hard og i noen tilfeller sprø. Det er derfor gunstig at steinen har plass til fri bevegelse mot tilsluttende materialer slik at ingen skadelige krefter kan overføres mellom materialene.

Belegg som er satt i løsmasser kan deformeres og trykkes utover ved trafikkbelastning og resultere i store krefter mot tilsluttende konstruksjoner. Et eksempel på dette er belegget mot bygninger med sokler av naturstein. Brystningene kan trykkes i stykker hvis en bevegesfuge ikke legges mellom belegget og brystning.

Tilslutning mot kummer og andre materialer i belegget må studeres ved prosjekteringen slik at tilstrekkelig komprimering av underlaget kan utføres. Ellers er det risiko for setninger i belegget.

Ved setting av heller mot råsplittet, tykk stein som kantstein eller massive trinn må det tas spesielle hensyn. Den tykke steinens tilslutningsside må være hugget til tilstrekkelig dyp slik at belegget får plass. På grunn av risikoen for snubling, kan ikke belegget legges med overhøyde. Underlag og settelag må komprimeres ekstra nøye og hellene bankes fast til riktig høyde – se tabell 6.16.

6.5 Fuger

Fuging påbegynnes tidligst ett døgn etter setting. Man må være oppmerksom på at belegget av heller i biltrafikkområder blir utsatt for store vridningsbelastninger. Underlaget og/eller fugematerialet kan svikte, og hellene 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. Det vises til artikkel i Park & Anlegg 04-10. Neopren opptar ikke mye last, den er mest et hjelpe-middel for å fikse hellene under montasje.

Fugemørtel pakkes i fugen med en fugesleiv. Visse ferdigblandete fugemørteltyper kan påføres på annen måte, følg da anvisninger fra leverandøren. Etter fuging rengjøres steinflatene meget nøye for rester av sement.

Nylagt steinflate skal, under gunstige forhold, + 20 grader, tidligst utsettes for gangtrafikk 3-4 døgn etter settingen og for annen trafikk 14 døgn etter settingen. Avstengningstiden bør forlenges ved lavere temperatur.

Ved setting og fuging med sementmørtel skal flaten legges med fall slik at regnvann kan renne av naturlig.

– Belegg utføres alltid med fuger!

– Fugene fyller en viktig funksjon ved å spre belastningen i belegget, og må være velfylte.

Fugene skal være vel fylte for at platene i belegget skal samvirke og fordele belastningen over en større flate.

Fugene tilpasses bærelaget. Når marken ikke er drenert utføres så tette fuger som mulig, mens man kan utføre drenerende fuger hvis underlaget slipper vann gjennom.

Vann må ikke bli stående i konstruksjonen, da er det stor risiko for at hellene 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.

6.5.1 Fugebredde

Fugebredde er angitt i Tabell 6.16. "Angitt $\pm 40\%$ " betyr at fugebredden skal beskrives, men tillates variere med inntil $\pm 40\%$. Fugebredde anbefales minimum 8 mm.

Generelt bør sandfuger være mindre enn mørtelfuger. For råsplittet massivstein og hugget Oppdal-skifer anbefales fugebredder lik min. halvparten av tykkelsen på belegget, dog min. 10 mm, og som øker med tykkelsen. Belegg med tykkelse 4-6 cm anbefales satt med fugebredde min. 3 cm. Fuger for bruddheller med bruddkanter (skifer) vil variere mellom ca. 10-40 mm.

6.5.2 Fuging med sand/steinmel

Fuging med sand (natursand eller knuste materialer) gir en fleksibel beleggsflate som kan ta opp bevegelser i underlaget på en fordelaktig måte og anbefales derfor ved setting i sand.

Fugesand børstes ned i fugene ved at kosten føres diagonalt over belegget. Etter første fyllingen skal fugene vannes slik at sanden pakkes. Deretter utføres ny fugefylling med påfølgende ettervanning. Komplettering med fugesand utføres deretter ved behov under beleggets første år.

Det er svært viktig at fugefyllingen utføres nøye og ettervannes. En godt utført fuging gir belegget den stabilitet som kreves for at hellene ikke skal støte mot hverandre med avflising i platekantene som resultat. Fugene skal være helt fylte slik at hellene låser ordentlig i hverandre. På denne måten unngås forskyvninger av hellene i belegget.

Ved fugging av heller med underliggende tettesjik (altaner eller parkeringsdekk), er framgangsmåten den samme. Her bør imidlertid fugesanden inneholde minimalt med fillers og ligge innenfor fraksjonen 0,2-2 mm.

Uregelmessige heller kan fuges som ovenfor, og fugebredden avgjøres av hvor nøye man vil at sammenføyningen av platene skal utføres. Anbefalingene om fugebredder i tabell 6.16 gjelder for sagete kanter eller et relativt godt sammenhugget mønster.

Et alternativ til fugefyllingen ovenfor, kan være å utføre fuggingen med en form av vekster eller gressarmering. Andre utførelser kan foreskrives og store heller kan for eksempel legges med brede fuger som fylles med mosaikk- eller smågatestein.

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

6.5.3 Fuging med sementmørtel

Fugefylling med sementmørtel 1:3 utføres med en fugesleiv. Før fuggingen skal platenes fugesider fuktes slik at mørtelen får god vedheft mot steinen. Fugen skal fylles helt og komprimeres, slik at ingen lommer eller hulrom blir igjen der vann kan samles og seinere forårsake frostskaader. Fugen kan aldri bli helt vanntett, men tilsetninger kan forbedre vedheft, tetthet og saltbestandighet slik at vanngjennomtrenging minimeres.

Fuget areal dekkes med plast / presenning i minst 4-6 døgn for å holde fugen fuktig.

Som alternativ til sementmørtel blandet på plass, finnes ferdige tørrmørtel i sekk, som blandes med vann på brukerstedet.

Ved fugging med mørtel kan man tidligst gå på flaten 4-5 døgn etter fugging. Etter fugging dekkes flaten med presenning som beskyttelse mot regn og sterk sol. Pressenningen skal ikke ligge direkte mot steinen, men i en luftet posisjon over den.

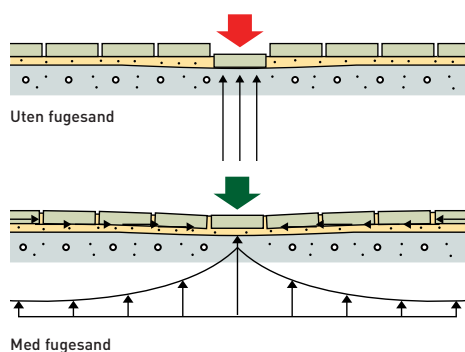


Fig 6.17
Vel fylte fuger får platene å samvirke og fordele belastningen.

Bruk planker eller liknende som distanse, men ikke rustende eller misfargende materiale, fordi det ofte blir kondens under presenningen.

6.5.4 Gressfuge

På uregelmessig stein kan fugen utføres som gressfuge. Man fyller da fugen med fugesand opp til de siste 20 mm som fylles med jord og frø. Jord og frø kan man blande i en betongblander og sope ned i fugene og deretter vanne.

6.5.5 Avsperring

Flater som er lagt og/eller fuget med sementmørtel skal holdes avstengt for gangtrafikk i 4-6 døgn og for tyngre trafikk i 14 døgn. Dette gjelder også for arbeidsmaskiner. Tidene gjelder ved en temperatur på ± 20 grader C. Ved lavere temperatur forlenges avstengningstiden. Ved 14 grader C bør den fordobles. Hvis kjøretøyer må slippes på før tilstrekkelig fasthet er oppnådd hos sementmørtelen, kan trykkutjevnerende belegg av for eksempel plywood eller planker legges på steinbelegget. Dette beskyttelsesbelegget dimensjoneres etter aktuell belastning.

6.6 Erfaringer

Et beleggs funksjon styres så vel av selve beleggets utførelse som av hvordan det fungerer i tilslutning til andre flater. For å ta opp sidekrefter fra belegget, er det viktig at den har et mothold som avslutning. Erfaring viser at klassisk kantstein fyller denne funksjonen veldig bra.

Beleggets avslutning mot beplantete flater må utføres med mothold, gjerne i form av kantstein, ellers kan hellene forskyves fra sin posisjon.

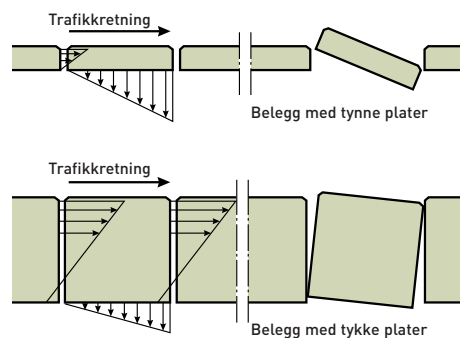


Fig 6.18

Belegg som utsettes for tung trafikk, og særlig på steder der kjøretøyer gjør bråe svinger, må ha et meget godt bærelag. Slike belegg på underlag med varmeisolering, fordi gaten er oppvarmet, har vist seg å fungere mindre bra. I tilslutning til bussholdeplasser der hjulene vris brått, kan hellene forskyves mot hverandre og skades. I et slikt miljø er det ofte bedre å bruke gatestein.

Heller som utsettes for tung trafikk anbefales settes på underlag av betong og i sementmørtel. Vær oppmerksom på at jordfuktig sementmørtel som ikke komprimeres tilstrekkelig er ømtålig for saltforvitring. Ved tradisjonell montering der heller med ulik tykkelse bankes ned i settemørtelen er vanskelig å få til denne komprimeringen. Ved slik setting, og der saltpåvirkningen er stor må man regne med omlegging etter ca 10-15 år.

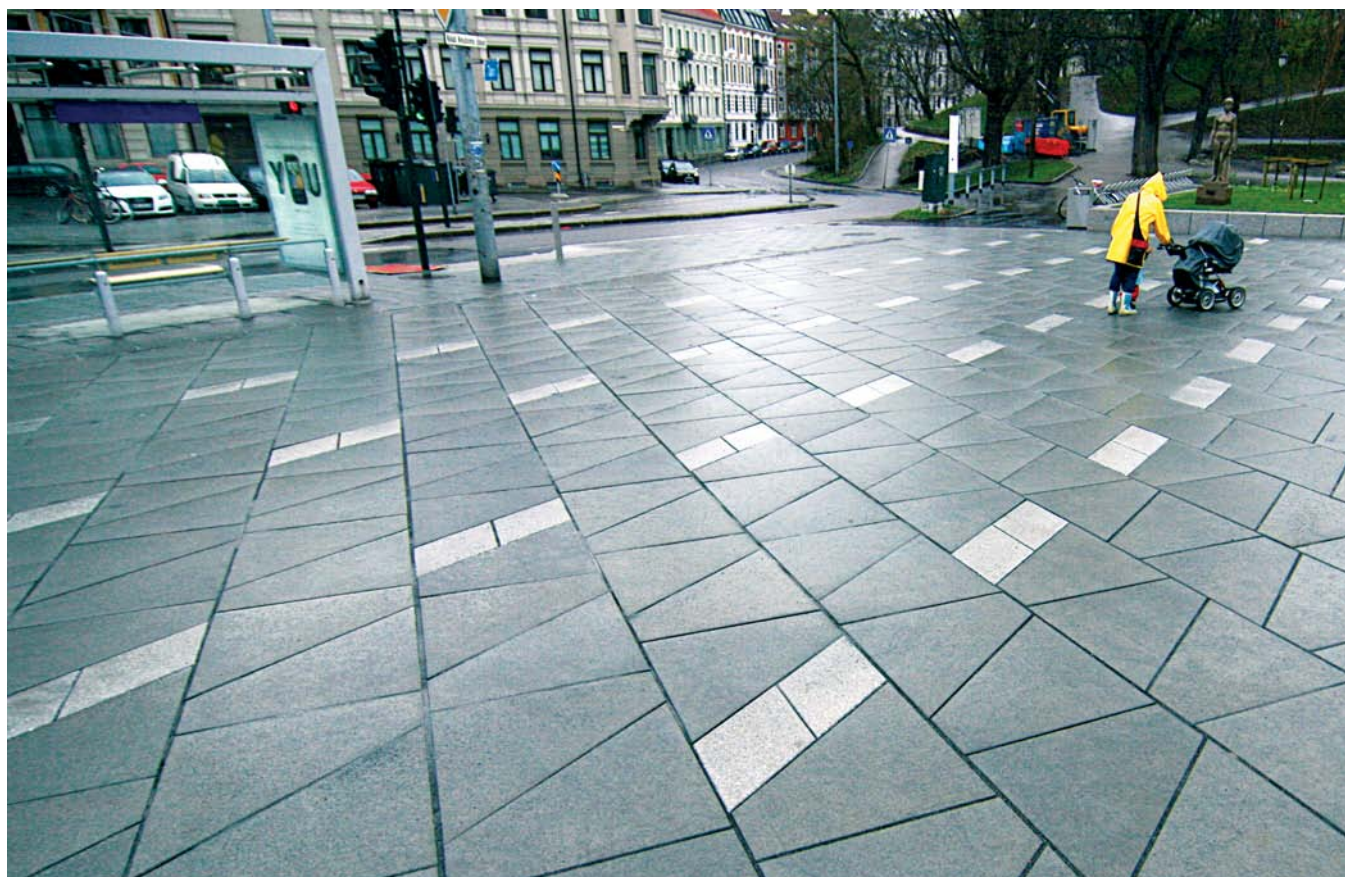
I noen tilfeller kan jevntykket heller til og med legges i epoksy eller i festmasse (lim) som er spesielt tilpasset formålet.

Vann som transporteres gjennom sementmørtel, betong og andre konstruksjoner som inneholder sement, løser ut salter på sin vei ut fra sementen. Når saltløsningen renner ut på steinens flate dannes skjemmende belegg og misfarging som det er svært vanskelig å fjerne.



Fig 6.19 Gatestein rundt kum gir god tilpasning mot belegget.

Det er derfor viktig å sørge for at så lite vann som mulig kan trenge inn i konstruksjonen under/bak steinen, der det finnes sement, selv om det kan være vanskelig. Det er derfor viktig å sørge for at vann som kan trenge inn, dreneres bort uten å forårsake skader eller utfelling.



Ulike norske steindekker brukt foran Høyblokka i Regjeringskvartalet . Foto: Morten Evensen

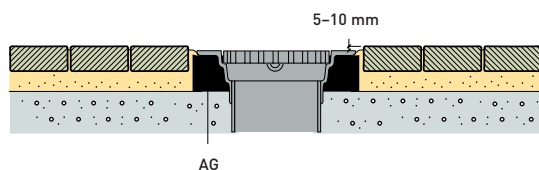


Fig 6.20
Understopping med asfaltgrus (AG) rundt kummer kan motvirke setninger.

Fig 6.21
Belegg mot bygningsdel må ha avstand. Utføres med fugesand eller mykfug.

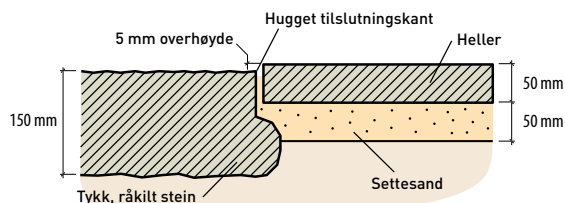
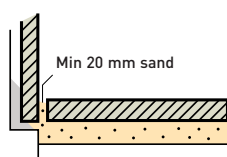


Fig 6.22 Overgang heller mot massiv stein.

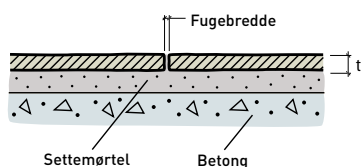


Fig 6.23 Setting av heller i mørtel på betongsåle.

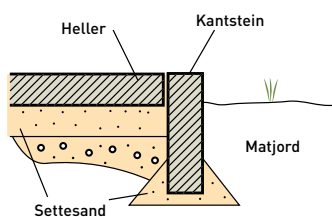


Fig 6.24 Belegg avsluttes mot beplantning o.l. med mothold av kantstein.

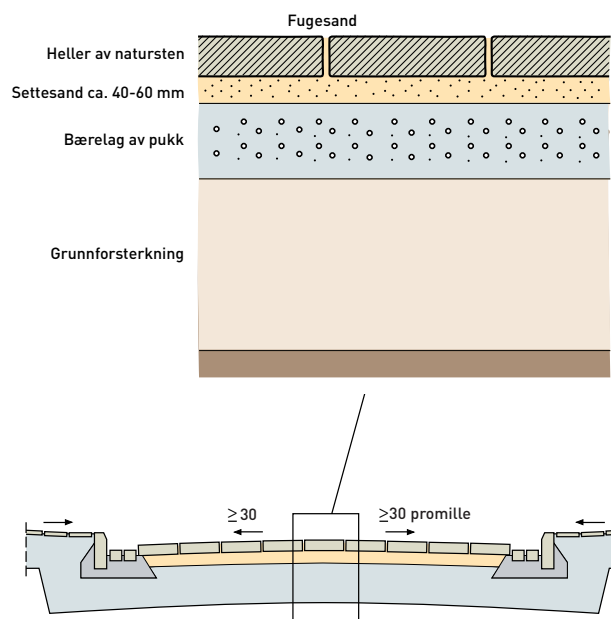


Fig 6.25 Eksempel på oppbygning av gatebelegg med heller. Kantstein som motstøtte.

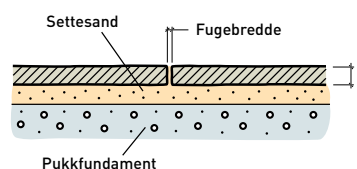


Fig 6.26 Setting av heller i sand på pukkfundament.

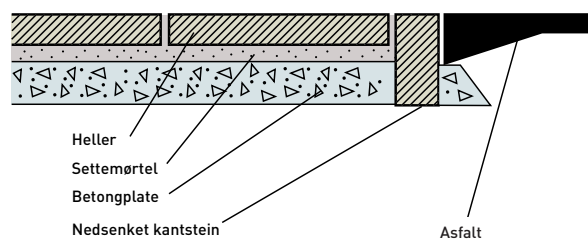


Fig 6.27 Konstruksjon med innlegg av heller som markeringsbånd i asfalt.



Foto: Anders Corneliussen

7

TRAPPER

Råsplittete trinn direkte i en helning eller sagete trinn til en villatrapp – med naturstein kan man konstruere trapper av nærmest ubegrenset form og funksjon. Med riktig valg av materiale, overflatebearbeiding og monteringsmetode får man trapper med lang levetid og med et minimum av vedlikehold.

Trapper kan synes enkle å finne gode løsninger for, men det ligger noen feller i valg av løsning som kan få svært uheldige følger for funksjon og visuelt inntrykk, bl.a. for dårlige fundament.

7.1 Terminologi

Det finnes mange typer trapper, bygd opp på ulike måter, men alle typer kan dekkes innenfor følgende definisjoner:

Inntrinn: Den horisontale delen (trinnet) av trappen man går på, typisk dybde 300 – 400 mm.

Opptrinn: Den vertikale delen mellom to inntrinn, typisk høyde 120 – 170 mm.

Plantrinn: Saget eller hugget helle av ulike materialer, typisk tykkelse 20 – 50 mm, montert på betongfundament, murstein eller direkte på bakken.

Frittbærende trinn (også kalt *selvbærende trinn*): inntrinn som hviler på vanger av betong, metall eller tre, typisk tykkelse 50 – 80 mm, uten opptrinn.

Massive trinn betyr i denne sammenheng tykke trinn av granitt, hvor tykkelsen tilsvarer den totale trinnhøyde.

Massive terrengtrinn: Ubearbeidet skifer- eller granittblokk lagt direkte i terreng. Typiske bredder B er 400 – 800 mm, typiske lengder L er 800 – 1800 mm, typiske tykkelser T er 130 – 200 mm.

Repos: Trappeavsats som enten danner avbrudd i vinkeltrapp, eller som danner en flate på toppen av trappen. Dør til bygning skal alltid gå ut over repos, ikke over trapp.

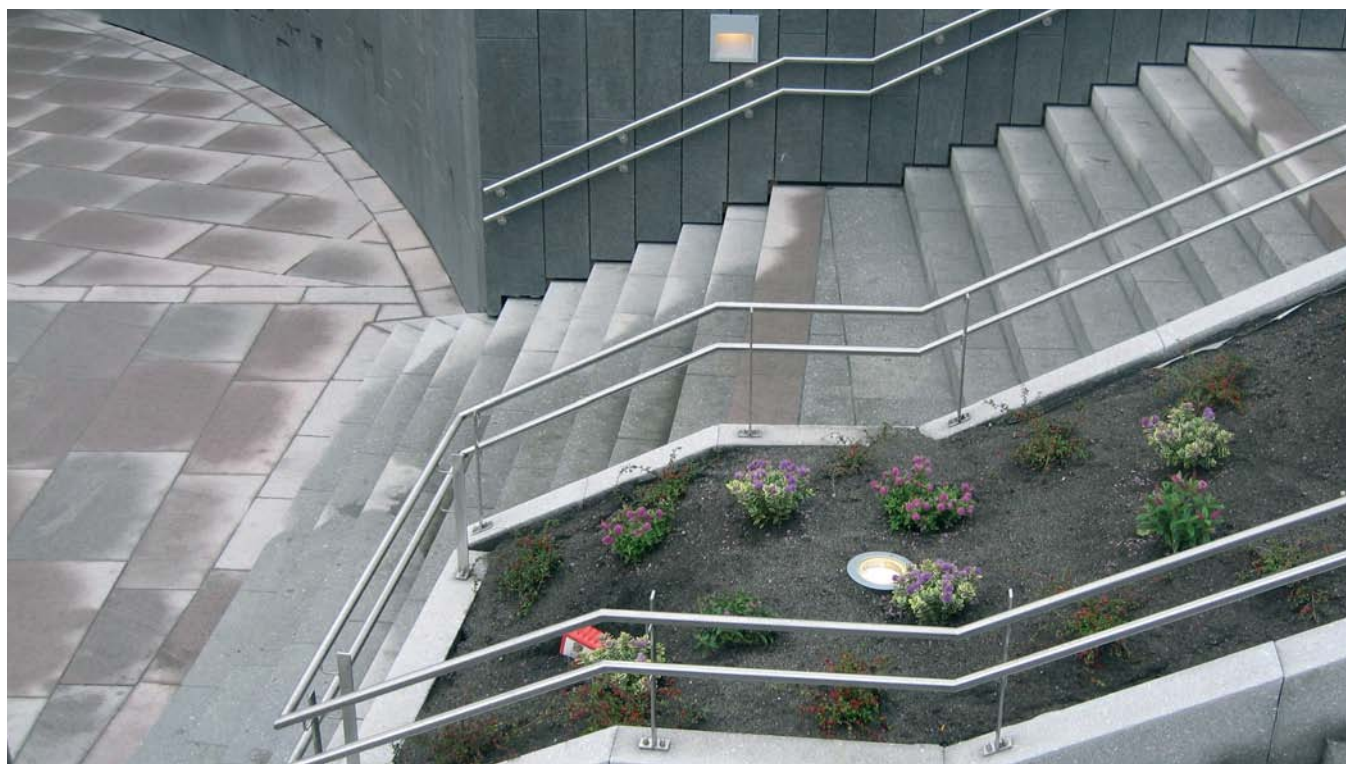
7.2 Materialvalg og overflatebearbeiding

For valg av material og overflatebearbeiding gjelder samme prinsipper som for heller – se kapittel 6. For bunn- og topptrinn bør man i offentlige anlegg ta hensyn til brukerne ved å velge stein med avvikende farge eller overflatebehandling, alternativt kan kontrastmarkeringer felles inn i trinnene av annet materiale med avvikende farge. Se kapittel 2 Material- og produkttegenskaper.

NS 3420-K:2011 tabell K8 angir toleransekrav til terrengtrapper:

Trappedetalj/Type toleranse	Natursteins-elementer, råkilt/naturplan. Mål i mm
Inntrinn (trinndybde)	± 5
Opptrinn (trinnhøyde) generelt	± 4
Helning i trinnets lengderetning	10
Helning på tvers av lengderetning	3
Planhetstoleranse; målelengde 1 m	± 5
Sprang ved fuger	5

Tabell 7.1



Kolbotn torg. Foto:Jogra

7.2.1 Granitt

Granitt er et meget motstandsdyktig materiale som tåler de fleste påkjenninger som forekommer i utemiljø og er derfor egnet til de fleste typer av trapper.

Råsplittete trinn. Trinn av granitt tilvirkes i varierende utførelser. Tykke trinn brukes ofte som terrengtrapper ute i naturen. Synlige flater utføres råsplittet med maks 25 mm forhøyninger med tilsatte, rette kanter og uten merker etter kilehull. Undersiden utføres råsplittet med maks 50 mm forhøyninger, alternativt saget. Baksiden er råsplittet, alternativt saget. Topptrinnet tilvirkes med tilsatt, rett bakkant. Kortsider kan ha alternative utførelser, men synlige flater er råsplittet.

Gradhugne eller flammete trinn finnes i hovedsak i to utførelser. Det vanligste er trinn med gradhugget eller flammets overside og råsplittet front, der fronten gir et rustikt inntrykk. Det andre alternativet er at også fronten utføres gradhugget eller flammets. Denne type av trinn brukes ved entréer og offentlige plasser der et finere og mer foredlet miljø med bearbeidet granitt ønskes.

Massive trinn gir store muligheter til valg av format og konstruksjon. Hvis ikke trinnet kan lages i ett stykke, må fugeinndeling angis. Gjennomgående fuger (vertikale fuger) bør unngås. Brede trapper kan også utføres med trinn i fallende lengder.

Trinn av granitt produseres vanligvis i lengder opp til 2,4 meter. Lengre trinn deles som regel. Hvis lange trinn ønskes i ett stykke må dette avklares med leverandøren. Bredde og høyde tilpasses trappens totalmål.

Vanlige dimensjoner på massive trinn er: Bredde 360 mm, hvorav synlig 340 mm, høyde 140 mm, noe som gir en trinnhøyde på 150 mm inklusive fall og fuge. Bunntrinnet tilvirkes 20-30 mm høyere. Svingete trapper kan også utføres med trinn kilte i radiell form.

Barnevognsramper som er innfelte i blokktrinn utføres vanligvis 300 mm brede og med 300 mm trinn mellom rampene. Den normale trinnhøyden er 150 - 170 mm og med 400 mm dyp.

7.2.2 Skifer

Skifer er med sin naturlige kløvflate (naturplan) ganske naturnær. Naturplan har ulik karakter avhengig av skifertyper, men den er alltid pr. definisjon sklisikker. Norske kvartsitt- og fyllittskifer er frostsikre, og er svært motstandsdyktig mot sur nedbør og annen miljøpåvirkning. Naturplan krever også svært lite vedlikehold.

Skifer til utemiljø bør ikke overflatebearbeides, da forsvinner sklisikkerheten.

Trinnenes front og sider utføres vanligvis saget. Oppdal-skifer leveres i stor grad med hugne kanter, mens alle typer kan leveres med råhugne kanter og naturkanter. Bortsett fra sagete kanter

passer de øvrige kantbearbeidinger godt sammen med naturplan.

Skifer kan leveres til alle typer trapper (se pkt. 7.1), og brukes også ofte ved renovering av gamle trapper som har vært kledd med materialer som ikke har vært tilstrekkelig bestandige, eller når betongfundamentet har forvitret av ulike årsaker. Skifertrinn fagmessig montert beskytter også betongkonstruksjonen mot nedbryting, for eksempel frostskaader.

Plantrinn av skifer leveres hovedsakelig med naturplan og i fallende lengder med standardbredder. De kappes til ønsket lengde av steinmontøren eller i fabrikk. Levering av trinn med bestemte mål etter tegning eller sjablong forekommer også i stor utstrekning hos skiferprodusentene,

Standardbredder er normalt 300, 325, 350, 400 og 500 mm. Ettersom skifer varierer i tykkelse kan trinn leveres med kalibrert underside slik at jevn tykkelse oppnås.

Den normale trinnhøyden er 150 – 170 mm. På grunn av ulike tykkelser, fugebredder etc. produseres opptrinn i fallende lengder med standardbredder på 120 til 200 mm, noe varierende fra produsent til produsent. Tykkelsen er vanligvis 15 – 25 mm.

Et alternativ som kan velges for visse skifertyper er å mure opptrinnene med murstein. Man velger da relativt tynn murstein 80 - 100 mm dyp.

Skiferens styrke med høy bøyestrekfasthet gjør det mulig å konstruere trapper med vanger og frittstående plantrinn. Trappen dimensjoneres med trinnthet tilpasset belastning og spennvidde. Trinnene kan forsterkes ved å sage spor på langs på trinnets underside og lime inn en tynn metallplate i rustfritt, syrefast stål, alternativt kan glassfiber brukes. Vangene kan utføres i betong, metall eller tre.

Massive terrengtrinn av skifer er et sorteringsprodukt hvor naturens egne sprekksystemer utnyttes, dog hender det at en eller begge ender må sages og at trinnet må spaltes til ønsket tykkelse. I andre tilfeller må både front og sider sages.

7.2.3 Toleranser

Produksjonstoleranser for bearbejdede trinn fremgår av kapittel 6 tabell 6.6 etter NS-EN 1341.

For skifer med naturplan gjelder ikke tykkelsestoleransene og krav til planhet, her gjelder produsentenes leveringsstandard.

Hvis ikke annet angis gjelder standarden, ellers anbefales bestiller og leverandør å bli enige om andre toleranser.

Ved montering av skifer i festemasse (lim) kreves plan underside og jevn tykkelse, og undersidene kalibreres derfor til lik tykkelse med snevrere toleranser.

7.3 Fuger

Hvor fuger må legges inn i trapper bør disse være 7-10 mm når kantene er saget. Oppdal-skifer med hugne kanter vil få bredere fuger, anbefalingen er halvparten av tykkeste stein i sorteringen. Sortering 4-6 cm bør ha 3 cm fuger.

I de tilfeller hvor man ønsker å montere bruddheller som trinn eller repos i trapper bør man velge naturkant eller råhugget kant i front, noe som gir et mer rustikt preg enn saget front.

Trinn monteres vanligvis med sprang (utstikk), dvs. at trinnfronten stikker 20-30 mm ut over kant, derfor anbefales å montere trinnene knas (kant i kant). Dette skyldes at fugemørtelen over tid forvitrer og faller ut. Samme gjelder front av repos.

Der man likevel ønsker å montere med fuger, anbefales at fugemørtelen armeres med 2-5 mm tråd i fronten. Fugene kan med fordel impregneres med et vannavvisende stoff for å hindre vanninntrengning og dermed risiko for frostsprengning. Mot vegg eller andre bygningskonstruksjoner må det legges bevegelsesfuger (mykfuger).

7.4 Prosjektering, konstruksjon og montering

En god trapp bør være minimum 110 cm bred. Alle trinn og repos skal monteres med minst 2 % fall fra faste bygningskonstruksjoner.

Trinn som skal monteres med sprang bør ha et saget spor som vannrenne (vannese) i underkant av front for å hindre vann inn på bærende konstruksjon og dermed risiko for frostsprengning.

Ved utforming av trapper er det viktig å få riktig forhold mellom trinnhøyde og trinnbredde slik at trappene blir bekvemme å gå i. Dette gjelder ikke minst for terrengtrapper som ofte har mange trinn.

For at trappen skal være god å gå i, kan den dimensjoneres etter formelen: $2 \times \text{trinnhøyden} + \text{trinnbredden} = 64 \text{ cm}$. Passende trinnhøyde utendørs er 15 – 17 cm.

Eksempel:

Total nivåforskjell 135 cm, trinnhøyde 15 cm. $135:15 = 9$ trinn. Plantrinnes bredde blir da ifølge formelen 34 cm.

Ved trappebredder < 120 – 140 cm bør man helst velge hele trinn for å unngå fuger.

Prosjektering innebærer tegning og nøyaktig beskrivelse av trappen: alle mål, fundament, materialvalg, overflatebehandling, monteringsmetode, fuger, innfesting av rekkverk/-gelender og annet.

7.4.1 Valg av konstruksjon

Trappekonstruksjon velges etter trappens funksjon, beliggenhet og belastning. I tillegg til estetiske aspekter må man også ta hensyn til følgende faktorer:

Å tenke på ved valg av trappekonstruksjon:

- Brukervennlighet/gangbarhet
- Sklisikkerhet
- Mekanisk bøyestrekkefasthet
- Risiko for saltutfelling
- Visuelle og taktile aspekter

Faktarute 7.2

De vanligste trappekonstruksjonene er:

Plantrinn i mørtel på underlag av betong utføres vanligvis med inn- og opptrinn i form av heller som monteres i mørtel mot en trappformet stamme av betong. Denne konstruksjonen brukes vanligvis på trapper i tilslutning til bygninger.

Massive plantrinn i grus på fundament av pakket, knust materiale. Denne konstruksjonen gir en fleksibel trapp som til en viss grad kan tilpasse seg etter underlagets bevegelser. Det er imidlertid viktig at fundamentet monteres frostfritt og at komprimeringen er god. Konstruksjonen er kostnadseffektiv og med lave vedlikeholdskostnader. Tykke trinn av naturstein er tunge og stabile. Risikoen for mekaniske skader og misfarging/ skjolddannelse fra saltutfellinger er minimal. De passer derfor til de fleste typer av trapper i utemiljø. Kostnaden for fundamenteringen blir som regel lav og oppveier at trinnene vanligvis er noe dyrere enn heller til en betongtrapp.

En enkel grunnregel for beregning av antallet trinn i en massivsteinsstrapp er å dele høyden/nivåforskjellen med 150 mm som er normal trinnhøyde samt dele lengden med 340 mm, som er vanlig trinnbredde / trinnbyde.

Trappen bør ikke monteres med gjennomgående fuger. Trinnene legges med fall minst 2 % for at vannet skal renne av. Trinnene monteres med minst 20 mm overdekking på underliggende trinn. Liggekanter hugges på over- og undersider av råsplittet stein.

Nederste trinnet, bunntrinnet, utføres 20-30 mm tykkere enn de øvrige slik at belegget nedenfor trappen kan legges mot dette.

Inn- og opptrinn i grus på pakket underlag av knust materiale bygges vanligvis av stein med god kløybarhet som skifer. Mursteiner kan monteres som opptrinn på underlaget og heller legges som plantrinn. Rommet under trinnene fylles med pakket, knust materiale. Konstruksjonen krever minimal fundamentering og gir en fleksibel trapp. Det kreves imidlertid håndverksmessig dyktighet av montøren.

Gangsti med opptrinn av kantstein brukes for å ta opp nivåforskjeller ved slakere hellinger. Kantsteinen settes som opptrinn, vanligvis i grus, mens plantrinnene belegges med heller, gatestein eller grus. Dette er også en enkel og fleksibel konstruksjon som er godt tilpasset naturen.

7.4.2 Montering i mørtel.

Fasthetskrav til mørtel etter NS 3420 er B-35.

Trapper til private og offentlige bygg bør monteres på betongfundament, mens massive trinn også kan monteres på grusfundament.

Ny betong bør være 2–3 måneder gammel for å minimalisere restsivinn fra herding og uttørring, og den bør være litt ru. Ved ferskere betong, spesielt glatte flater og der det er brukt membranherdere, impregnering eller lignende bør betongflaten påføres en smøremembran 1–2 mm. Bruk alltid en primer først. Bruk ikke avrettingsmasse i utemiljø, disse er tradisjonelt ikke formstabile ved fuktpåkjønning.

I svakker og lignende bør det brukes tørrmørtel for å bygge opp. Bruk lim for å feste mørtelen.

Der betongtrinnene er nøyaktig avrettet bør trinnene limes til betongen. Opptrinnet skal stå på inntrinnets bakre del, ikke bakenfor.

Ved bruk av massive trinn har man ikke en trappeformet stamme av betong.

En annen metode er at trinnene legges i tversgående mørtelbaner på betongtrappen. Mellom mørtelbanene legges drenerende grus. Vann som trenger inn gis mulighet til å passere under trinnene mellom mørtelbanene og dermed forhindres frostsprengning og saltutfelling.

Som alternativ til betongplate kan det bruke prefabrikerte bjelker av betong. Steinen monteres på bjelkene med sementmørtel på samme måte som ved underlag av betongplate. Fyll mellom bjelkene med drenerende grus.

På større flater, repos e.l., og hvor det er behov for påstøp 5-10 cm, bør det legges armeringsnett 05 mm i bunn, og påstøpen bør legges på dobbelt lag bygningsplast som glidesjikt.

7.4.3 Montering i grus

Massive trinn til offentlige og private bygg kan monteres i grus på et frostfritt fundament av grus eller maskinsand. Fundamentet må ha god komprimering og drenering slik at det ikke finnes risiko for setninger eller telehiv. Repos bygges gjerne av tynnere stein.

Et annet alternativ til vanlig trapp er en konstruksjon som bygges opp på omtrent samme måte som en murt mur. Det betyr at man ikke trenger noen betongkonstruksjon ettersom trappen bygges opp i samband med steinmonteringen. Den utføres med spaltbare steinsorter som skifer. Valget av stein-

tykkelse er delvis et estetisk spørsmål, delvis et teknisk. Det bestemmes av trinnenes bearbeiding og lengde.

Trappen monteres på flate av frostfritt materiale som er komprimert til 50-100 mm under bakkenivå. Første monteres opptrinn i form av murstein som legges på et 70-120 mm tykk jordfuktig mørtelseng. Trappen bygges deretter opp på samme måte som en mørtelmur. Innvendig fylles trappen med grov sand eller singel.

Tykkelsen på plantrinn og mursteinen i opptrinn bør være tilnærmet den samme av utseendemessige hensyn. Hvis trappen dessuten har en synlig gavl stemmer alltid høyden på skiftene hvis man har samme tykkelse.

Erfaringer viser at denne trappekonstruksjonen har betydelig mindre kalk- og saltutfelling enn vanlig trapper montert på betongstamme.

7.4.4 Gangstier

Gangstier er en mellomting mellom trapp og gangvei som utføres for å ta bort nivåforskjeller i skråninger og lignende.

Opptrinnene utføres vanligvis med granittkantstein, men massive trinn kan også brukes. Disse bør utføres i et stykke og kortere enn 2 meter. Ved behov monteres vangstykker (sidestykker) av samme materiale.

Plantrinnene kan utføres med heller, smågatestein eller bare grus. Det er viktig at granittkantsteiner og smågatestein er av likeverdig kvalitet og farge hvis man ikke ønsker en spesiell markeringseffekt.

Plantrinnene bør helle minst 2 % for å unngå at vann blir stående.

Det er viktig at plantrinnene har støtte på sidene for å unngå setninger. Denne motstøtten kan for eksempel utføres av storgatestein, kantstein eller liknende.

7.4.5 Ramper

For å forbedre tilgjengeligheten for bevegelseshemmede, barnevogner, rullatorer og sykler lages det ofte ramper i tilslutning til trapper.

Rampens vangstykker kan med fordel utføres som murer av samme steinsort som trappen, mens rampens slitelflate belegges med heller.

Ramper for bevegelseshemmede kan ikke ha samme helling som trappen. Den må legges i en annen retning, men i tilslutning til trappen.

Ramper for barnevogner og sykler kan integreres i blokktrinnstrapper, som da monteres med skrå heller som legges inn mellom trinnene.

Barnevognsrampe integrert i trapp kan utføres med 2 stk 300 mm brede hjulløp og med trinn 300 mm brede mellom hjulløpene.

En rampe bør:

- Være horisontal eller helle maks 1:20 mellom minst to meter lange hvileplan.
- Ha en høydeforskjell på maks 0,5 meter mellom hvileplanene.
- Være minst 1,5 meter bred.
- Ikke ha noe hinder.
- Ha minst 40 mm høy avkjøringsbeskyttelse ved høydeforskjell mot omgivelse.
- Punktene a og b gir en maksimal helling på 8cm/m i maksimalt 6 meter.
- Deretter må et hvileplan, minst to meter langt, monteres.

Faktarute 7.3

7.5 Tilslutning mot andre materialer

Når belegget med heller eller plater ligger an mot trapp med massive trinn av granitt bør trinnets front settes i hellenes tykkelse for å få en jevn fuge. Er trinnet et massivt terrengtrinn av skifer, må eventuelt hellene tilpasses trinnets front for jevn fuge.

7.5.1 Rekkverk

I offentlige bygninger er det krav om rekkverk når trappens totale høydeforskjell er 50 cm eller mer, at høyden på rekkverket skal være 90 cm fra fronten av trinnene, og at det skal være to håndlister med høyde 70 cm (for barn) resp. 90 cm, pluss taktile markeringer. Vertikale ribber skal ha maks avstand på 10 cm (for barn).

Innfestningsdetaljer bør være av rustfritt, syrefast stål.

Innfesting av stolper for rekkverk bør ikke gjøres i eller gjennom trinnene, men i trappevangene eller annen vertikal flate når dette er mulig. Dette for å unngå sprekker og at vann trenger inn med risiko for frostsprengning. Med en slik løsning blir det også enklere å bytte ut eventuelle skadete trinn i trappen. Der det må bores hull i steinen for slik innfesting bør dette gjøres midt i steinen, herdeplast bør brukes for innstøping, og det lages en hulkil mot innfestningsdetaljene.

Rekkverk i brede trapper kan også monteres i separate ”rekkverksbjelker” som er fri fra trinnene.

7.5.2 Avsperring

Trapp som monteres i mørtel holdes avstengt fra all trafikk i minst 3-4 døgn. Dette gjelder ved en temperatur på +20 grader C°. Ved lavere temperatur forlenges avstengningstiden. Ved +14 C° bør den fordobles. Dette for å unngå forskyvninger og at trinnene løsner fra underlaget.

7.6 Erfaringer

Trapper i utemiljø er ofte utsatt for store påkjenninger. Slag kan knekke trinn, frost kan forårsake at vedheften slipper, og gjennomtrengende vann kan gi utfellinger synlig som misfarging og skjolddannelser.

Tykke trinn klarer disse påkjenningene bedre enn de tynne, bruk derfor helst tykkere trinn.

Sørg for at så lite vann som mulig kommer inn i konstruksjonen gjennom å lage fugene så tette som mulig. Tenk da også på at flater i tilslutning til trappen ofte er store og kan lede vann inn i trappekonstruksjonen. En trapp med stein og fuger kan aldri bli helt tett. Det er derfor en fordel om konstruksjonen utføres slik at eventuelt inntrengende vann kan dreneres bort.

Innstøpte varmekabler eller rør for vannbåret varme i betongtrapper må vurderes nøye. Varme i trapper krever høy kapasitet og riktig plassering av kabler/rør for å få tilstrekkelig effekt slik at også trinnenes framkant avises.

Hvis systemet er feildimensjonert er det risiko for at det dannes iskanter ved trinnenes front.

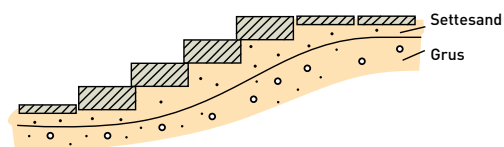


Fig 7.4
Terrengtrapp med massive trinn på grus og settesand.

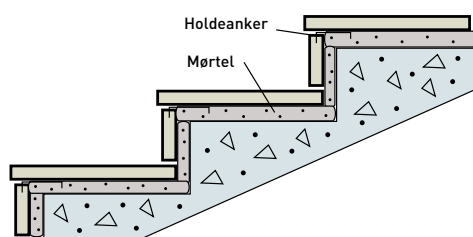


Fig 7.5
Plantrinn og opptrinn montert i mørtel på stamme av betong.

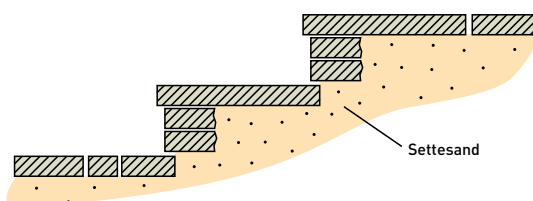


Fig 7.6
Trapp av plantrinn med opptrinn av murstein.
Montert i settesand.

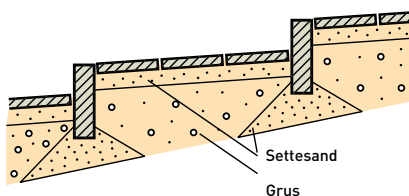


Fig 7.7 Terrengtrapp av plater med opptrinn av kantstein.



Fig 7.8
Innfesting av rustfritt rekkverk i trappevange av granitt.

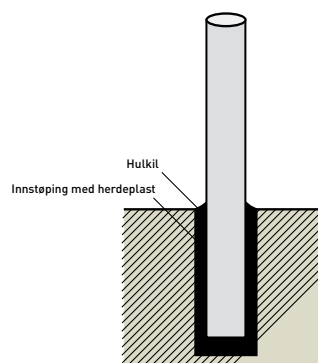


Fig 7.9
Innfesting av rekkverk i stein. Innstøping med herdeplast
som trekkes opp til hulkiil.



Fig 7.10
Kalk- og saltutfellinger fra sement skjemmer trappen.
Kan skyldes feil sement, fersk betongstamme og store
mengder vann som transporteres gjennom settemørtelen.



Illustrasjonsfoto.

8

MURER

Å stable steiner på hverandre til murer er noe mennesket alltid har gjort. Enten det har vært for å bli kvitt steinene fra åkeren eller for å skape et vern mot fiender eller ville dyr. Naturstein er et vakkert materiale som hører hjemme i det norske landskapet, og tørrmuring er en meget ressurs- og miljøvennlig byggeskikk.

I veibygging har naturstein i alle tider vært det viktigste materiale. De eldste steinhvelvbruene er fra ca. 1700, og var basert på tørrmuring.

Statens vegvesen skriver i sin Håndbok 182–Tørrmuring med maskin, Rettleing, utgave 1995:

Tørrmuring i samband med vegarbeid har lange tradisjonar her i landet. Naturstein har i alle år vore det viktigaste materialet i vegbygginga. Handmurte vegar kan følgjast langt tilbake i tid – heilt frå dei første kløvvegane, særleg på Vestlandet. Mykje av dette har gått tapt i samband med bygging av meir moderne vegar. Langs dei gamle postvegane og kongevegane har vi likevel att mange kvelvbruer og høge murar frå førre århundre og enda lenger tilbake. Det meste av dette vert no teke vare på, og refererer vidare det mange sier om murene: dobbelt så vakre og halvparten så dyre.

De enkleste murene som vi bygger i dag er utført på samme måte med stablete steiner i ett eller flere skift, benevnt *ensidig tørrmur*. De kan også være murt opp med mørtel, benevnt *ensidig murt mur*, eller være en forblending på en bærende stamme, oftest av betong, benevnt *murt forblending*.

Til enklere murer brukes av og til rundsteiner, d.v.s. steiner som hentes rett fra naturen uten videre bearbeiding, eller sprengsteiner fra byggeplass eller steinbrudd i nærheten. Slike murer er blant annet vanlige rundt våre kirkegårder. Slik stein er ikke kommersielt tilgjengelig, og omtales ikke nærmere.

Avhengig av hvordan fjellgrunnen er, kan steinene være kubiske, formet som rette prismer, eller bestå av flate skiver. De kan være av ulike bergartstyper, som granitt, gneis, eller skifer. For granitt og gneis er det imidlertid blitt vanligere med bearbeidet stein til murbygging, mens skifer i hovedsak baserer seg på sorteringsprodukter fra oppsprukket fjell og brudrift. Herfra hentes også stein til gabioner.

8.1 Definisjoner

Murer har gjerne navn etter hvilken steintype som benyttes, og hvordan muren bygges opp. Alle murer skal bygges i forband. Følgende definisjoner gjelder, henvisning NS 3420-K:2011 avsnitt KM og N, samt Byggeforskserien 517.341.

Ensidig tørrmur: Stablemur av blokker med relativt grovt tilpassete steiner, og med varierende bearbeidingsgrad. Skifer er oftest ubearbeidet.

Ensidig murt mur: Stablemur hvor det brukes mørtel i alle fuger. Krever stein hvor fugene er bedre tilpasset enn for tørrmur, for granitt og gneis (all massivstein) betyr det at knøler og lignende er fjernet ved hugging. For skifer betyr det som oftest sagete eller hugne ender, og natur eller hugget vis-side.

Ensidig eller tosidig, ett-skifts mur av massive elementer.

Tosidig tørrmur med kjerne av løsmasser. Muren har oftest avdekning på toppen.

Tosidig murt mur med kjerne av betong. Muren har oftest avdekning på toppen.

Kvadermur: Tørrmur eller murt mur av rektangulære blokk med samme høyde og gjennomgående, horisontale fuger, lagt i forband.

Rubbelmur: Tørrmur eller murt mur som savner skift, altså gjennomgående, horisontale fuger. Består av større og mindre rektangulære og kvadratiske blokk. Antas å være relativt kostbar.

Forblending: Tynn tørrmur eller murt mur stablet mot en stamme av betong eller annen murstein (Leca/tegl), alternativt tynne paneler eller tynne steinflis eller heller limt på stammen.

Forband: Steinene stables slik at det ikke blir gjennomgående, vertikale fuger. Steinenes vekt og friksjon i de horisontale fugene gjør muren sterk og stabil med mindre risiko for at den skal rase sammen. Ved faste lengdeformater er et ideelt forband 1/2 forskyvning. Ved andre diensjoner er en grunnregel at forbandet bør være minst 1/3 av tykkelsen > 200 mm, men ikke mindre enn halvparten av tykkelsesformatet.

Skift er den vertikale høyden mellom to horisontale fuger.

Gabioner: Relativt finsortert steinavfall lagt i lukkede nettingkister eller nettingkurver. Stables i forband for å hindre utrasing av jord- og leirmasser ved veibygging. Også gabionpølser brukes. Bakfylling med drenerende løsmasser. For disse henvises til Håndbok 018 – Vegbygging, kap. 7 i Statens vegvesen.

Det henvises videre til Håndbok. 016 – Geoteknikk i vegbygging, Håndbok 018 kap. 2, samt Håndbok 274 – Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.

I Håndbok 018 kapittel 7 del 71 fremgår krav til formelle godkjenningsrutiner for murer.



Råhugd tørrmur med sagde fuger. Foto: Jogra



Tosidig mur forblendet med klipt murstein fra Førde Granitt AS. Foto: Øystein Menes

8.2 Materialer og overflatebearbeidinger

Etter NS-EN 3420 kapittel KM skal følgende angis: bergartstype, utseende, farge, mønster / tekstur, overflater / overflatebearbeiding, dimensjoner m/toleransekrav, samt dimensjon stuss- og liggfuger (vertikale og horisontale). Andre krav kan være en rekke materialegenskaper – se kapittel 2.

8.2.1 Skifer

Skifer til muring er i hovedsak sorteringsprodukter fra bruddvirksomhet, og kan være oppsprukket fjell fra naturlig erosjon eller som resultat av bruddvirksomhet.

Førstnevnte har oftest gamle, slette visflater, mens ligggflatene alltid er naturplan. Det leveres også skiferblokk der visflaten har spor etter borehull, og det er et rimeligere produkt. Produktene leveres sortert i ulike dybder (bredder), men kan fra noen leverandører leveres med sagete ender for tettere stussfuger. De bredeste stableblokk, opp til 150-160 cm, har god stabilitet, og krever som regel bare et godt fundament for å få en stabil mur.

Oppdal-skifer leveres i handsteinformat også med hugget eller klipt visside.

Det er 8-10 skiferprodusenter i Norge som leverer murstein, og alle har mer eller mindre sin egen sortering, gjerne klassifisert som handstein, dvs. kan monteres for hånd, eller maskinstein, som må monteres med maskin. Terminologien kan være noe forskjellig mellom leverandørene. Det forekommer også noe import av skifermurstein fra Sverige.

Skifermurstein, uansett type, selges på vekt eller pr. m² ferdig mur. Produsentene oppgir som veiledende mengde (erfaringsmengde) antall kvadratmeter ferdig mur pr. tonn stein for hver type i sorteringen, dermed kan totalt vektmessig mengdebehov kalkuleres.

Til forblendingsmur leveres skifer i mange varianter. Den enkleste og billigste løsning er tørrmur stablet mot en stamme av betong eller annen mur (Leca), men kan også monteres som murt mur. Oppdal-skifer leveres som smal stein med hugget eller klipt visside. Ofte finner man uregelmessige heller (bruddheller) limt direkte på stammen, og hvor Otta-skifer med rustflate er spesielt etterspurt.

8.2.2 Granitt

Råsplittete blokker med den naturlige rå flaten har i lange tider blitt brukt til å lage murer av granitt. For det meste brukes lys grå/grå eller rødgrå granitter med god kløvbarhet.

Granittblokk leveres i ulike bearbeidingsgrader. De enkleste er råsplittet, og kan ha synlige kilehullsmerker. Videre kan kilemerker hugges bort, og knøler kan hugges vekk for tettere fuger.

Sagete visflater produseres vanligvis gradhugget eller flammert. Gradhuggingen gjøres ofte maskinelt med grove støter slik at overflaten mest ligner på handhugging. På denne måten får man produkter som passer inn i vårt tradisjonelle utemiljø.

Forblending, som har mindre dybde, leveres gjerne med saget stuss og ligg, og råsplittet eller hugget front, og i noen tilfeller "settes" kantene.

Med dagens teknikk kan man også få fram relativt tynne steinflis/heller til forblending, med rå framside og de øvrige sidene saget.

Det produseres også tynne helleprodukter til forblending, også kalt panel, med saget stuss og ligg og råsplittet eller hugget front, beregnet for liming.

8.2.3 Andre steintyper

I Norge leveres også en del andre steintyper til murbygging:

På Flisa i Østerdalen produseres diverse murprodukter i Royal Gneis, både stablemurer og forblendinger. Fargen er dus rød.

Fra larvikitt-miljøet i Vestfold leveres blokker til kvadermurer som normalt stables tørt, men det produseres også andre produkter på bestilling.

I et flertall av landets kommuner finnes mindre og større steinbrudd hvor det hentes ut stein til murbygging. Lokalt kan det også finnes gabbro som kan brukes til tørrmuring.



Hagemur med klipt håndstein fra Førde Granitt AS.
Foto: Øystein Menes



Iddefjord råkilt tørrmur. Foto: Jogra

8.3 Mønster, toleranser og dimensjoner

8.3.1 Mønster

De enkleste murer er stablemurer av sprengstein fra nærliggende forekomster. Murene savner oftest horisontale, gjennomgående fuger, fugene kan fremstå mer som bølger og med avbrutte soner, og stiller store krav til maskinføreren i stableprosessen for å få tilstrekkelig godt forband.

Murer av bearbeidet massivstein kan i sin enkleste form være råsplittet med synlige borehull. Skiftene kan ha ulike høyder. Fugene vil være relativt brede, og alle sider har større og mindre knøler. Slik stein kan bare stables som tørrmur.

Ønskes en mur med smalere fuger må knølene hugges vekk på stuss og ligg, og da fjernes som regel også borehullene. Denne kan også monteres som murt mur.

Ytterligere bearbeiding vil som regel bety saget stuss og ligg, og muren kan monteres med smale mørtelfuger. Visside kan være råsplittet, eller også med "satte" kanter. Visside kan også være saget med flammert eller gradhugget overflate. Skiftene i en slik bearbeidet mur vil ha samme høyde (kvadermur).

Lave murer med mer eller mindre bearbejdede vissider kan være montert som ensidig eller tosidig ett-skifts mur av massive elementer, altså ikke stablemurer. De kan også være murte eller stablet av tynne skiver av skifer eller annen spaltbar stein, da som fler-skifts mur.

Stablemurer av skifer er meget konkurransedyktig i pris, og de egner seg best til tørrmuring. Muren vil alltid preges av at hvert skift har tilnærmet samme høyde, mens de ulike skift vil ha høyst varierende høyde.

Handstein brukes til relativt lave, frittstående 2-sidige murer, eller som forblending mot en bærende stamme av betong. I noen tilfeller også som mindre, lastbærende murer. Maskinstein brukes både som større, lastbærende murer eller som erosjonsvern i skjæringer mot veier, gang- og sykkelstier.

8.3.2 Toleranser

Dimensjonstoleranser i henhold til NS-EN 771-6 – Murprodukter av naturstein:					
Dimensjoner		Element med fastsatt og bearbeidet form	Element med firkantet form	Element med uregelmessig form	
			Saget visflate	Råsplittet visflate	Ingen krav (●●●)
Lengde	± 3 mm		± 5 mm (●)	± 15 mm (●)	
Bredde	± 0,3% av dimensjon til lengst side		Ingen krav	Ingen krav (●●)	
Høyde			± 5 mm (●)	± 15 mm	
Flathet			± 0,1 % av dimensjon til lengst side	Ingen krav (●●)	
Rettvinkelhet			Ingen krav	Ingen krav (●●)	
● For den flaten som skal bearbeides					
●● Det er ingen toleranser spesifisert i standarden. Leverandør skal angi maksimum variasjon i dimensjoner					
●●● Ingen krav kan spesifiseres					

Tabell 8.1

8.3.3 Dimensjoner

Det finnes ingen standardiserte dimensjoner for naturstein til muring i Norge. For skifer finnes leveringsstandard med sorteringskriterier fra de ulike leverandører - se over, og for massivstein finnes en viss leveringsstandard fra noen leverandører.

Man kan ta for gitt at all bearbeidet naturstein, uansett steintype, er billigst når den leveres i standard tykkelse og bredde, og i fallende lengder.

NS-EN 3420 KM inneholder imidlertid en del bestemmelser og krav. Mengden av en mur måles som arealet av murens vertikalprojeksjon over fundamentet, mens mengden av tosidige murer måles som arealet på begge sider av murens vertikalprojeksjon over fundament pluss arealet av toppflate og endekant(er).

Ett-skifts mur av massive elementer regnes som lengden av muren.

Man kan derfor slutte at murer av massivstein som krever bearbeiding stort sett er bestillingsvare, hvor kjøper og leverandør må finne løsninger innenfor mulighetens grenser. Billigste løsning bestemmes av steintype, kløvbarhet, steinbruddets beskaffenhet og logistikken, altså transportveien fra brudd til byggeplass.

Leverandørene har gode kunnskaper om sine produkter, mange har lang erfaring i murbygging, og de vil derfor være gode rådgivere i prosessen.

8.4 Murbygging

Murbygging, spesielt med dimensjoner som krever maskinhåndtering, krever meget store arealer til mellomlagring, arbeidsområde for maskiner og maskinoppstillingsplass. Dette må det tas hensyn til allerede i planleggingsfasen.

8.4.1 Fundamentering

Enhver mur, stor eller liten, krever god, frostsikker og drenert fundamentering. Fundamentet skal bære hele murens vekt, eksempelvis vil bakkestrykket for en 10 m høy mur bygget av stor blokk / ekstra stor maskinstein (skifer) være ca. 30 tonn pr. løpemeter mur.

På den annen side vil en ensidig, 1 m høy mur bygget av handstein ha et bakkestrykk på ca. 0,8 tonn pr. løpemeter mur. Oppføring av murer er i utgangspunktet søknadspliktig, er underlagt flere lover, bl.a. pbl (Plan- og bygningsloven) og TEK10, og skal oppfylle følgende hovedkrav:

- Konstruksjonssikkerhet
- Sikkerhet ved bruk. Nivåforskjeller som kan utgjøre fare skal sikres med gjerde e.l. Dette gjelder i eller i nærheten av uteoppholdsareal der nivåforskjellen er på mer enn 0,5 m og der det er hardt underlag.
- Estetikk. I utforming og plassering skal man ta hensyn til omgivelser og eksisterende bebyggelse, og sørge for god estetisk helhet.

Er det løsmasser i bunn krever høye jordtrykk at det foretas geoteknisk undersøkelse før valg av fundamentering foretas.

Under alle omstendigheter vil dårlig fundamentering gi en dårlig mur.

Frostsikkerhet er avgjørende for en sikker mur med lang levetid. Der hvor grunnen består av telefarlige masser, må disse fjernes til et visst dyp som eventuelt må beregnes ut fra lokal frostmengde som er tilgjengelig i offentlige statistikker.

Etter graving må bunnen isoleres med isolasjonsplater, lett klinker eller skumglass (kalt granulære isolasjonsmaterialer).

Telefrie masser avrettes med pukk/grus og komprimeres. Der fjell ligger i dagen må det renskes for løsmasser og sprenges slik at bunn står vinkelrett på murfront.

Et alternativ er å forske og støpe murfot, men denne må forankres til fjellet med bolter.

Uansett hvordan murfot anordnes må det legges drenering til stikkledning.

Statens vegvesen har detaljerte beskrivelser om ulike løsninger i Håndbok 018, kapittel 2.

8.4.2 Skjæringer og murhelling

En skjæring fremkommer ved direkte fysisk inngrep, enten ved sprengning eller graving.

Er skjæringen i fjell kan murhellingen være temmelig bratt, mens helling i mer rasfarlig masser som leire eller sand (silt) må gjøres litt slakere. Hellingen bør være mellom ca. 5:1 og 10:1.

Fjellskjæring må renskes eller nedsprenge, og eventuell usikret fjell med fare for utrasing / utglidning må stabiliseres med fjellbolter. Fjellsiden bak muren må ha tilnærmet samme helling som ferdig mur, og fjellveggen kan i slike tilfeller anses å være selvdrenerende.

Består skjæringen av jordmasser bør disse kartlegges og klassifiseres ved forundersøkelse, eventuelt ved geoteknisk undersøkelse. Stabiliteten i massen er avgjørende for valg av sikringsmetode. Stein og grus anses for stabile masser, mens siltholdig sand og leire anses for ustabile masser. Faren ved slike masser er overflateerosjon, grunnvannserosjon og utglidning, hvor alle disse kan skade murens stabilitet, enten ved øket baktrykk, fjernet bakmasse, tilstopping av bunndrenering eller utrenning av masse gjennom fugene.

Sikring av rasfarlige masser kan være jordarmering (jordnagler) eller erosjonsnett av polyetylen. Bindere kan også monteres for å gi muren styrke. En binder er en avlang blokk som monteres i muren med endeflaten som visside, og hvor den andre enden av blokken går inn i bakfyllingen.

Etter NS-EN 3420 skal bakfylling med komprimering mellom ensidig mur og terreng beskrives, likeså filter av geosynteter, filterlag av løsmasser og forblending.

Statens vegvesen har detaljerte beskrivelser om ulike løsninger i Håndbok 274.

8.4.3 Ulike murløsninger

Tørrmur av skifer

Tørrmur av skifer er en god konstruktiv løsning som til en viss grad kan oppta bevegelser i underlaget. Muren gir et rustikt og naturnært inntrykk, ofte med grove flater og stor variasjon i fugebredden.

Skifer til større murer, *maskinstein* eller *blokk*, leveres ubearbeidet, og egner seg derfor kun til tørrmuring – se avsn. 8.2.2 over. Skiferens plane overflate gir meget god friksjon i de horisontale fuger, og stabling med riktig utført forband gir en sikker og varig mur.

Maskinstein har ulike sorteringer innenfor ca-bredder (dybde) 30-160 cm.

Maskinstein leveres til byggeplass i bulk. Like viktig som skiferens gode egenskaper i murbygging er maskinførerens kyndighet og erfaring. Stabling krever en viss sortering under byggingen. Skiftene skal ha tilnærmet samme tykkelse, dvs. at de horisontale fuger skal være gjennomgående, krav til forband skal ivaretas, og stussfugene krever god tilpasning for å få en pen mur. Oppstår større fuger eller ubalanse kan småstein kiles inn for å gi god stabilitet.

Handstein med naturkant (visside) til tørrmur har også ulike sorteringer innenfor ca-bredder (dybde) 5 – 45 cm. De største sorteringer kan leveres i bulk til byggeplass, mens de minste leveres i kasser, metallkurver eller i storsekk.

Handstein begrenser tørrmurens høyde til maks. 2 meter, og egner seg best som tosidig, frittstående mur, eller som forblending – se dette. Høyere murer vil kreve forankring av noe slag. Handstein må sorteres på byggeplass under byggingen, og en god og pen mur er helt avhengig av kyndige og erfarne håndverkere.

En *tosidig* mur vil si at den er frittstående og kan ses fra begge sider (to vissider) og topp. Brukes som gjerder eller grenseskiller mellom trafikkareal med ulik funksjon.

Muren må på forhånd skisses opp. Tverrsnittet vil være rektangulært eller svakt pyramideformet hvor sidene må ha samme, jevne stigning mot toppen. Jo høyere mur, desto mindre stigning på sidene. Mursidene bør låses innbyrdes med gjennomgående stein (friksjonslås) eller metallstenger.

Muren konstrueres slik at det blir åpent rom i midten, dvs. mellom vissidene. Tomrommet fylles med drenerende grus eller pukk, og i bunnen legges geotekstil eller polyetylen for å hindre infiltrasjon av finpartikler. Dreneringsrør til stikkrenne bør legges i bunnen. Alternativt kan mørtel legges i mellomrommet, og den bør være jordfuktig for å hindre utrenning i fugene. Man bør unngå bruk av jord i mellomrommet, ellers vil man få plantevekst i muren.

Toppen av tosidig mur bør alltid ha avdekning på toppen – se dette.

Murt mur av skifer

Mørtel – se kapittel 3 Materialer for montering.

Mørtelen skal være jordfuktig, og skal ligge tilbaketrukket fra visflaten, noe som gir skyggevirksomhet. Overflaten skal gattes med fugeskje, eller kan børstes med kost for å gi et mer rustikt preg.

Det er meget viktig med nøye rengjøring av steinen etter fugging. Løs mørtel må fjernes, og sementslør må vaskes bort. Under regn bør murens tildekkes 3-4 døgn for å hindre utvas-king, det samme bør gjøres om det fuges i regnvær.

Ønskes en mur montert i mørtel finnes et større spekter av skiferprodukter, hvor de fleste varianter er noe bearbeidet.

Både liten maskinstein og stor handstein kan monteres som murt mur, men det er en ganske krevende prosess for håndverksmessig utførelse og tidsforbruk. Montasjen krever mye sortering på byggeplass, og det må påregnes noe svin-ning.

Det anbefales derfor at man eventuelt velger montasje i mørtel for mindre murer.

I dag finnes teknologi for å klippe skifer opp til ca. 15 cm tykkelse. Fordelen med denne prosessen er at man får murstein med stor byggehøyde og relativt smal stein, ca. 5-12 cm, og er følgelig en rimelig løsning. Egner seg best til forblending, men kan også bygges som tosidig, frittstående mur.

Forblendingsmur av skifer

Skifer til forblending er som regel bearbeidet, og kan bestå av flis eller heller med naturplan som visflate, formatskåret til ønsket dimensjon, eller bruddheller med uregelmessig form. Egnet platetykkelse er ca. 10-25 mm. Bruddheller tilpasses på stedet. Flis og heller limes til stammen.

Andre produkter er tynnere staver med naturkant eller hugget fire sider, ev. saget bakkant (Oppdal-skifer), og som har relativt jevn bredde (dybde). Fugene velges ofte til 15 mm.

Oppdal-skifer med hugget kant kan leveres i tykkelse opp til ca. 8 cm. Fra noen leverandører leveres staver med naturkant og saget bakside.

Er muren høy, dvs. over ca. 2 m, bør forankring til stammen vurderes, spesielt der det brukes store heller som limes til stammen. Om lim – se kapittel 3.

Tosidig mur av skiferblokk

I noen tilfeller er det levert skiferblokk som monteres som blokksteinsmur. Blokkene, som regel ganske store, graves ned i bakken slik at stabilitet oppnås, de monteres på høykant inn-til hverandre, og kan danne en levgg mot innsyn og støy, eller som grensemur mellom areal med ulik funksjon. Sidekantene leveres i de fleste tilfeller saget, og av praktiske grunner bør også enden som monteres ned i bakken være saget.

Tørrmur av massivstein

De enkleste tørrmurer av massivstein bygges gjerne av spreng-

stein fra brudd, overskuddsstein fra veibygging eller annen ut-sprengning, eller utrast stein. Muren blir veldig grov, og stiller store krav til maskinfører og håndverkere. Det kan være van-skelig å etablere godt forband, det er ingen gjennomgående horisontale fuger, og det må brukes mye småstein (handstein) for kiling i de største sprekker. Nærhet til forekomst kan like-vel gjøre muren relativt billig.

Tørrmur av granitt

De enkleste tørrmurer av bearbeidet granitt leveres med rå-splittete sider, de har relativt store knøler på alle sider, og syn-lige borehull. Blokkene produseres med samme høyde slik at man får gjennomgående, horisontale fuger, og stussfugene bør monteres relativt tett, men ikke knas. Granittmurer stables med maskin, og det er enkelt å oppnå godt forband.

Ved bearbeiding av de råsplittete sidene fjernes knølene og borehullene, og man får det man kaller råhuggete sider. Muren får følgelig tettere fuger, og man skal være oppmerk-som på at høye murer vil gi stort flatetrykk i de horisontale fuger, og at det til en viss grad kan oppstå lokal knusing og / eller avskalling langs fugekantene. Dette skyldes kombinasjo-nen av trykk og sesongavhengige bevegelser i muren.

For god stabilitet kreves store blokker for høyere murer, for eksempel i veiskjæringer.

Større blokker monteres vanligvis med noe bredere fuger der mindre steiner kiles inn i de største sprekke-ene. Dette gir et pent og rustikt helhetsinntrykk. Kostnaden for montering blir mindre med store fuger enn om steinene skal hugges sammen mer nøyaktig.

Steinene legges i forband med noe helling innover, og har bearbeidet stuss og ligg slik at de ligger støtt mot hverandre. Murens stabilitet blir bedre hvis man bruker store blokker hvor de største plasseres i bunn.

Tosidige tørrmurer av granitt bygges etter samme prinsipp som for skifer - se over.

Murt mur av granitt

Mørtelen skal være jordfuktig, og skal ligge tilbaketrukket fra visflaten, noe som gir skyggevirksomhet. Overflaten skal gattes med fugeskje, eller kan børstes med kost for å gi et mer rus-tikt preg.

Vissiden på ensidige murer av granitt satt i mørtel har mange bearbeidingsmuligheter. Manuelt kan siden hugges, noe som gir et rustikt preg. I tillegg kan kantene rundt tilsettes slik at de setter en ramme rundt den huggete overflaten.

Maskinelt kan overflaten flammes eller gradhugges, da får man en jevn overflate med ulike grader av ruhet – se kapittel 6 Heller.

Stuss- og liggeflater er oftest saget.

Fugene bør være minimum 5 mm. På liggeflatene legges

baner av mørtel i front og på sidene (ikke langs bakkant). Steinen må være fuktet før mørtel legges. Det legges også to vertikale baner på satt stein før neste stein settes.

Det er meget viktig med nøye rengjøring av steinen etter fugging. Løs mørtel må fjernes, og sementslør må vaskes bort. Under regn bør murens tildekkes 3-4 døgn for å hindre utvas-king, det samme bør gjøres om det fuges i regnvær.

Ett-skifts mur av granitt

Muren består av rektangulært formete steiner i murens fulle høyde, i blant med hellende overside, og er i de fleste tilfeller tosidig, dvs. har to visider. Ett-skifts mur brukes for å ta opp høydeforskjeller eller som grensemur mellom ulike terrengavsnitt eller flater. Muren utføres normalt med råkilte flater med tilsatte kanter, men produseres også med gradhuggete, flammete eller polerte flater.

Ett-skifts mur av granitt produseres normalt med sagete fugesider. Disse sidene kan også tilsettes for å få et råere utseende. Murene monteres med ca. 10 mm fuger (må beskrives) som inngår i dimensjonen for steinblokker ved bestemte lengdemål. Alternativt kan kantene ved den sagete flaten settes til for å gi inntrykk av kilt fugeflate.

Også ett-skifts murer krever god fundamentering, og grunnforholdene avgjør valg av metode – se avsn. 8.4.1 Fundamentering. Beskrivelsen må ta hensyn til grunnforholdene, spesielt krav til høyder.

Forblendingsmur av granitt

Granitt til forblending er alltid bearbeidet i noen form. Enkelt produseres produktet av stein med god kløvbarhet med saget stuss og ligg, og med råsplittet vis- og bakside. Disse settes i mørtel og med mørtelfuger. Der baksiden er saget kan steinen limes til stammen. Kanten kan også leveres tilsatte. Disse kan enkelt monteres på betongmurer/grunnmurer/ brystninger, eller for eksempel på bropæler, og uten hensyn til øvrig konstruksjon.

Felles for ovennevnte typer er relativ smal stein, typiske dimensjoner er 20-40 mm, mens tykkelsen kan variere fra 20 til 200 mm.

Granitt kan også leveres som flis eller heller som limes direkte på stammen. Typisk tykkelse er 10-20 mm, og overflaten kan velges flammet eller gradhugget. Fugene bør være smale, gjerne 4-6 mm.

Bearbeidet granitt kan også stables som tørrmur, og da bør man velge saget stuss og ligg, mens visside er råsplittet, det gir billigste løsning.

Uansett montasjemetode bør forankring til stammen vurderes, særlig når muren er høyere enn ca. 2 meter. Steinene holdes inne mot den bærende stammen med holdekramper av rustfritt, syrefast stål, for mindre murer kan også tråd brukes.

Antallet kramper tilpasses steinenes størrelse og murens høyde.

Murer som er høyere enn ca 4 m bør monteres med ventillert luftspalte samt bære- og holdekramper der hver helle er frittstående, og bevegelsene tas opp i hver fuge. Fugene er åpne. For montering av en slik mur, se hefte Fasader.

Forblendingsmur avsluttes best med en avdekking for å skjule murkonstruksjonen og beskytte mot inntrengende vann.

Forblendingsmurer kan også utføres som betongelementer der steinheller støpes inn i betongen. Elementene utføres da vanligvis i L-form som støttemurer. Platene forankres mekanisk på samme måte som ved fasadeelementer.

8.4.4 Avdekking

Man bør velge avdekning i samme materiale som muren er bygd opp av, det vil gi penest resultat.

På frittstående, tosidige murer bør det alltid være avdekning på toppen, dette for å hindre at regn, snø og is ødelegger muren.

Avdekkinger av skifer med kløvflate (naturplan) leveres med natur-, hugget eller saget kant. Man bør velge tykke plater, gjerne 25-50 mm som leveres i fallende lengder, og bredden bør velges slik at man får 20-50 mm sprang på visider. Avdekninger bør settes i mørtel med 1-2% fall til gunstigste side. Etter som skiferen sorteres i tykkelsesintervaller kan sidekantenes underside kalibreres til lik tykkelse for å gi en pen avdekning. Alternativt kan hele plater kalibreres til lik tykkelse. En god regel er jo tykkere/grovere stein i muren, jo tykker avdekning. Sidekantene bør i tillegg ha vannese (dryppnese) på undersiden, dette for å hindre vann i å renne inn på muren med frostskafer som resultat.

Et alternativ til tykkelseskalibrering av viskanter er å be om spesialsortering på lik tykkelse.

Der muren er ensidig velger man avdekning som bare har én sidekant bearbeidet.

Avdekking av granitt brukes på samme måte som skifer. Utgangspunktet er sagete heller med tykkelse 30-40 mm hvor visflate og viskanter klippes, flammes eller gradhugges.

Hellene leveres i fallende lengder, bredden bør velges slik at man får 20-50 mm sprang på hver visside, og de bør settes i mørtel med 1-2% fall til gunstigste side.

Råsplittete avdekkinger kan brukes på smale avdekninger da splitteprosessen begrenser hvor tynne plater som kan produseres. Passer best i naturmiljøer, eller i et miljø der man vil framheve en robust følelse.

Gradhugget, flammet eller polert avdekking passer best på steder der det stilles høyere krav på bearbeiding, for eksempel der muren skal brukes som sittebenk, eller at omgivelsene krever høy standard. Avdekking passer til murer ved offentlige plasser, torg, entréer, parkanlegg eller lignende.

8.5 Prosjektering og montering

Murens overkant skal normalt være horisontal. Hvis terrenget heller slik at muren blir høyere i den ene enden enn i den andre, reguleres høydeforskjellen enten gjennom avtrapping, ved at muren følger terrengets helling, eller alternativt annen løsning. Uansett løsning må denne fremgå av arbeidstegningen. Hvis muren utføres med helling som følger terrenget, bør stussfugene utføres vertikalt og ikke vinkelrett på overkanten.

Utføres muren uten avdekking, bør toppflatens fuger utføres med vanntett sementmørtel.

Dilatasjonsfuger (bevegelsesfuger) bør benyttes ved overgang mellom ulike murkropper.

Det skal alltid foreligge en fullstendig beskrivelse av krav til ferdig mur, inklusive mengdebeskrivelser.

en fot som belegget kan hvile mot. Foten legges som regel under vannflaten, og kan bestå av profilstål slått ned i grunnen eller annen løsning. Steinen må ha en viss størrelse og høy vekt for å ligge i ro. Vanligvis gjøres det ellers lite eller ingen grunnarbeid, steinen legges (monteres) direkte på skrenten. Der man har rektangulære blokk må disse monteres i forband.

Skrentbelegg kan også utføres ved veiskjæringer og i parker. Dens oppgave er da å holde imot jordmasser og å tilføre estetiske verdier. Krav til fundamentering er den samme som for murer.

Ved kyst- eller i havnemiljø stilles strengere krav til løsningen for å motstå bølgeerosjon. God løsning får man ved bruk av uregelmessig formet stein med høy vekt, alternativt store, rektangulære blokker.

Man bør unngå å bruke stein med typisk helleform, for eksempel maskinstein av skifer eller skiferblokk. Det finnes mange eksempler på at bølgekreftene har løftet og flyttet slike blokker.

8.6 Skrentbelegg – Plastring

Skrentbelegget har hovedoppgave som erosjonsvern, men brukes også for å tilføre estetiske verdier. Langs elver, kanaler og innsjøer benyttes mer eller mindre bearbeidet stein, gjerne tilgjengelig i området. Belegget har én visside.

Forutsetningen for et godt erosjonsvern er at det anordnes

8.7 Broer

Forblending av brofundamenter av betong utføres på samme måte som forblendings-murer, se avsnitt Forblendingsmurer (skifer og granitt).

Steinhvelvbroer har vært bygget i vei- og jernbanenettet helt fra 1700-tallet. Eldste bro i veinettet er fra år 1700 (Svanes,



Akerselva, Grorudparken, Oslo. Foto: Marcus Lundmark

Rogaland). De første broene var bygget som tørrmur, og hadde spennvidder opp til ca. 20 m. Senere har det vært bygget hvelvbroer med mørtelfuger, og med spenn opp til 60 m. (Skodje-strømbroa, Møre og Romsdal).

Statens vegvesen bygde Åros bro i Sogndalsstrand i Rogaland så sent som 1999.

Hovedprinsippet ved hvelvbroer er at man utnytter steinens meget høye trykkfasthet.

Statens vegvesen har utgitt Håndbok 230 Steinhvelvbroer, revidert 2002.

8.8 Trafikkbarrierer – Trafikkdelere – Rekkverk

I trafikkmiljøet ønsker man å dele av kjørefeltene slik at risiko for møteulykker reduseres. For dette formål monteres barrierer av ulike slag langs veiene. Deres oppgave er å stå imot påkjørsel og lede kjøretøyene videre i kjøreretningen uten at de kommer over i motgående kjørefelt. Rekkverk av naturstein brukes vanligvis ikke på hovedveiene, selv om det finnes eksempler på barrierer av store blokk, men i byer og tettbebygde strøk kan man se slike.

Barrierene skal ha tilstrekkelig fasthet for å stå imot kraften fra påkjørsler. Samtidig må flaten være tilstrekkelig jevn slik at kjøretøyene ikke haker seg fast og begynner å rotere.

Kollisjonstester har vist at barrierer av ca 150 mm tykk granitt av god kvalitet med råkilt flate, montert i betongelementer og med maks 50 mm forhøyninger klarer disse krav. Barrierene bør fra trafiksikkerhetssynspunkt være minst ca. 700 mm høye og får ikke helle for mye bort fra kjørebane.

8.9 Tilslutning mot andre materialer

Innfestinger

I noen tilfeller monterer man innfestinger i steinen, for eksempel gangjern for grunder. Alle slike fester som monteres i steinen skal være av rustfritt, syrefast stål. Vanlig jern rustet og gir rustutfellinger og misfarging. Dannelse av rust øker jernets volum og gir opphav til store sprengkrefter. I verste fall kan steinen sprekke, selv om det er stein av høy kvalitet.



Fig 8.2 Blokksteinsmur av flammet granitt.

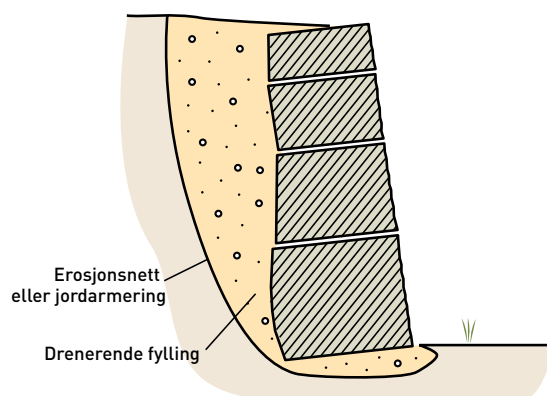


Fig 8.3 Tørrmur av granitt.

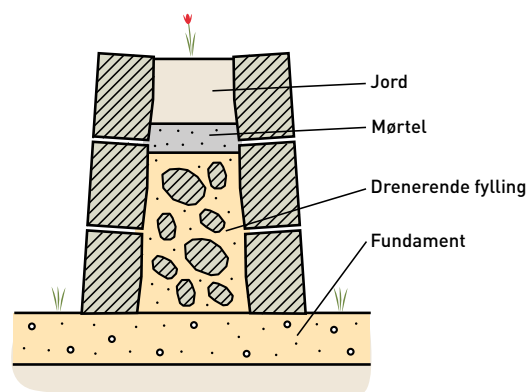


Fig 8.4 Tosidig tørrmur av granitt med beplantning i topp.

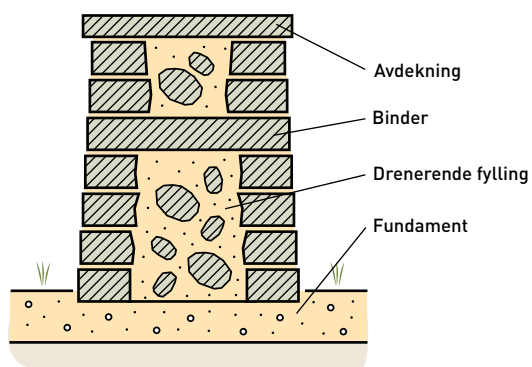


Fig 8.5 Tosidig mørtelmur av plater med avdekning.

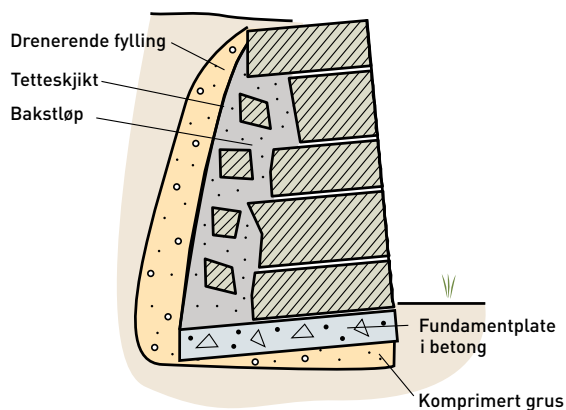


Fig 8.6 Mørtelmur med bakstøp.

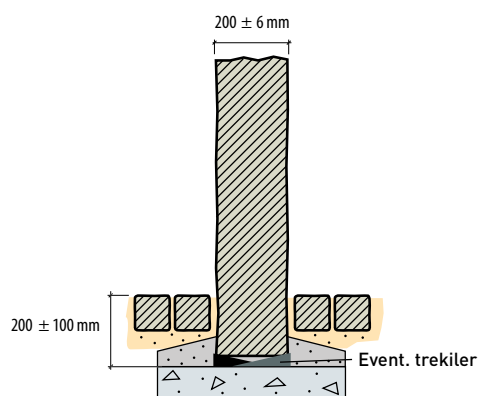


Fig 8.7 Montering av blokksteinsmur på betongplate.

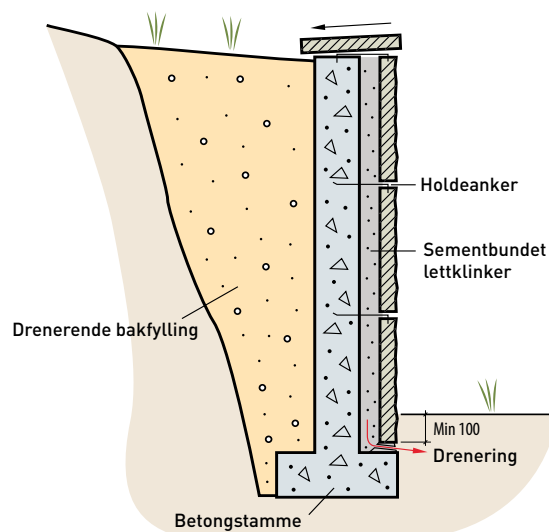


Fig 8.8

Støttemur av betong med forblending av plater, montert i mørtel med holdeanker.

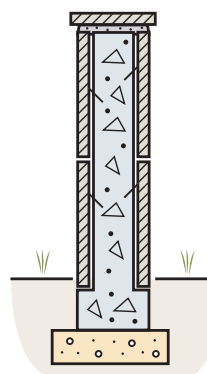


Fig 8.9 Frittstående mur med plater faststøpt i betong med holdekramper i rustfritt stål.

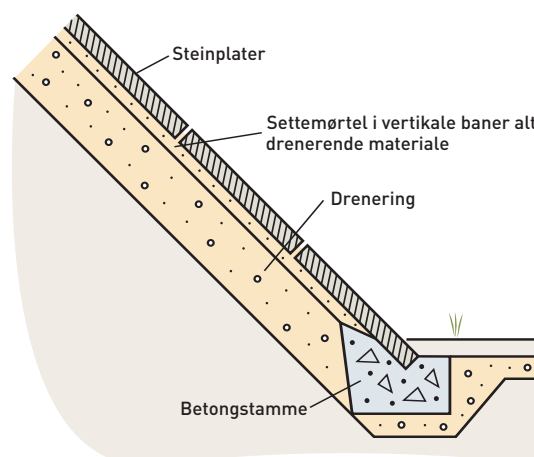


Fig 8.10 Skrentbelegg med plater montert i mørtel.

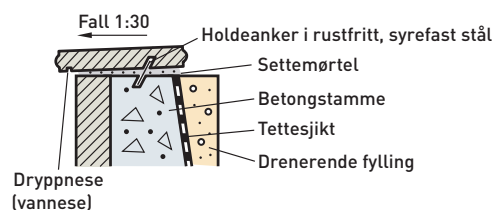


Fig 8.11 Støttemur med forblending og avdekning.

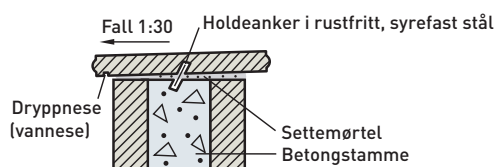


Fig 8.12 Tosidig forblendingsmur med avdekning.



Støttemur av Ottaskifer. Utført av Egil Hølmo, Otta Foto: T. Holstad

9

KONSTRUKSJONER MED VANN

I naturen hører naturstein og vann sammen, noe våre mange fossefall vitner om. Våre billedhuggerkunstnere har forskjønnet mange bymiljø og parker med skulpturer hvor rennende vann er et viktig element. Den våte steinen får en mett farge og en tekstur som framhever dens karakter. Speilinger i bølger og strømmer gir også steinen et glitrende liv.

Samtidig har vann en evne til å trenge inn og forårsake frostsprengning i den kalde årstid. Det gjelder altså å finne tekniske løsninger der stein og vann samvirker som en helhet. Ved valg av konstruksjon er det viktig å tenke på at vann kan felle ut salter og kalk fra sement. Dette kan forårsake misfarginger, særlig hvis vannet vandrer gjennom mørtel eller porøs betong og får krystallisere på frie flater. Slike utfellinger er svært vanskelig å fjerne.

Montering i sementmørtel må utføres meget nøyaktig slik at mørtelen blir godt komprimert med lav porøsitet, og slik at ingen hulrom oppstår der vann kan bli stående. Vanligvis brukes tilsetninger til sette- og fugemørtel for å forbedre konsistens, tetthet og bestandighet.

9.1 Fontener, skulpturer, bassenger og lignende

Steinmaterialer til fontener, skulpturer og bassenger må være frostbestandige. Porøse sandsteiner og kalkstein er derfor ikke egnet til slikt bruk. Et annet viktig moment er at det bør velges naturstein uten jerninnhold. Rennende vann "sliter" steinoverflatene og vil dermed blottlegge jernpartikler som vil vise seg som skjemmende rust på overflaten. Rennende vann bringer også med seg ulike partikler som har en tendens til å sette seg på overflaten om den er grovbearbeidet. En god løsning kan være at flater som utsettes for rennende vann poleres.

Bassenger utføres vanligvis som en betongkonstruksjon, enten av vanntett betong eller med et tettende lag for å for-

hindre at vann trenger igjennom. Deretter monteres steinen som belegg i bunnen av bassenget og som forblendingsmur på vertikale flater. Se kapittel 8 Murer. Velges tunge (store) heller på bassengsidene må forankring til stammen vurderes.

Vann i basseng er som oftest tilsatt klor for rensing, og det må derfor velges materialer til montering som tåler klor.

Unntaksvis bygger man opp bassenger med steinblokker som føyes sammen så vanntett som mulig.

Heller i bunnen av bassenget kan gjerne settes i sand, da unngår man problemer med salt- og kalkutfellinger fra sette- og fugemørtel. Noen ulemper med setting i sand er at man kan få uønsket plantevekst i fugene, og at man kan spyle bort fuge-sanden ved rengjøring.

Alternativt kan bunnhellene og heller eller flis på de vertikale flater limes til stammen. Det må velges en festemasse som er uttrykkelig egnet til formålet – se kapittel 3 Materialer for montering.



Murt kai med stein fra Hardanger Skifer AS. Solstrand Hotel & Spa, Os
Foto: Terje Holstad

9.2 Kaier og pirer

Kaier og pirer utføres vanligvis med forblendingsmurer mot en bakenforliggende betongkonstruksjon.

Store blokker monteres i sementmørtel med opplag på betongfundament, og holdes i posisjon med holdekramper. Enten ordnes bakstøtte punktvis gjennom steiner som når inn til betongen, kalt binder, eller gjennom punktvis bakstøping. Det må være dreneringsåpninger i fundamentet slik at vannet ikke blir stående i konstruksjonen ved tidevannsvexlinger.

En alternativ monteringsmetode er å utføre fullstendig bakstøping av muren.

Mørtelens fasthetsklasse dimensjoneres av konstruktør.

Steinen kan også monteres opp mot en glissen form og ut-



Skulptur Regjeringskvartalet. Foto: Norsk Bergindustri

gjøre den ytre formen for en armert betongkonstruksjon. Holdekramper monteres da i fugene og støpes inn i betongen slik at man får en samvirkende konstruksjon.

Brofundament i strømmende vann kan utstyres med vern av naturstein for å øke fastheten mot slitasje og slag. Til dette brukes relativt tykke blokker av granitt eller kvartsittskifer som monteres i mørtel i kvalitet som bestemmes av konstruktør.

9.3 Erfaringer

Steinkonstruksjoner som er montert i vann eller for å stenge inn vann er en utfordring fordi man skal unngå saltutfellinger. Vann finnes jo der naturlig, så det er viktig at man utformer konstruksjonen slik at vann i så liten grad som mulig vandrer gjennom betong og mørtel. Når vann vandrer gjennom en konstruksjon som inneholder sement, for eksempel betong og monteringsmørtel, løser det ut alkaliske salter fra sementen. Det er også viktig å bruke riktig sementkvalitet ved monteringen.

Så lenge konstruksjonen er helt under vann, er det generelt ingen problemer, men når det blir fuktvandring ut mot flater i fri luft, kan skadene oppstå. Det kan for eksempel gjelde utsiden av et basseng eller et anlegg som av og til tømmes for vann eller der vannstanden varierer.

9.4 Plantevekst

Stein som har langvarig kontakt med vann blir før eller siden utsatt for plantevekst. Avgjørende for hvor fort dette går er steinens porøsitet/vannabsorbering og overflatebearbeiding/struktur. Algevekst eller liknende får fortere feste i porøs stein med grov overflate, f. eks. flammert eller gradhugget, enn på en tett stein med jevn flate, for eksempel slipt eller polert. Regelmessig rengjøring er også nødvendig for å holde steinen ren og fin i utsatt miljø. Det finnes miljømessig gode rengjøringsmidler – spør hos steinhandlere.

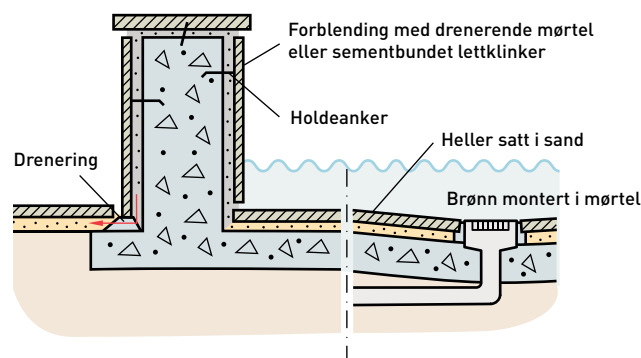


Fig 9.1
Oppbygging av fontene med steinplater på betongstamme.

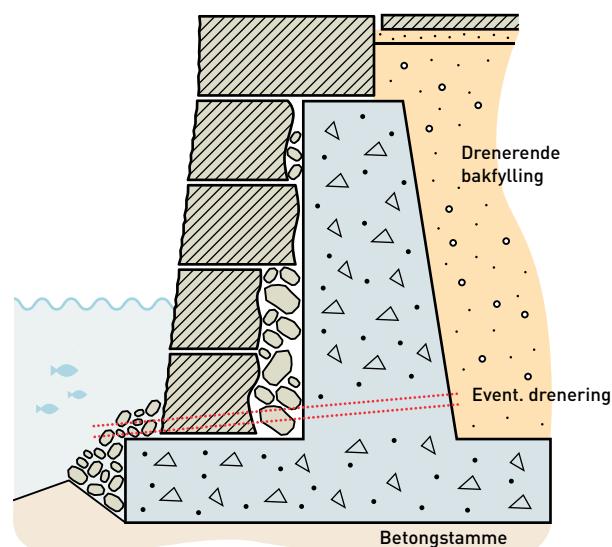


Fig 9.2 Kaimur. Tørrmur montert på betongstamme.

10 ØVRIGE PRODUKTER

Naturstein er et utmerket materiale når man skal "møblere" utemiljøet. Det kan blant annet dreie seg om stolper, pullerter og blokker for avgrensning av flater, eller benker til å hvile seg på. En del produkter er standard, men det meste kan produseres hvis det finnes gode ideer. Mange skulptører har laget kunstverk plassert ut i parker og byrom med formål utsmykning, men som også kan ha praktiske funksjoner som for eksempel sitteflater.

10.1 Sittebenker

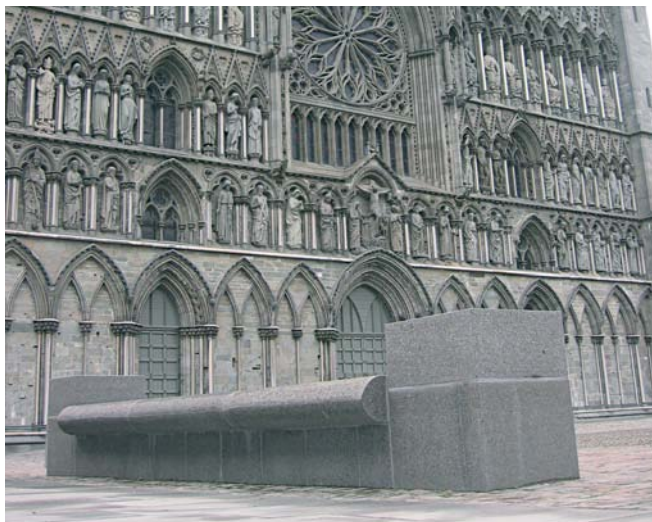
Sittebenker av naturstein finner man i alt større utstrekning på mange forskjellige steder i bymiljøet og dessuten ved rasteplasser langs veiene. Steinen tåler klimapåkjenninger og krever minimalt vedlikehold, men kan være kald å sitte på. Derfor utføres ofte sitteflaten av tre. Ofte har sittebenkene selskap av bord av samme materiale. Slike benker og bord er sjelden ut-

satt for ødeleggelse og de er så tunge at det er vanskelig å flytte eller stjele dem.

Sittebenkene kan være utført av granitt eller skifer. Etter som disse utemøblene skal smelte inn i miljøet er de ofte laget av tykk, massiv stein og med grove flater.

Granitt brukes oftest med flammete eller gradhugne toppflater og råkilte kantsider, men kan også ha polerte toppflater. Benkestøtter til parkbenker med sitteflater av tre produseres også råkilte.

Skifer har som regel kløvflate (naturplan) og kantene er vanligvis grovt hugget. Unntaksvis brukes sagete kanter.



Benk i Larvikitt, Nidarosdomen Trondheim.
Foto: Frode Johansen, Nordicstone

10.2 Plantekasser

Plantekasser produseres på bestilling. De kan være utført på mange forskjellige måter, eksempelvis som en uthulet steinblokk, som en flate omgitt av en mur eller i form av heller som er føyet sammen til en kasse. Det finnes også eksempler der betongrør er kledd med flis av naturstein til dekorative plantekasser.

Innholdet i plantekasser skal vannes, og da bør man unngå å bruke sementmørtel for muring. En løsning kan være å bruke lim når man må binde sammen steinene.

10.3 Stolper og pullerter

Granitt

Med stolper forstås i denne sammenheng produkter med firkantete eller sylindriske tverrsnitt, mens pullerter har sylindrisk form, begge produsert i granitt. Begge typer kan man finne som standard, de har en produksjonsvennlig form og er dermed prisgunstig.

Portstolper av granitt gir et solid inntrykk ved innfart til eiendommer. Vanligvis er de utført som massive monolitter, og overflaten kan i sin enkleste form være råkilt, men kan også være flammet eller gradhugget. Stolper kan også være bygget opp av liggende plater som et murverk.

Portstolper må være fundamentert på telefri masse, og må monteres relativt dypt for god stabilitet. Selv små setninger kan ellers ødelegge portens stengefunksjon.

Porthengsler og annet metallisk utstyr for porter bør være av rustfritt, syrefast stål. Feste må anordnes i betongstammen, alternativt må feste støpes fast i settesmørtelen i kjernen av stolpen.

Pullerter, men også stolper, brukes i utemiljø for avgrensing av flater, for å hindre kjøretøytrafikk, for å beskytte bygninger og annet fra påkjørsel etc. Produktene kan være frittstående,

ende, sammenlenket med kjettinger, integrert i murer eller stå i tilslutning til innfart i bygning etc. Der de benyttes til avgrensing av biltrafikk kan det være gunstig å montere grunt i sand. Det er alltid risiko for påkjøring, og slik montering vil resultere i at stolpen/pullerten stiller seg skjevt istedenfor å knekkes.

Skifer

Skifermurstein med hugne kanter er et utmerket materiale å mure portstolper av eller å kle inn betongstolper med. Stolper kan mures opp med fire steiner per skift. Mursteinene er like lange og man bytter forband i annethvert skift slik at respektive ende og langside vises nærmest hjørnet i hvert skift.

Steiner med omtrent samme tykkelse velges ut for hvert skift. Stolpene avsluttes med en avdekningshelle som målsettes slik at det blir ca. 30 – 40 mm sprang på alle sider. Fugene utføres ca. 20 mm brede og trykkes inn ca. 10 – 20 mm i forhold til steinens kantflate slik at det oppstår skyggevirksomhet.

Om mørtel – se kapittel 3 Materialer for montering. Mørtelen i fugene bør ha jordfuktig konsistens.

En annen løsning er å stable hele eller halve heller i jordfuktig sementmørtel med 20 mm fuge tilbaketrukket fra kantene, og med avdekningshelle på toppen.

Hengsler til porter, kan, i tillegg til løsning som står under granitt over, festes i senter av stolpene i en gjennomgående



St. Olavs Plass, Oslo. Foto: Norsk Bergindustri

gjenget stang i sentrum av stolpen gjennom alle hellene opp til det øverste hengsels innfesting. Den gjengete stangen skal være av rustfritt, syrefast stål.

Stolper av murte heller er en ømtålig konstruksjon når det gjelder kalkutfellinger. Erfaringer viser at stolper av halve heller har mindre problemer med kalkutfellinger enn de av hele heller.

Stående, massive blokker som monteres frostfritt ned i marken er et godt alternativ til stolper murt av heller. Selve stolpen er altså en eneste stein og da finnes ikke problemet med kalkutfellinger. Blokkene er kun saget på 1 eller 2 sider til ønsket dimensjon, ellers er de ubearbeidet.

10.4 Påkjørselsvern

Blokker eller stolper av stein kan monteres for å beskytte lyktestolper, beplantninger og liknende mot påkjørsel av biler og renholdsmaskiner. Blokkene eller stolpene kan monteres med frostfritt, stabilt fundament, men kan også monteres grunt for å hindre ødeleggelse ved påkjøring.

10.5 Vannrenner

Renner kan monteres i overgangen mellom gate og fortau for å lede bort overflatevann, og skal monteres med fall mot sluk. Slike renner er lagervare hos noen leverandører. Et annet bruksområde kan være bortledning av vann fra taknedløp til gate. Slike renner produseres gjerne i ett stykke, og monteres med samme fall so fortau, dvs. ca. 20‰.

10.6 Utsmykninger

Naturstein er et klassisk materiale for utsmykking i utemiljø. Ofte er det kunstneriske uttrykk integrert, for eksempel som mønsterinnlegginger i belegg. Iblant er den skulpturelle formen kombinert med en praktisk funksjon, for eksempel være en mur eller en sittebenk.

Det er egentlig bare fantasien og kunnskapen om steinens muligheter som setter grenser. Flere produsenter fremstiller produkter etter tegning og beskrivelse, og mange skulptører lager utsmykninger i granitt. Vigelandsanlegget i Frognerparken i Oslo er vel det største og mest kjente.

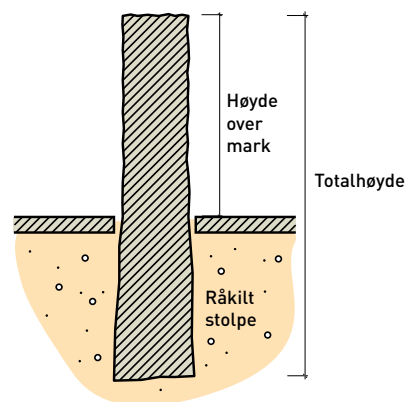


Fig 10.1 Råkilt stolpe montert i sand.

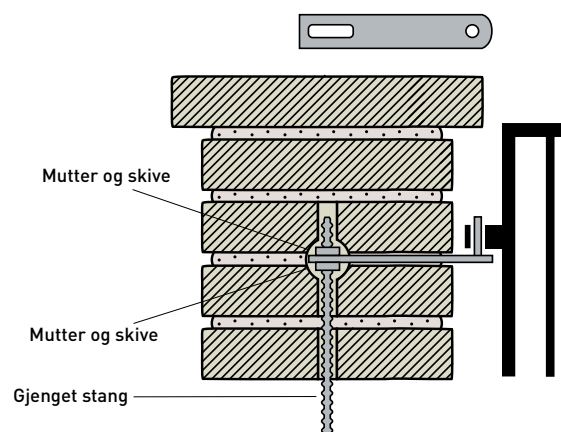


Fig 10.2 Innfesting av hengsler med flattjern på gjenget stang i midten av stolpen.

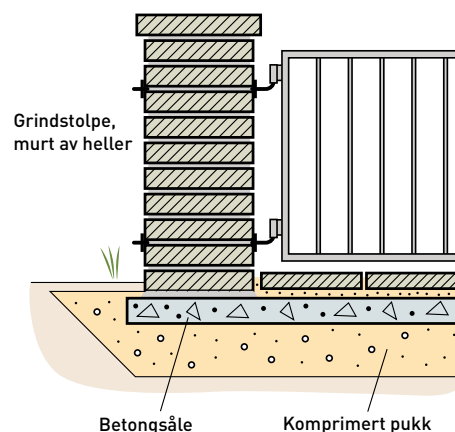


Fig 10.3 Portstolpe murt av plater montert på betongsåle. Hengsler av gjenget stang som ligger i rør gjennom stolpen for justering. Mutter og skiver på begge sider av stolpen.



VEDLIKEHOLD

Vedlikehold omfatter både anlegg/konstruksjoner med naturstein og rengjøring av steinflater. Viktigste årsak til skader på anlegg er dårlig eller mangelfull fundamentering, bruksskader som påkjørsel og slitasje, frostskaider, stein som løsner grunnet feil bruk av mørtel eller lim, eller håndverksmessige feil.

Som nevnt i flere kapitler i dette hefte ligger mye av grunnlaget for et vellykket prosjekt i valg av konstruksjon og detaljert beskrivelse, samt fagmessig utførelse. Svikter planleggingen kan langtidskostnadene i verste fall bli store.

Naturstein er et meget motstandsdyktig materiale som krever minimalt med rengjøring. For at steinene skal beholde sin høye kvalitet i mange år er det imidlertid hensiktsmessig å ha løpende tilsyn, slik at små skader kan repareres raskt, og som ellers kan komme til å kreve omfattende arbeid på sikt. Med systematisk vedlikehold beholder anlegget sin kvalitet og steinen sin opprinnelige overflate over mange år.

Det bør alltid lages en plan for periodisk ettersyn og vedlikehold, spesielt er dette viktig i gater og områder med biltrafikk. Alle defekter som oppdages bør utbedres umiddelbart.

11.1 Belegg

De to første årene kreves ofte gjentatte kompletteringer med etterfylling av fuger og justeringer i belegget. Slike tiltak bør inngå i kontrakten som en garantiforpliktelse.

Fugene på nylig steinsatte belegg er ømtålige før de setter seg og finpartikler trenger ned slik at fugematerialet pakker seg. Man bør derfor unngå maskinell rengjøring de 2 første årene. Hvis ikke fugen er velfylt får belegg svekket stabilitet og steiner kan løsne og forskyves fra sin plass.

Ugress kan bekjempes med mange forskjellige metoder. Mekaniske metoder bør prøves først, men fuger i nylagte belegg kan skades av børsting med maskin og spyling med høytrykk. Ugress kan også fjernes manuelt. Sandblåsing anbefales ikke, det kan også gi steinen en matt og kjedelig flate.

Andre metoder er bl.a. kjemisk, dvs. sprøyting med miljøgodkjente sprøytemidler. Oppheting med flamme, damp eller infrarød stråling er også effektive metoder, men bør gjøres med forsiktighet slik at steinene eller omkringliggende flater ikke skades. Nedenfor følger forslag til tiltak som bør inngå i det normale vedlikeholdsarbeidet for ulike steinkonstruksjoner i utemiljø.

11.2 Gatestein

- Reparer setninger, løse steiner og andre skader.
- Erstatt steiner som savnes. Bruk stein med samme farge og tekstur ved omlegging eller erstatning av skadet belegg.
- Bekjemp ugress med mekaniske metoder.
- Kantskjær nærliggende vegetasjonsflater.
- Belegg koster for hånd.
- Ikke bruk høytrykksspyling til vasking etter som fugene kan bli spylt bort.

Faktarute 11.1

Problemer oppstår ofte på steinsatte flater på grunn av renholdsmaskiner. Feiemaskiner med stålbørster og sterke støvsugere suger opp fugesanden mellom steinene og det fører til at disse løsner med setninger i flaten som følge.

For å unngå dette bør steinen monteres i mørtel og fuges

med mørtel. En annen metode er å forsterke fugene med bindemidler – se kapittel 5 Gatestein.

11.3 Heller

- Setninger og løse heller samt andre skader skal repareres så snart som mulig for å redusere risiko for større skadeomfang. Sprukne eller skadete heller skiftes.
- Ugress skal først og fremst bekjempes med mekaniske metoder.
- Kantskjær nærliggende vegetasjonsflater.
- Dekkinger over kummer justeres slik at de aldri ligger høyere enn omgivende mark.
- Snø- og isfjerning bør skje mekanisk, men man kan bruke avisingsalt. Salt kan skade mørtelfuger.

Faktarute 11.2

11.4 Trapper

- Kontroller steintrapper minst en gang om året.
- Etterfug og juster trinnene når dette er nødvendig (når satt i sand). Dårlig fundament og setninger kan innebære en fare for gående.
- Reparer løse trinn, erstatt skadete trinn.
- Snø- og isfjerning bør skje mekanisk, men man kan bruke avisingsalt. Salt kan imidlertid skade mørtelfuger.
- Trapper og trappeganger skal holdes frie for ugress.

Faktarute 11.3

11.5 Murer

- Kontroller mørtelmurer regelmessig, særlig fugene.
- Reparer og juster fuger, setninger og andre skader ved behov.
- Plantevekst i fuger fjernes manuelt eller mekanisk.

Tørrmurer

- Kontroller tørrmurer regelmessig. De første årene kan små setninger forekomme.
- Juster steinforskyvninger ved behov.

Faktarute 11.4

11.6 Reparasjon-ombygging

Naturstein er et tidløst materiale med meget lang levetid. Ved reparasjoner og ombygninger kan komplettering med ny stein av samme type som den eksisterende oftest gjøres. I den første tiden kan man skille den nye steinen fra den gamle visuelt, men ganske snart antar den nye samme patina som den eksisterende og smelter inn i miljøet. For å få en så god tilpasning som mulig mellom gammelt og nytt, kan en del av det eksisterende belegget tas opp og blandes med den nye steinen. Dette gir en bra overgang.

Natursteinen kan vanligvis også gjenbrukes etter demontering. I mange tilfeller, blant annet når det gjelder gatestein, er til og med den brukte, slitte og patinerte steinen mer attraktiv enn ny stein.

I den senere tid har importen av stein fra fjerne land øket. Steinens opprinnelse er da ikke like lett å spore og erstatningsmateriale av samme sort kan da være vanskeligere å få tak i.

Erstatningsstein settes hammerfast til riktig høyde med en gang.

11.7 Rengjøring

Steinarbeider som holdes rene gir et ordentlig inntrykk og innbyr ikke til tagging og vandalisering. Legg inn rengjøring som et viktig punkt i vedlikeholdsplanen. Nedfallsmuss fjernes enkelt med litt lunkent vann, flytende grønnsåpe og piassavakost, samme kan forsøkes med ferske flekker fra flytende stoffer, men ikke maling.

Rengjøringsmetodene tilpasses steinsort, smussens art og anleggets oppbygning.

De fleste produsenter av naturstein og steinhandlere har god innsikt og erfaring i bruk av pleie- og behandlingsmidler for ulike steintyper. Det finnes flere produsenter av slike stoffer, og de har gjerne en serie av produkter som dekker nært sagt alle mulig problem som kan oppstå. Ta kontakt med din leverandør av stein, han vil som oftest kunne hjelpe.

Det henvises også til det svenske hefte Skjøtsel utomhus (www.ssf.se). I dette heftet redegjøres bare kortfattet for noen punkter som spesielt gjelder stein i utemiljøet.

I handelen finnes i dag en rekke miljøvennlige produkter for steinpleie. Nytt er også at tidligere flytende, sterke rensemiddel nå fås i pastaform, dermed kan man begrense bruksmengde og bruksområde.

Produktene er gjerne inndelt i midler til *rengjøring* og *impregnering*.

Rengjøringsmidler

Eksempler på svake rengjøringsmidler er steinsåpe og steinrens, og om ikke disse hjelper finnes sterkere midler for å fjerne rust, sementslør, olje, fett, voks, graffiti etc..

Impregneringsmidler

Mange steinstyper har en ru overflate fra naturens side, f.eks. kvartsittskifer med naturplan, men også granitt med alle tilgjengelige overflatebearbeidinger er rue. Rue overflater som utsettes for tilsøling og tagging kan være vanskelig å gjøre rene, og det kan derfor være gunstig å impregnere overflaten med et flytende stoff som forebyggende beskyttelse. Det finnes en rekke impregneringsmidler på markedet, hvor noen kalles anti-flekk, og som er spesielt beregnet til vann-, fett- og oljeavvisende behandling.

11.8 Flekkfjerning

Ved flekkfjerning er det viktig med en rask innsats for at smussen ikke skal trenge ned i steinen. Så lenge flekken ligger på overflaten er den lettere å fjerne.

Pastabehandling innebærer at løsningsmidlet blandes med et absorberende pulver for, eksempel kritt, til en tyktflytende velling. Denne legges på flekken og får tørke. Siden børstes det tørre pulveret bort og man ettervasker med vann.

Teknikken innebærer at løsningsmidlet løser opp flekken og at løsningen transporteres opp i pastaen som deretter fjernes. Hvis flekken sitter dypt eller hvis løsningsmidlet fordunster for fort, kan den fuktige pastaen dekket med plastfolie en tid før man fjerner plasten og lar midlet fordunste.

Å tenke på ved valg av rengjøringsmetode:

- Høytrykksspyling kan skade fuger.
- Sure rengjøringsmidler kan skade steinen.
- Sandblåsing matter steinens overflater.

Faktarute 11.5



Foto: S. Tandberg AS

11.9 Graffitibeskyttelse-graffitisanering

Murer og andre vertikale steinflater tiltrekker seg ofte taggere. Slike flater bør derfor graffitibeskyttes. Blandt impregneringsmidlene nevnt overfor finnes spesielle anti-graffiti-produkter, og om ulykken skulle være ute finnes også graffiti-fjerningsmidler.

Det finnes i dag ulike produkter av god kvalitet til graffiti-beskyttelse og -fjerning. Spør steinhandleren.

REFERANSER

Norsk Standard – EU-direktiv

NS 3420-K:2011	Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Del K: Anleggs-gartnerarbeider.	NS-EN 12371:2010	Prøvningsmetoder for naturstein – Bestemmelse av frostmotstand.
NS-EN 197-1:2011	Sement del 1: Sammensetning, krav og samsvars-kriterier for ordinære sementtyper.	NS-EN 12372:2006	Prøvningsmetoder for naturstein – Bestemmelse av bøyefasthet ved konsentrert last.
NS-EN 771-6:2011	Krav til murprodukter – Del 6: Murprodukter av naturstein.	NS-EN 12407:2007	Prøvningsmetoder for naturstein. Petrografisk undersøkelse.
NS-EN 772-1:2011	Prøvningsmetoder for murprodukter. Bestemmelse av trykkfasthet.	NS-EN 12440:2008	Naturstein – Kriterier for betegnelse
NS-EN 772-11:2011	Prøvningsmetoder for murprodukter. Bestemmelse av vannabsorpsjon.	NS-EN 13139:2002	Tilslag for mørtel.
NS-EN 1341:2001	Plater av naturstein til utendørs bruk. Krav og prøvningsmetoder.	NS-EN 13161:2008	Prøvningsmetoder for naturstein. Bestemmelse av bøyestrekfasthet under konstant moment.
NS-EN 1342:2001	Gatestein av naturstein til utendørs beleg. Krav og prøvningsmetoder.	NS-EN 13373:2003	Bestemmelse av mål og andre geometriske kjennetegn på naturstein.
NS-EN 1343:2001	Kantstein av naturstein til utendørs beleg. Krav og prøvningsmetoder.	NS-EN 13755:2008	Prøvningsmetoder for naturstein. Bestemmelse av vannabsorpsjon ved atmosfærisk trykk.
NS-EN 1925:1999	Prøvningsmetoder for naturstein – Bestemmelse av kapillær vannabsorpsjonskoeffisient.	NS-EN 14066:2003	Prøvningsmetoder for naturstein. Bestemmelse av motstand mot aldring ved varmesjokk.
NS-EN 1926:2006	Prøvningsmetoder for naturstein – Bestemmelse av trykkfasthet.	NS-EN 14157:2004	Prøvningsmetoder for naturstein. Bestemmelse av slitestyrke.
NS-EN 1936:2006	Prøvningsmetoder for naturstein – Bestemmelse av netto- og brutto-densitet, total og åpen porøsitet.	NS-EN 14231:2003	Prøvningsmetoder for naturstein. Bestemmelse av sklisikkerhet ved bruk av pendelprøvningsutstyr.
NS 11001-1:2009	Universell utforming av byggverk.	FOR 2010-03-26-489	Byggteknisk forskrift
NS-EN 12057:2004	Natursteinsprodukter – Modulære fliser. Krav.	CEN/TS 15209:2008	Taktile indikatorer
NS-EN 12058:2004	Natursteinsprodukter – Plater for gulv og trapper – Krav	305/2011-EU-CPR	Byggevevareforordningen – gjelder fra 1. juli 2013, bl.a. med krav om CE-merking.

ANDRE REFERANSER

Natursten - Klotter, Sveriges Stenindustriförbund. www.sten.se

Byggforsk: Byggedetaljer 517.112 – Belegg på mindre vegger og plasser
 Byggforsk: Byggedetaljer 517.341 – Små skille- og støttemurer
 Byggforsk: Byggedetaljer 532.212 – Trapper av betong og naturstein
 Byggforsk: Byggedetaljer 542.301 – Murt forblending
 Byggforsk: Byggedetaljer 571.104 – Norsk naturstein - Bergarter, bryting og bearbeiding
 Byggforsk: Byggedetaljer 571.105 – Naturstein. Egenskaper og bruksformål
 Byggforsk: Byggedetaljer 571.106 – Naturstein. Krav og anbefalinger tilknyttet ulike bruksformål
 Oslo kommune – Hovedstadsaksjonen - Slottsgatene
 Bergen kommune – Bystandard - Fortaustandard
 Trondheim kommune – Fagområde vegger - Normtegninger

Statens vegvesen – Håndbok 017 Veg- og gateutforming
 Statens vegvesen – Håndbok 018 Vegbygging
 Statens vegvesen – Håndbok 182 Tørrmuring med maskin
 Statens vegvesen – Håndbok 230 Steinhvelvbruer
 Statens vegvesen – Håndbok 270 Gangfeltkriterier
 Statens vegvesen – Håndbok 274 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger
 Statens vegvesen – Håndbok 278 Universell utforming av vegger og gater
 A-88 Undervisning – Setting av granittkantstein
 A-88 Undervisning – Setting av brostein
 A-88 Undervisning – Hogging og legging av skifer og natursteinplater

CE-merking av naturstein – hva innebærer det

I henhold til byggevareforordningen er CE-merking av byggevarer obligatorisk fra 1.juli 2013. Dette innebærer at byggevarer som leveres i henhold til en harmonisert standard må være CE-merket og det må utarbeides en ytelseserklæring. Harmoniserte produktstandarder for naturstein i utemiljø er angitt i tabell 2.4.

Ytelseserklæring

Produsenten skal utarbeide en ytelseserklæring for hver produkttype. Ytelseserklæringen er et dokument som gir informasjon om byggevaren og dens egenskaper, produsenten, beskrivelsen av tilsiktet bruk etc.

Mal for ytelseserklæring finnes her:

<http://www.dibk.no/no/tema/produkter/>

CE-merket

Når et produkt er CE-merket så betyr det at produsenten bekrefter at produktet er i henhold til ytelseserklæringen og CE-merkingen. Det er viktig å påpeke at det ikke finnes CE-godkjente produktet, men CE-merkede. CE-merket er ingen garanti for at produktet holder mål.

Eksempel på CE-merke finnes her:

<http://www.dibk.no/no/tema/produkter/>

Ansvar

Alle aktørene i et omsetningskjede har ansvar for at produkter som omsettes og brukes i byggverk samsvarer med byggevareforordningen. Produsenten er ansvarlig for å utarbeide den tekniske dokumentasjonen og produktdokumentasjonen. Det er de samme kravene til produkter produsert i Norge som for importert stein. Og det er den som plasserer produktet på markedet som har ansvaret for at det er tilstrekkelig dokumentert i henhold til gjeldende produktstandard.

For varer som importeres utenfra EØS, er det den som først plasserer produktet på det Europeiske markedet som har ansvaret for at denne dokumentasjonen foreligger. Videre skal distributører sikre at CE-merket er påført produktet, emballasje eller på følgedokument og at ytelseserklæring følger med. Importøren skal forsikre seg om at produsenten har utarbeidet ytelseserklæring og sjekke at produktene er CE-merket.

Noen natursteinsprodukter omfattes ikke av kravet om CE-merking, slik som for eksempel benkeplater og gravstein. Videre er det ferdigprodukter som skal CE-merkes, ikke råblokk eller råplater. Men det er for øvrig slik at råblokk og råplater må merkes med navn, opprinnelse, leverandør, og være sporbare ettersom disse også er en viktig del av kvalitetskjeden.

Hva

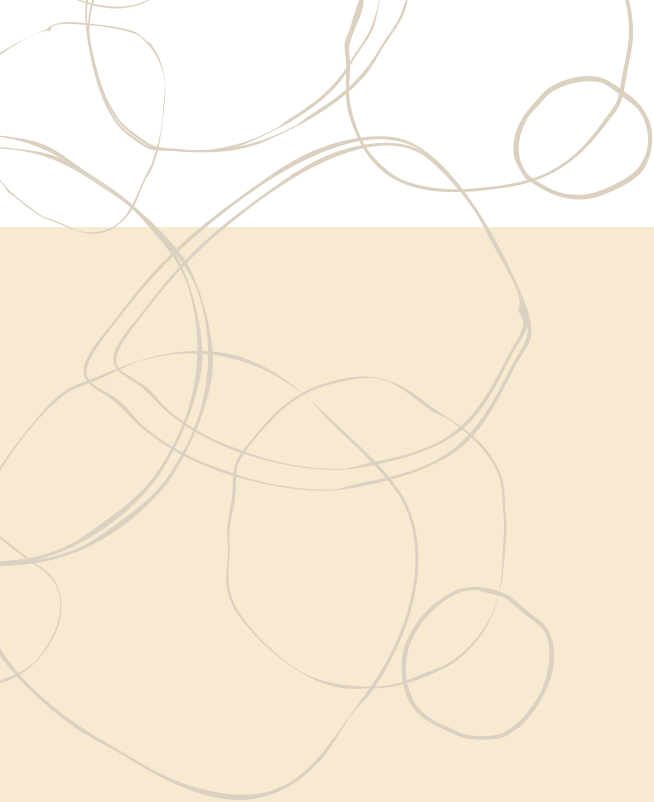
For å kunne CE-merke et produkt må en dokumentere de tekniske egenskapene til produktet. Tabell 2.5 gir oversikt over hvilke egenskaper som skal dokumenteres til ulike bruksformål i utemiljø.

I tillegg skal produsenten innføre et kvalitetssystem med egenkontroll i produksjonen, produksjonskontroll (FPC). Denne egenkontrollen skal sikre at produktet virkelig har de egenskapene som deklarerer i produktokumentasjonen. Importøren skal her forsikre seg om at produsenten har produksjonskontroll og ha et eget system som beskriver hvordan de utfører mottakskontroll.

Natursteinprodukter inngår i det som kalles *system 4* for samsvarsbeskrivelse. Det innebærer at det ikke er nødvendig å ta kontakt med tredjepartsorganisasjoner.

Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK) vil utføre markedskontroller med stikkprøver for å sikre at kravene til CE-merkede produkter overholdes.

NOTATER



www.norskbergindustri.no

