

Unngå byggskader

Natursteinsbelegg i utemiljø. Materialkvalitet og dimensjonering

SINTEF Byggforsk

www.sintef.no/byggforsk

Tekst: Lisbeth Alnæs, Inge Hoff og

Kari Aslaksen Aasly

Foto: SINTEF Byggforsk

Hvert år legges en rekke nye utemiljøanlegg med naturstein her i landet. Gate- og kantstein og belegningsplater av granitt, skifer og lignende anvendes i stor utstrekning til oppbygging av gater, torg og parkanlegg. SINTEF Byggforsk opplever at spørsmål omkring materialkvalitet og tekniske krav til naturstein, og dimensjonering og oppbygging av dekket går igjen ved svært mange prosjekter.

Store verdier – også kunnskapsmessig

Naturstein i utemiljø representerer etter hvert store verdier. I løpet av de siste årene har flere hundre millioner kroner blitt brukt til oppbygning av gater, plasser og andre fellesarealer, der naturstein utgjør slitelaget og «ansiktet utad».

Den såkalte Hovedstads-aksjonen i Oslo representerte alene en totalinvestering på omkring 130 millioner kroner, med bruk av over 20.000 m² naturstein. I Stavanger er det investert rundt 100 millioner kroner på natursteinsbruken i bl.a. Blå Promenade og Tusenårsgulvet, og i Bergen, som har drevet med brolegging

siden tidlig på 1500-tallet, er over 100.000 m² naturstein lagt de siste 15–20 årene. Større belegningsprosjekter er også realisert eller under planlegging i mange andre byer. Erfaringer man har gjort under bygging av disse anleggene er nyttig med tanke på fremtidige belegningsprosjekter hvis de samles og systematiseres.

Materialkvalitet og kravspesifikasjoner

Både gneis, granitt, larvikitt og trondhjemitt samt kvartsitt- og fyllittskifer (se [1]) er viktige, nasjonale steintyper i utendørs belegningsprosjekter, og har boksta-

velig talt fungert som brobygger mellom natur, håndverkstradisjon og kulturhistorie. Importandelen av naturstein øker stadig, og i dag leveres spesielt granittvarianter, men også i økende grad skifer fra hele verden til utanlegg i Norge. Diskusjonen omkring kulturelle og nasjonale aspekter er viktig, men vår hovedoppgave er å kommentere teknisk kvalitet.

Både utseende og teknisk kvalitet på importstein kan være fullt ut sammenliknbar med de steintypene vi har vært vant til å bruke her hjemme. Teknisk kvalitet på steinmaterialet påvirker levetiden og hvordan det oppfører seg i bruk. Det foreligger per i dag ikke klare retningslinjer for hvilke tekniske egenskaper som skal etterspørres eller krav som bør stilles. Det er behov for en mer samlet anbefaling. I tabell 1 er det gjort en sammenstilling av steinspesifikke forhold SINTEF Byggforsk mener bør være med i anbudsdokumenter. Tabellen er rettet mot plater av granitt.

Foreliggende produktstandarder for plater av naturstein og for gate- og kantstein [2] skal legges til grunn for anbudsdokumenter for nye belegningsprosjekter. Det bør etterspørres dokumentasjon av tekniske egenskaper som minimum er i henhold til disse standardene. CE-merkede produkter eller tilsvarende dokumentasjon skal etterspørres (CE-merking blir obligatorisk i Norge fra 2011). Selv om CE-merket i seg selv ikke sier noe om et produkts tekniske kvalitet, så viser det at



Tabell 1 Innspill til teknisk informasjon som bør etterspørres i anbudsdokumenter for naturstein i utendørs belegg (med eksempel for platebelegg av granitt).

Hva bør etterspørres av informasjon		Kommentarer/Krav
Stein-type	Riktig bergartsnavn	Baseres på petrografisk undersøkelse (se tekniske egenskaper).
	Farge, mønster, struktur	Spesifiser eventuell visuelle kriterier for steinmaterialet (se Referanser og prøver).
Steinbrudd	Lokalitet. Stedsnavn	Informasjon som gjør sporbarhet mulig. Eventuelt navn og adresse til produsent. Spesielt viktig for importert stein.
	Produksjonskapasitet og leveransedyktighet	Informasjon om bruddets produksjonskapasitet bør etterspørres. Steinbruddet skal ha tilstrekkelig kapasitet til å levere ønsket kvantum og forhold rundt mulige fremtidige leveranser (tekniske og estetiske) bør avklares.
Steinprodukt	Generelt	CE-merkede produkter eller tilsvarende dokumentasjon skal etterspørres. Alle steinplater skal være intakte, uten synlige skader, sprekker og lignende.
	Formater	Bredde, lengde, tykkelse. Spesielle formater. For fallende lengder er lengden normalt 1,5-3 ganger platebredde.
	Type overflatebearbeiding	Inklusiv spesifisering av andre flater (kant, sideflater, underside).
	Dimensjonstoleranser	Må ses i sammenheng med type bearbeiding av produktene og krav til ferdig flate. Toleranser spesifiseres i henhold til NS-EN 1341. Strengeste toleranseklasse bør normalt velges. For råkilte plater må en enes om toleransekrav og hvordan målinger og kontroll skal gjennomføres (se Leveranse).
Referanser og prøver	Antall, format og overflater	Referanseprøver i henhold til NS 1341. Prøvene skal vise visuell variasjon som kan forventes ved leveranse, aktuell overflatebearbeiding og eventuelt kant-/sidebearbeiding.
	Referanseprosjekter	Lokalitet, alder og annen informasjon om belegg bør etterspørres, mulighet for befaring.
	Referansefelt (Mock-up)	Et tilstrekkelig prøveareal som kan vise aktuelle formater med riktig overflate, kanter etc. i valgt leggemønster med valgt fugebredde er nyttig ved store prosjekter. Toleranser i ferdig flate må vurderes ut fra toleransekrav til produkt.
Tekniske egenskaper	Bøyestrekfasthet NS-EN 12372	Skal dokumenteres. Ved standardprøving bør både gjennomsnitts- og karakteristisk verdi for bøyestrekfasthet samt bruddlast kreves oppgitt. Minimum bruddlast i henhold til NS-EN 1341, Annex B, tabell B1, [5] eller andre kilder. Ved usikkerhet omkring styrkeegenskaper, store formater eller store prosjekter med høy trafikkbelastning bør plater i reell bruksdimensjon og aktuell overflatebearbeiding prøves som grunnlag for dimensjonering.
	Trykkfasthet NS-EN 1926	Skal dokumenteres. Eventuell fremsette krav ved høy kjøretøybelastning.
	Vannabsorpsjon NS-EN 1925	Skal dokumenteres. Eventuelt fremsette krav (se Frostmotstand).
	Frostmotstand NS-EN 12371 (min 48 sykler)	Skal dokumenteres for granitter med vannopptaksevne større eller lik 0,5 vekt%. Frosttest ikke nødvendig for granitter og lignende som har vannabsorpsjon lavere enn 0,2–0,3 vekt%. Frostmotstandsklasse FI (≤ 20 % reduksjon i styrke) bør kreves. Hvilket styrketap som kan aksepteres må ses i sammenheng med nødvendig bruddlast. Følgende data anbefales etterspurt i tillegg: Volumtap, endring E-modul, visuell vurdering. Prøvningsprosedyre med frysing i saltvann (1 % NaCl-løsning) er hensiktsmessig, men inngår pr. i dag ikke som standard prosedyre i eksisterende standard.
	Motstand mot saltkrystallisasjon NS-EN 12370 (15 sykler)	Test ikke påkrevd men anbefales (avisingssalter etc). Eventuelt fremsette krav.
	Brutto densitet NS-EN 1936	Skal dokumenteres.
	Åpen porøsitet NS-EN 1936	Skal dokumenteres.
	Slitasjemotstand NS-EN 14157	Skal dokumenteres.
	Sklisikkerhet NS-EN 1341, Annex D	Ikke relevant ved ru overflate.
	Petrografisk beskrivelse NS-EN 12407	Rapport bør vurderes av aktører som har mineralogisk/geologisk kompetanse. Spesiell fokus på dette ved forvitrede typer «gule granitter» og enkelte «svarte granitter».
Leveranser	Leveranseplan	Leveranser skal være i henhold til beskrivelser og illustrasjoner i anbudsdokument, og med den tekniske og estetiske kvaliteten som er beskrevet. Steinprodukter skal leveres i henhold til monteringsplan for leveransen.
	Kvalitetskontroll og stikkprøver	Produksjonsprøver som skal brukes som referanser for leveranse bør inspiseres før produksjonsstart. Rutiner for kontroll av dimensjoner og -toleranser og utseende bør spesifiseres. Dokumentasjon av slik kontroll bør utarbeides og følge leveransen. Aksjoner i tilfelle leveranseforsinkelser, avvik fra toleranser eller fra de referanseprøvene man har blitt enige om bør utarbeides. Rutiner og avtaler for stikkprøvekontroll for sjekk av tekniske egenskaper bør etableres i tillegg til aksepteringskriterier og aksjoner ved eventuelle avvik.
	Lagring og transport	Leverandør skal være ansvarlig for hovedlager ved eget anlegg til leveranseplan for belegningsprosjektet er utarbeidet. Avtaler om lokale lager ved prosjektsted bør utarbeides.
	Pakking og merking	Steinplater skal pakkes i henhold til NS-EN 1341 og slik at skader ved transport, lasting og lossing unngås. Pakking og merking skal være slik at leveransemottak og -kontroll kan gjennomføres på en oversiktlig måte. Spesifisering av pakking og merking i forhold til formater og leveranseplan bør utarbeides. Følgende informasjon bør etterspørres på pakkeseddel eller leveransepapirer: Petrografisk navn, handelsnavn, stedsangivelse for steinbrudd, leverandørens navn og adresse.

Unngå byggskader

leverandør har implementert et system for produksjonskontroll for sine produkter og at det foreligger dokumentasjon på tekniske egenskaper og dimensjonstoleranser i henhold til krav gitt i standardene.

Gate- og kantstein og plater av naturstein skal kunne tåle de påkjenningene de utsettes for uten at det inntreffer skader eller andre endringer som forringer kvaliteten eller funksjonaliteten. I tillegg til forhold rundt oppbygging og dimensjonering, spiller den iboende steinkvaliteten en viktig rolle. For å sikre tilstrekkelig teknisk kvalitet er det ønskelig å spesifisere et sett med tekniske krav til naturstein. SINTEF Byggforsk har bistått i slike spørsmål ved en del prosjekter de siste årene. Krav til styrke og frostmotstandsevne, eventuelt vurdert opp mot vannopptaksevne og kombinert med en petrografisk beskrivelse, anbefales som et minimum, men en samlet vurdering av alle tekniske egenskaper skal foretas i forbindelse med materialvalg.

Variasjonsområdet i bøyestrekfasthet for granitter etc. er fra 6 MPa til godt over 20 MPa. En spesifikk minimumstyrke er vanskelig å definere uten at en ser dette i sammenheng med valg av formater og tykkelse på steinproduktet, bruksbelastning og oppbygging. Her bør det settes større fokus på minste bruddlast steinen må ha ut fra forventet belastning, og hvilken dimensjonerende styrke steinen har.

Trykkfastheten gir en viss indikasjon om bergartens «friskhet». Svært lav trykkfasthet kan indikere en forvitret og kanskje uegnet granitt. Normalt er trykkfastheten over 120 MPa hos granitt og opp mot 250 MPa hos mange mørke bergarter. Retningsgivende minsteverdier for trykkfasthet på ca. 130-150 MPa for naturstein til utemiljø er gitt i [3] og [4].

Granitter og lignende bergarter med vannabsorpsjon under 0,5 vektprosent kan normalt anses som frostbestandige, og denne grenseverdien er derfor et fornuftig utgangspunkt for en kravspesifikasjon. Ved vannopptak i dette området eller høyere bør en i tillegg kreve dokumentasjon av frostmotstandsevne.

En petrografisk beskrivelse som gir informasjon om «friskheten» i steinmaterialet, forvitrede mineraler og innhold av mikrosprekker er et nyttig supplement til andre tester. Undersøkelsen gir gode indikasjoner på hvorvidt en steintype er egnet eller ikke til tiltenkt bruksområde, men

Det er fullt mulig å redusere omfanget av byggskader og prosjekteringsfeil i Norge, og dermed oppnå økt kvalitet og produktivitet. Systematisk kunnskapsformidling og erfaringstilbakeføring, kan gi samfunnsøkonomiske besparelser i milliardklassen.

SINTEF Byggforsk ønsker med artikkelserien «Unngå byggskader» å fokusere på målrettet kunnskapsformidling innenfor temaene byggkvalitet, byggskader og byggeprosess. Artikkelsen vil formidle råd om hvordan en sikrer bruk av riktige løsninger, materialer og konstruksjoner – på grunnlag av våre og næringens egne erfaringer, og med Byggforskseriens anvisninger som fundament.

Byggforskserien – Byggenæringens kvalitetsnorm

Byggforskserien har gjennom 50 år utviklet seg til å bli en nasjonal kvalitetsnorm for hele byggenæringen. Seriens om lag 700 anvisninger gir løsninger og anbefalinger for prosjektering, utførelse og forvaltning av bygninger. Kunnskap og kommunikasjon er sentrale stikkord for å oppnå en effektiv og god byggeprosess. Anvisningene tilfredsstiller funksjonskravene i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven – og er et sentralt verktøy for å sikre at norske bygninger utføres i samsvar med forskriftene. Den er en komplett kilde til byggetekniske løsninger, og inneholder tilrettede erfaringer og resultater fra vår egen og næringens praksis og forskning. Se <http://bks.byggforsk.no/>

www.sintef.no/byggforsk

betinginger naturlig nok spesialkompetanse ved analyse og tolkning.

Dimensjonering og oppbygging

Svensk natursteinsindustri har nylig utgitt et bransjehefte på bruk av naturstein i utemiljø [5], der anbefalinger for oppbygging, detaljløsninger for ulike typer belegg og bruksituasjoner er beskrevet. Det planlegges nå for en oversettelse/tilrettelegging av dette heftet til norsk/norsk praksis i regi av bransjeorganisasjonen Norsk Bergindustri. Kunnskap og erfaring som steinleverandører, landskapsarkitekter, prosjekterende, utførende og forskningsmiljø innehar vil her være til nytte. SINTEF Byggforsk har tidligere fokusert på at dette er et viktig tema å arbeide videre med [6]. En gjennomgang og vurdering av materialbruk (produktkvalitet, fugemateriale, bærelag og fundament), tekniske spesifikasjoner (utførelse og kontroll) og dimensjonering vil være til nytte i spørsmålet om bruk av alle typer tyngre byggematerialer som utendørs belegg. Bedre beregningsmetoder og dimensjoneringskriterier for natursteinsbelegg utsatt for tunge laster er et spesifikt behov vi ser innenfor dette temaet, og her arbeides det også i andre land i Norden på området.

Det finnes mye kunnskap og erfaring om belegg av naturstein i Norge. Dessverre er denne kunnskapen spredt og vanskelig tilgjengelig for nye prosjekter.

Gjennom en nasjonal koordinering og satsing på 4–6 millioner kroner mener vi at bransjen kan komme på et kompetansenivå som gjør at de mange hundre millioner kroner som investeres i bruk av naturstein til forskjønnelse av utemiljøet, både skal representere gode investeringer og besparelser ved optimale valg.

Referanser

- [1] Byggforskserien, 571.104 Norsk naturstein. Typer og egenskaper. Del I og II
- [2] Produktstandarder for naturstein: NS-EN 1341:2002: Plater av naturstein til utendørs bruk. Krav og prøvingsmetoder.
NS-EN 1342:2002: Gatestein av naturstein til utendørs bruk. Krav og prøvingsmetoder.
NS-EN 1343:2002: Kantstein av naturstein til utendørs bruk. Krav og prøvingsmetoder.
- [3] Norsk Standard NS 3420-K:2008: Beskrivelsestekster for Bygg og Anlegg. Anleggsgartnerarbeider.
- [4] Dansk Standard DS 1136:2003: Bro-lægning og belægningsarbejder.
- [5] Sveriges Stenindustriförbund, 2007: En håndbok om Natursten. Temahefte Utemiljø. www.sten.se.
- [6] Alnæs, L., 2003: Dimensjonering og utførelse av natursteinsbelegg. Park og Anlegg 2003, nr.5.