

Temarapport 03 - Materialegenskaper på Torgallmenningen



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Bergen kommune
Tittel på rapport:	Temarapport 03 - Materialelegenskaper på Torgallmenningen
Oppdragsnavn:	DGA - Torgallmenningen
Oppdragsnummer:	635052-06
Utarbeidet av:	Terje Kalve, Charlotte H Hystad
Oppdragsleder:	Anna Wathne
Tilgjengelighet:	Åpen
Forsidebilde Margrethe Sæbø, BME	

Kort sammendrag

Skiferbelegget på Torgallmenningen er ikke dimensjonert for stadig tyngre kjøretøy for varetransport og rigging for arrangement. Skiferbelegget er isolert sett sterkt nok til å tåle den tunge trafikken, men overbygningen - bærelaget av drensasfalt og settelaget av jordfuktig betong svikter med den følge at skiferhellene løsner og knekker.

Nødvendig trafikk for varelevering skal følge dagens mønster i sidefeltene mellom søylerekkene og midtfeltet. Skiferdekket her må byttes ut med et tilstrekkelig dimensjonert og det må tilrettelegges for at tunge løftekraner og semitrailere for rigging av stor scene på midtfeltet kan betjenes fra sidefeltene.

Skal Torgallmenningen fortsatt ha plass som byens storstue må «parketten slipes og lakkes». Skiferdekket i midtfeltet renoveres og resettes med forsterket og tilstrekkelig dimensjonert overbygning (bunden utførelse).

03	31. jan. 2024	Revisjon etter tilbakemelding fra BME	IEÅE	AW
02	31.okt. 2023	Justert etter tilbakemelding fra BME	CHH/TK	TK
01	2. okt. 2023	1. utkast	CHH/TK	TK
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Forord

Som del av rammeavtale for Den grønne akse er det utarbeidet et beslutningsgrunnlag for langsiktig plan for opprusting av dekket på Torgallmenningen.

Oppdraget som Asplan Viak har gjennomført består av:

- Temarapport 1 - Universell utforming Torgallmenningen
- Temarapport 2 - Transport, aktivitet og arrangementer på Torgallmenningen
- Temarapport 3 - Materialelegenskaper på Torgallmenningen
- Temarapport 4 - Torgallmenningens estetiske uttrykk
- Notat om målkonflikter
- beslutningsnotat.

Denne temarapporten omhandler materialelegenskaper for dekke på Torgallmenningen og er utarbeidet av Charlotte Hvidevold Hystad og Terje Kalve.

Den langsiktige planen for opprusting av dekket på Torgallmenningen forventes å gi følgende gevinster:

- Fungerende ledelinjer for svaksynte og blinde på Torgallmenningen.
- Sammenhengende, rullevennlige traséer gjennom hele byrommet.
- Redusert behov for løpende utskifting av materialer i bygulvet.
- Høy estetisk standard på dekket verdig Bergens storstue.

Arbeidet er utført i tett samarbeid med Bymiljøetatens prosjektgruppe, ved Knut Hellås og Tanita Guldbrandsen. Vi takker for oppdraget og samarbeidet, og håper at beslutningsgrunnlaget ned tilhørende notat vil bidra til å gjøre de riktige valgene ved rehabilitering av Torgallmenningen

Bergen, 31.01.2024

Anna Wathne

Oppdragsleder

Terje Kalve/Anna Wathne

Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Mål for prosjektet – materialelegenskaper på Torgallmenningen	4
1.1. Overordna føringer	4
1.2. Mål for materialelegenskaper på Torgallmenningen	6
2. Dagens situasjon	7
2.1. Byromsgulv	7
2.2. Utfordringer med dagens dekke	13
3. Mulige alternativer for dekker/materialer	16
3.1. Felles ved alle materialer	16
3.2. Skiferheller	18
3.3. Granittheller	22
3.4. Brostein	24
3.5. Asfalt	26
3.6. Sammenligning av materialelegenskaper	27
3.7. Oppbygning av dekker	32
3.8. Kombinasjon av dekker og materialitet	35
4. Kilder	37

1. Mål for prosjektet – materialelegenskaper på Torgallmenningen

1.1. Overordna føringer

Bergen kommune har flere plandokumenter som legger overordnede føringer for materialkvaliteter ved Torgallmenningen. I det følgende gis en redegjørelse for de som er vurdert som mest relevant, sammen med henvisninger til konkrete visjoner, målsetninger og bestemmelser for dette tema:

- [KPS - Bergen 2030](#)

Planen fastsetter langsiktige mål og strategier for hele kommunesamfunnet, og gjeldende plan legger til grunn en visjon om at *Bergen skal være en aktiv og attraktiv by*.

Det er definert ulike satsingsområder for å nå dette, og med hensyn til materialitet og kvalitet på sentrale offentlige bygulv er følgende satsinger relevante: *gåbyen, fremtidsrettet, grønn, trygg og særpreget*.

- [KPA 2018](#)

Planen viser sammenhengen mellom samfunnsutviklingen som omtales i samfunnsdelen og hvilke utslag og behov dette gir for arealbruken, og hvordan arealene samlet sett skal disponeres for å nå målene i samfunnsdelen.

Hovedgrepene i KPA2018 er å gå fra bilbasert til kompakt gåby, i tillegg til å ivareta bestemmelser som sikrer god livskvalitet og vektlegge blå og grønne arealer. Bestemmelser knyttet til innhold og kvalitet legger overordna føringer med hensyn til materialitet, og §8 *Arkitektur og byform* er særlig viktig i denne forbindelse.

Torgallmenningen er i planen regulert til arealformålet 'sentrumskjerne', og ligger inn under hensynssone kulturmiljø. Felles bestemmelser for sentrumskjerne definerer at *områdene skal utvikles med høy tetthet og kvalitet, basert på stedets særpreg*¹.

¹ KPA 2018, §26.1.1

- [Bergenhus. KDP Sentrum](#)

Planen setter overordnede mål for arealbruk og utvikling av Bergen sentrum, gi rammer og føringer for videre planlegging og saksbehandling innenfor det sentrale byområdet og gi muligheter for effektiv behandling av planer og prosjekter som er i samsvar med kommunedelplanen og eventuelt gjeldende reguleringsplan.

Fellesbestemmelser i §3 gjelder for hele planområder, og med hensyn til materialitet i byrommene gis det her følgende overordnede føringer med hensyn til kvalitet:

Byrommene skal ha gjennomgående romslighet og gode kvaliteter for gående og for opphold, (...)²

Bestemmelsene i §5 Byform - byrommene gir mer konkrete føringer enn §3, og med hensyn til materialitet og kvalitet defineres følgende:

Formgiving og materialkvalitet bør ha et langsiktig perspektiv, med fleksibel solid utforming av dekket i varige materialer, der dagens funksjonsdeling og trafikkmønster ivaretas uten å låse for fremtidige endringer. Det må legges vekt på å skape brukbare detaljer for uteopphold generelt.³

Utforming av utstyr og bygulvsdetaljer skal fremheve byrommenes lokale egenart, historiske bakgrunn og særegne kvaliteter.⁴

- [Gåstrategien](#)

Strategien er en oppfølging av visjon og målsetninger vedtatt i KPS og KPA2018. Strategien angir delmål og satsinger for å nå visjonen om at det skal være attraktivt og sikkert å gå i Bergen, og følges opp av handlingsplaner. Delmål knyttet til 'Samspill i trafikken' er særlig aktuelt for materialitet ved bygulvet på Torgallmenningen, og i strategier er ulike satsingsområder for å oppnå samspill er beskrevet.

- [Grønn strategi](#)

Klimastrategi for Bergen 2022-2030, vedtatt 25.01.23

² Bergenhus. KDP Sentrum, §3.1 Allmenn tilgjengelighet

³ Bergenhus. KDP Sentrum, §5.1 Bygulvet

⁴ Bergenhus. KDP Sentrum, §5.3 Byrommenes utforming

Bergen kommune erklærte klimakrise 20. juni 2019. I Grønn strategi løftes problemstillingene og setter mål som viser at Bergen tar klimakrisen på alvor.

- [Arkitektur +](#)

Strategien supplerer Plan- og bygningsloven med forskrifter, samt Kommuneplanens arealdel §8 Byforming og arkitektur. Den er premissgiver for planlegging av den arkitektoniske utformingen av alle nye tiltak i Bergen kommune, og legger slik overordnede føringer for materialkvaliteter ved Torgallmenningen.

1.2. Mål for materialegenskaper på Torgallmenningen

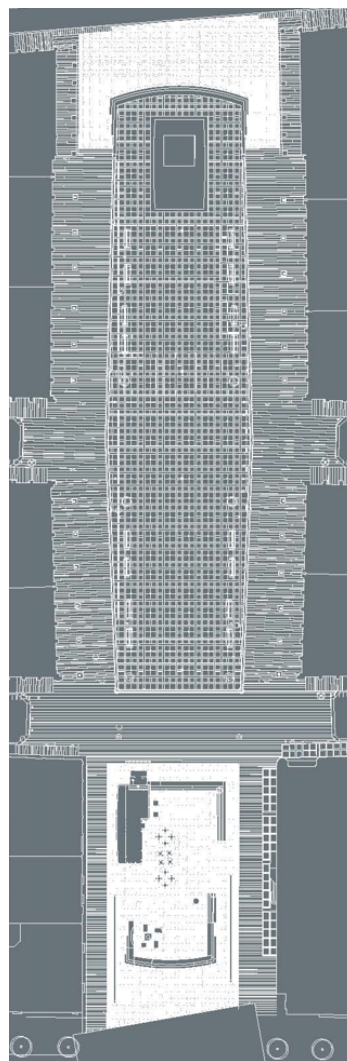
Bergen kommune, BME har oppsummert målene for materialegenskaper på Torgallmenningen på følgende måte:

- *Det skal innhentes teknisk informasjon om tilstanden på dekket fra ferdigstillelse i 1998 t.o.m. i dag.*
- *Det skal redegjøres for hvilke endringer som må gjøres i dekket for at dagens transport, aktiviteter og arrangementer kan opprettholdes på samme nivå. (Grønn strategi, satsning 06)*
- *Det skal brukes materialer i dekket på Torgallmenningen som er av høy kvalitet, tåler byens bruk og har varige kvaliteter. (Arkitektur +, prinsipp 5 | Grønn strategi, satsning 06)*
- *Det skal innhentes informasjon om dagens drifts- og vedlikeholdsrutiner av Torgallmenningen, med særskilt fokus på dekket/bygulvet. (Arkitektur +, prinsipp 7 | KPA 2018 §18)*

2. Dagens situasjon

2.1. Byromsgulv

Torgallmenningen består overordnet av tre ulike felt, definert av ulike materialer og mønster i dekket.



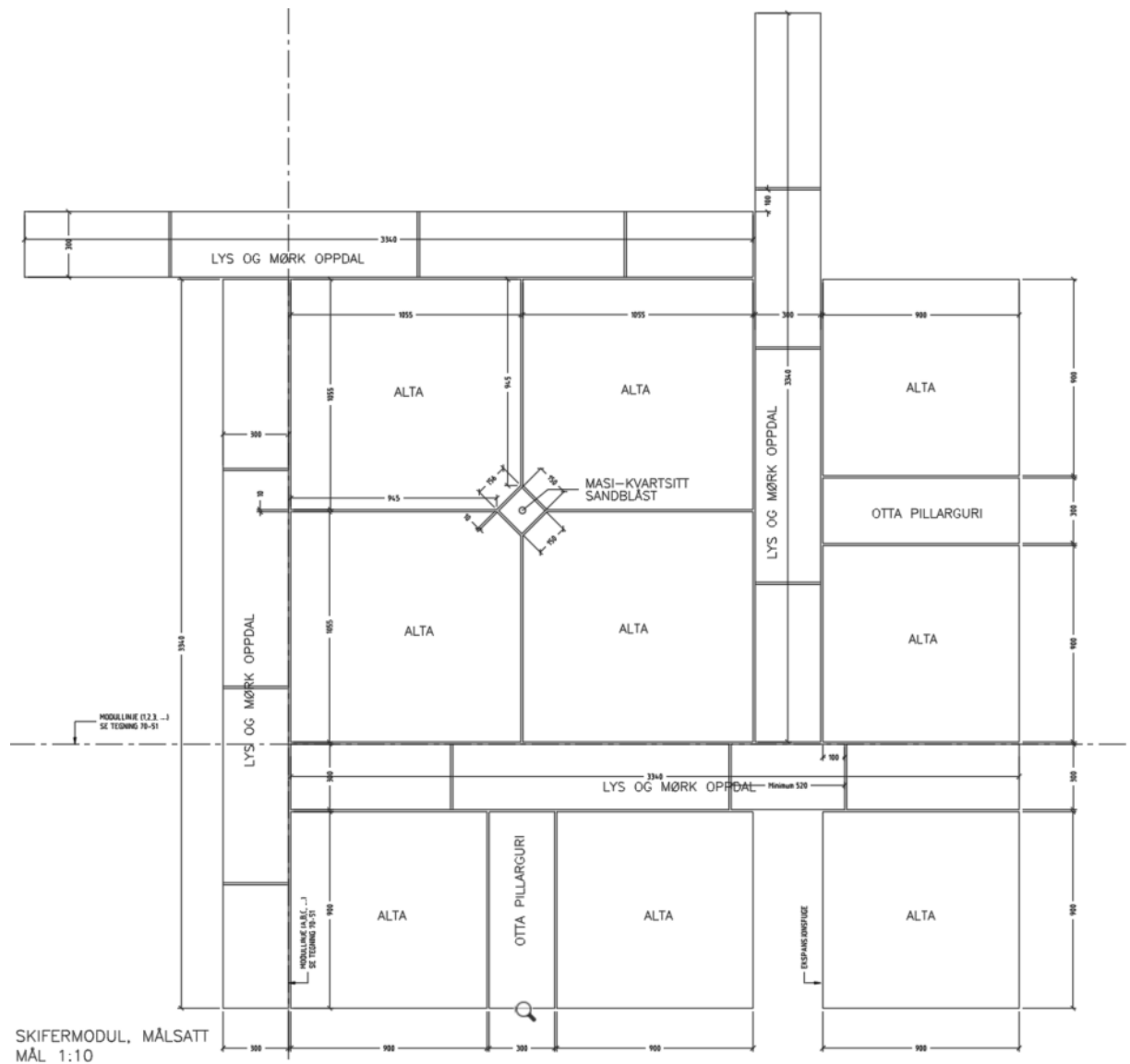
Figur 1 Torgallmenningen. Midtfeltet med skifer i flettverksmønster innrammes av vannrennen i granitt. Sidefeltene som også har skiferdekk, men i et enklere forband-mønster, omgir midtfeltet og strekker seg fra vannrennen og inn til fasadene, i hele plassens lengderetning under arkadegangene frem til Strandgaten i nord-øst, i overgangen Markeveien-Starvhusgaten og langs huslivene ned til Olav Vs Plass i sør-vest. Sentralt i overgangssonene mot Olav Vs plass og mot Strandgaten er det lagt småbrosteinsdekk i buemønster.

Foto Paal Hoff. Planskisse Next To Nothing.

- Sentralfeltet/midtpartiet
 - Plassgulvet sentralt på allmenningen
 - I forprosjektet fra 1995 definert som '*Spesielt plass-belegg - skifer*'
 - Spesialtegnet belegg med et karakteristisk flettemønster av store, kvadratiske skiferplater (Altaskifer) omkranset av smalere skiferplater (mørk og lys Oppdalsskifer), mørke staver av Ottaskifer og låsestein av Masi-kvartsitt (Kautokeino).



Figur 2 Skiferdekke sentralfeltet. Foto Paal Hoff.

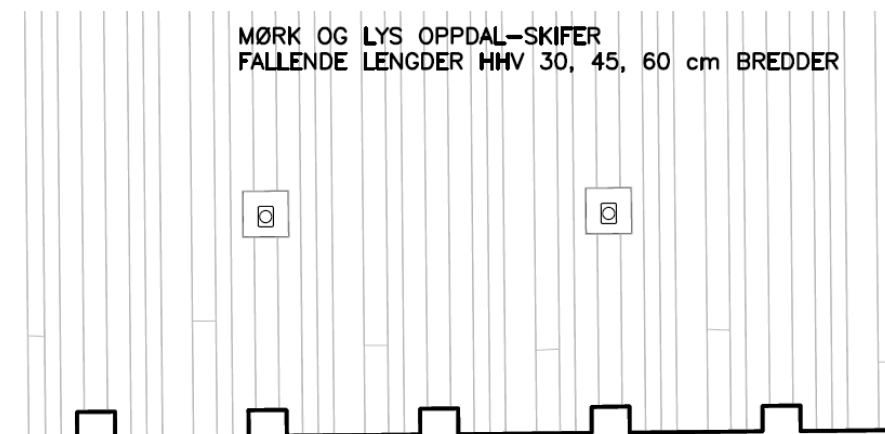


Figur 3 Dekkedetall beleggsmodul sentralfeltet. Detaljtegning Next To Nothing.

- Sidefeltene
 - Gang- og kjøresonene i ytterkant av allmenningen, samt på tvers av allmenningen mellom Markeveien og Starvhusgaten
 - I forprosjektet fra 1995 definert som 'Generelt fortausbelegg - skifer'
 - Forbandmønster med mørk og lys oppdalskifer med plater i varierende generelle bredder (300-450-600 mm, og spesielt tilpasningsmål mellom hver fasadepilaster da alle mellomrom har forskjellig bredde).



Figur 4 Skiferdekke sidefeltene. Foto Terje Kalve

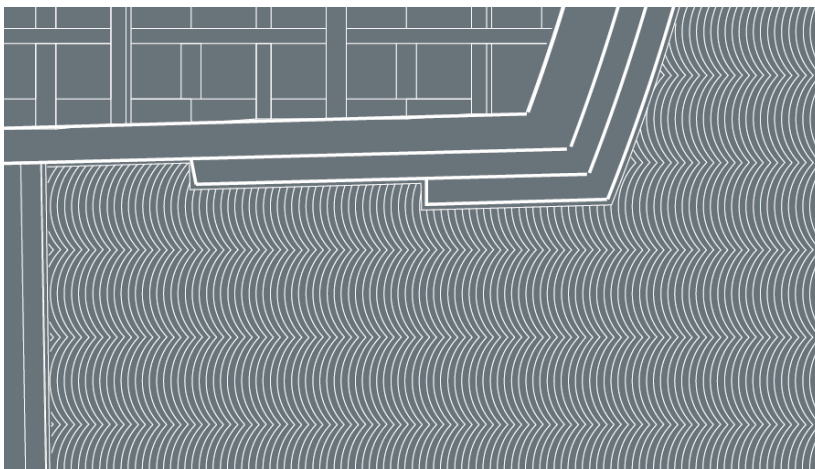


Figur 5 Dekkedetalj sidefelten. Bredder avvikende fra de faste markert med strek, Detaljtegning Next To Nothing.

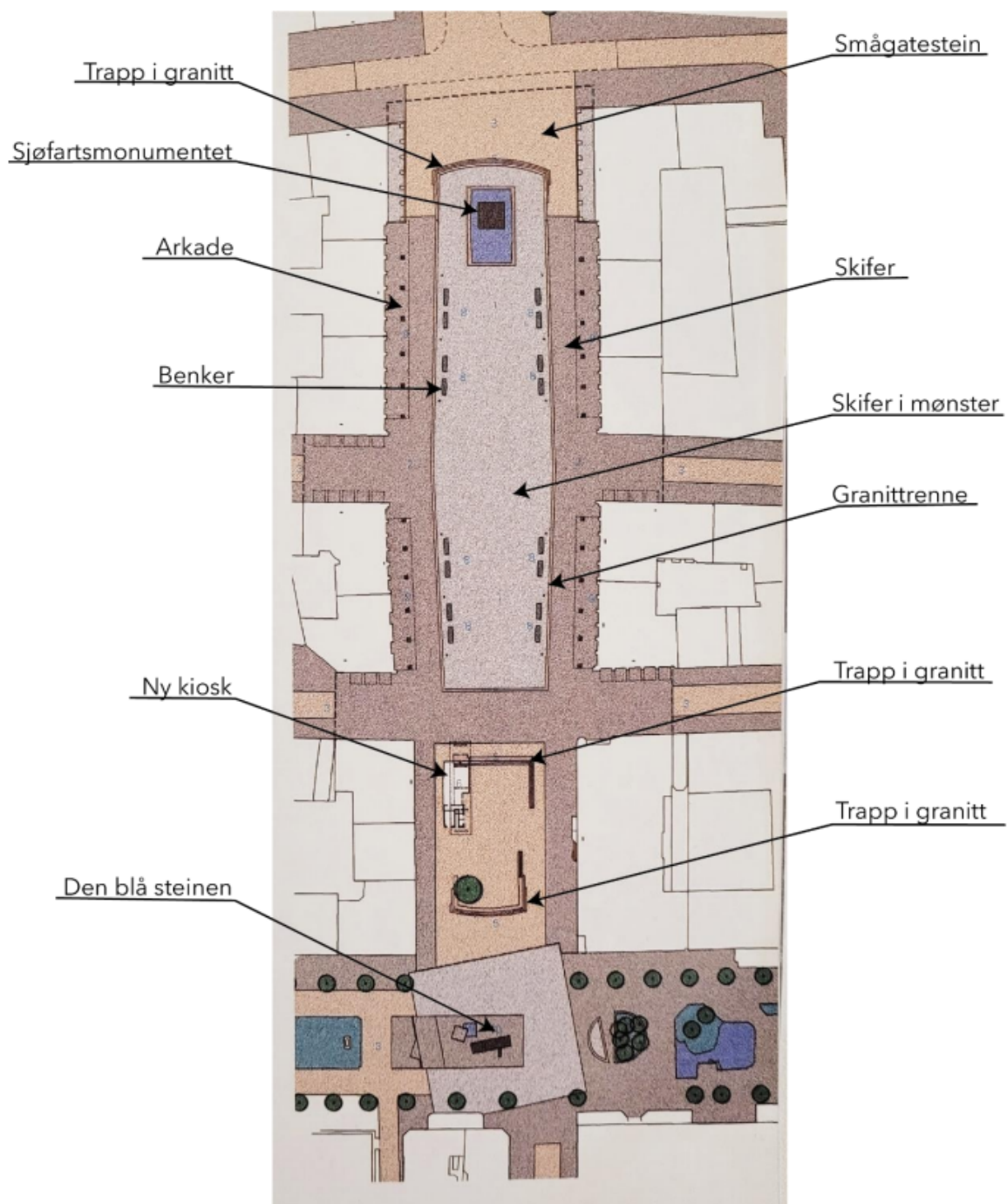
- Felter i overgangssonene mot Olav den 5. plass og mot Strandgaten /Småstrandgaten, samt midtfeltet på den vestre delen (Sundt-bakken).
 - De sentrale plassgulvene i overgangssonen mot Olav den 5. plass i nordøst og Torgallmenningens videre byromsforløp i sørvest
 - I forprosjektet fra 1995 definert som 'Generelt gate- og plassbelegg - granitt'
 - Buesatt dekke av smågatestein, kinesisk granitt (G682) i området Sjøfartsmonumentet - Strandgaten og gjenbrukt sognegrannitt (Årdal) på vestre delen.



Figur 6 Småbrosteinsdekke overgangssonen og midtfeltet vestre del. Foto Paal Hoff



Figur 7 Dekkedetalj overgangssone mot øst, Detaljtegning Next To Nothing.



Figur 8 Illustrasjonsplan av Torgallmenningen. Plan Next To Nothing, (Byggekunst nr.4, 2020)



Figur 9 Materialbruk på dekke (reparasjonsområder ikke markert)

2.2. utfordringer med dagens dekke

Dekket på Torgallmenningen krever jevnlig reparasjoner og vedlikehold som en følge av

- skiferheller løsner fra underliggende konstruksjon/underbygning
- skiferheller knuser og brekker
- skiferheller delaminerer⁵

⁵ Skifer består av ulike sedimentlag som er forsteinet. Når skifer delaminerer, spaltes eller deles disse tynne lagene opp langs naturlige kløvplan.

2.2.1. Årsaker til utfordringene

Med bakgrunn i gjennomgåtte dokumenter og erfaringsutveksling peker SINTEF i sin rapport om Torgallmenningen⁶ på følgende tendenser og påvirkende faktorer med hensyn til årsaker til skadene:

(...) skadebildet med knuste skiferplater, desintegrert settemørtel og fugeskader mener vi kan tilbakeføres til en uheldig respons som valgt oppbygging har fremvist med den trafikkbelastningen som skiferdekket har vært og fortsatt utsettes for. Erfaringsmessig skyldes skadebilder som dette en kombinasjon av flere påvirkningsfaktorer (...)

For mer detaljert redegjørelser og vurderinger, se rapport⁷.

2.2.2. Hvordan håndteres utfordringene med dagens dekke

For å ivareta og vedlikeholde byromsgulvet skiftes det mellom 250 og 500 skiferplater hvert år⁸. Belastningen/omfanget utskifting er størst i kjøre/vareleveringsfeltene.

Nye plater festes til underlag av fast betong. I forbindelse med utskifting av plater må derfor deler av underliggende konstruksjon/underbygning fjernes.

Utføring av nødvendig reparasjonsarbeidet er avhengig av tilgjengelig areal, og koordineres mot planlagte arrangement i byrommet, samt faste aktiviteter som varelevering. Videre er værforhold en viktig avhengighet for utføring av arbeidet, i tillegg til hensyn til andre oppgaver innenfor driftsavdelingens ansvarsområde.

⁶ Rapport, SINTEF, 'Torgallmenningen i Bergen - Langsiktig gateopprustning', rapportnr 2023:00695

⁷ Rapport, SINTEF, 'Torgallmenningen i Bergen - Langsiktig gateopprustning', rapportnr 2023:00695

⁸ Notat, 'Drift og vedlikeholde av Torgallmenningen', Bymiljøetaten



Figur 10 Bilder øverst. Eksempler på brekkasjer og delaminering. Foto Terje Kalve.. Bildet nederst viser midlertidig tiltak - lapping med asfalt der skiferheller har løsnet. Foto BYM.

3. Mulige alternativer for dekker/materialer

Beskrivelsene redegjør for egenskaper ved materialene som finnes i eksisterende byromsgulv, og som vurderes som aktuelle ved reetablering av bygulvet:

- Skiferheller
- Granittheller (i dag ved Olav den 5. plass)
- Brostein
- Asfalt

Asfalt er lagt som midlertidig dekke på allmenningen i dag, og det redegjøres derfor i det følgende på lik linje som øvrige materialer.

Redegjørelsene er i hovedsak avgrenset til egenskaper ved selve materialet. Ved valg av dekke må også det fysiske miljøet materialet skal fungere i, og de mekaniske belastningene dekket er ventet å bli utsatt for, vurderes og sees i sammenheng.

Oppbygning og konstruksjon er av stor betydning for dekkers styrke og bestandighet. Et natursteinsdekke er helt avhengig av understøttelse av en stabil og stiv overbygning for å tåle tung belastning. Vurderinger med hensyn til dagens dekke og overbygning, samt anbefaling for videre tiltak og avklaringsbehov er redegjort for i SINTEF rapport for Torgallmenningen, kapittel 3 og 4⁹.

3.1. Felles ved alle materialer

- Fargeendringer ved tørre og våte forhold

Både skifer og granitt har fargeendringer fra tørr til våt tilstand. Grad av endring er avhengig av overflatebearbeiding.

For skiferdekke vil det være naturplan som er aktuelt. Dette gir fargeendringer i mindre grad enn et granittdekke som har bearbeidet overflate i form av prikkhamring av ulik grad eller flammig.

Våt skifer har egenskapen «å speile himmelen», noe som gir en lys-refleksjon i dekket, og ofte oppleves skiferdekket som «lett og lyst».

⁹ Rapport, SINTEF, 'Torgallmenningen i Bergen - Langsiktig gateopprustning', rapportnr 2023:00695

Granitt har større fargespekter fra lyst til mørkt i gråtoneskalaen og større valgmuligheter for å sette sammen en rik fargepalett.

- Sklisikkerhet ved tørre og våte forhold

Sklisikkerhet er behandlet i flere av anvisningene i Byggforskserien. Følgende anvisninger og direktesitater trekkes frem som spesielt relevante:

571.105 Naturstein. Egenskaper og bruksformål

"Sklisikkerhet hos naturstein angir produktoverflatens ruhet og er av betydning for naturstein som skal brukes til golv, trapper eller utendørs belegg. Polerte steinoverflater er spesielt glatte ved fuktighet på overflaten. Jo ruere steinoverflaten er, desto bedre er sklisikkerheten. Ved bearbeidingsteknikker som gir en ruhet i overflaten på mer enn 1 mm, regner produktstandardene overflaten som sklisikker. Såkalte antislip-produkter brukes i en viss utstrekning for å bedre sklisikkerheten. Egenskapen bestemmes i henhold til NS-EN 14231 (pendelmetode), og sklisikkerhet angis som USRV (unpolished slip resistanse value) på både tørre og våte overflater, hvor høy verdi indikerer god sklisikkerhet". Anvisningen henviser til NS-EN 14231 "Bestemmelse av sklisikkerhet ved bruk av pendelprøvingsutstyr".

571.106 Naturstein. Krav og anbefalinger for ulike bruksformål

"Sklisikkerhet. NS-EN 14231. Må etterspørres for plater og gatestein med bearbeiding som gir overflateruhet < 1 mm (som sagd). Forslag til grenseverdi: URSV-verdi¹) skal være > 35. Overflatebearbeiding i form av hogging, flammings og naturlig kløvplan (ruhet over 1 mm) anses sklisikker. Må etterspørres for flis og plater med bearbeiding som gir overflateruhet < 1 mm (f.eks. sagd, slipt eller polert). Forslag til grenseverdi: F.eks. URSV-verdi > 35. NB! Polert overflate anbefales kun på tørre golv".

3.2. Skiferheller

3.2.1. Om skifer

Skifer er en metamorf eller sedimentær bergart, som er dannet av sedimenter av sand, leire og grus avsatt på bunnen av vann eller hav for millioner av år siden. Etter hvert som tykkelsen på sedimentlag økte, økte også trykk og temperatur nede i massene, og sedimentene ble over tid forsteinet og omdannet til skifer¹⁰.

Denne omdanningen, fra løst materiale til en fast bergart, består altså i en sammensmeltning av de ulike sedimentlagene, og gjør at bergarten er sterkt lagdelt. Skifer kan derfor lett spaltes i parallelle og forholdsvis tynne skiver (heller)¹¹.

Skifer deles inn i to hovedgrupper etter hvilke sedimenter den er dannet av:

1) Kvartsittskifer, dannet av sedimenter med stort innhold av sand eller sandstein

- metamorf, hard skifer
- inneholder mye kvartssand
- er lagdelt i tynne glimmerlag
- Altaskifer og Oppdalskifer er eksempel fra denne gruppen

2) Fyllitt og glimmerskifer, dannet av leire

- metamorf, myk skifer
- lite omdanning (i stor grad sedimenter som er forsteinet)
- Ottaskifer er eksempel fra denne gruppen

3.2.2. Materialelegenskaper

Skifer har høy mekanisk motstandsevne og stabilitet og er et værbestandig materiale. Den høye styrken skyldes at materialet opptrer med en laminert effekt gjennom den lagvise oppbygningen.

Skiferheller har en naturlig kløvd overflate, kalt naturplan. Dette er den naturlige, rå flaten som oppstår ved spalting av steinmaterialet. De ulike skifertypene påvirker overflatens karakter, ruhet og struktur, og det kan også være variasjoner i noe grad innenfor samme skifertype.

¹⁰ [Skifer – Wikipedia](#)

¹¹ [Skifer – Wikipedia](#)

På grunn av skiferens dannelse og struktur, kan det oppstå delaminering eller spalting i overflaten på skiferheller, avhengig av kløvegenskaper, ytre værpåkjenninger og belastninger. Delaminerte heller kan fortsatt oppfylle sin funksjon, så lenge fugene er intakte og holder platen sammen. Delaminering kan gi følgeskader i form av brekkasjer eller lignende¹².

3.2.3. Format og tykkelser

Bruddheller av skifer har uregelmessig fasong og variert størrelse, oftest fra 0,07 m² til større enn 0,5 m² ¹³.

Skiferheller kan bearbeides til geometriske formater, og normalproduksjonen er standard bredder, oftest 300–800 mm, i fallende lengder, men også standard formater, f.eks. 400 mm × 400 mm, 400 mm × 600 mm, 500 mm × 500 mm¹⁴.

På telefon med Altaskifer og Oppdal Sten opplyser begge produsentene at format som er brukt på Torgallmenningen kan leveres, og at det kan leveres i 9 cm tykkelse. Altaskifer opplyser at de også kan levere skifer i brosteinsformat.

Skiferheller kan bearbeides med ulike kanter:

- saget kant
- klipt kant
- hugget kant
- råhugd kant
- naturkant

Skiferstein spaltes til heller med ulik tykkelse, avhengig av type skifer. Fyllittskifer har færre avhengigheter til selve steinmaterialet enn kvartsittskifer.

Hellene sorteres i tykkelsesintervaller (tykkelse varierer innenfor definerte grenser, som 40-60mm og 60-80mm)¹⁵, eller kalibreres til ens tykkelse. Ens tykkelse på heller har betydning for oppbygningen av skiferdekket, og bidrar til at det også kan legges ens tykkelse på underliggende lim eller settelag.

¹² Rapport, SINTEF, 'Torvet i Trondheim – Testfelt Natursteinsdekke Nyhavna', SBF2017 A0168

¹³ Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder, tabell 3.

¹⁴ Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder, tabell 3.

¹⁵ Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder, tabell 3.

Skifer er at materialet som opptrer litt som tre. Det vil si at lagene utgjør en laminering som virker som langstrakte tre fibre. Derfor leveres det generelt i fallende lengder. Den vil lettere knekkes på langs enn på tvers tilsvarende et enkelt trebord.

3.2.4. Overflater

Overflaten på skifer kan bearbeides ved polering, sliping/finsliping og børsting¹⁶, men for heller i utendørs bruk benyttes det naturlige kløvplanet, med bakgrunn i hensyn til sklisikkerhet.

3.2.5. Farge

Skiferheller har naturlige variasjoner og spill i farge og struktur. Det vil være variasjon mellom stein fra ulike skiferbrudd, men også innenfor samme brudd. Farge vil variere fra lys grå via grønn og rød til helt svart, men også brune varianter finnes.

Bestandighetsegenskaper varierer med type skifer. Enkelte varianter (spesielt av leirskifer, og fyllitt) vil blekne og/eller endre farge over tid.¹⁷ Kvartsittskifer betraktes som en fargebestandig naturstein, uten risiko for rustdannelser, store fargeendring etc. over tid.¹⁸

Når skiferen er spaltet vil overflatefargen kunne få en patina i det øverste laget, avhengig av ytre påvirkning og miljø. Endringer i farge påvirker ikke tekniske egenskaper.¹⁹

3.2.6. Ulike skifertyper/bruddlokaliteter

Opplistingen er ikke uttømmende, og avgrenset til skandinaviske skifertyper:

- Altaskifer – kvartsittskifer – Pæska, Alta kommune, Norge
- Oppdal – kvartsittskifer – Restfonna, Oppdal kommune, Norge
- Offerdal – kvartsittskifer – Finnsäter, Krokom i Offerdal, Sverige
- Otta – fyllittskifer – Gudbrandsdalen, Sel kommune, Norge
- *Hardanger-skifer hadde vært ønskelig – lite utprøvd. Ikke aktive brudd.*

¹⁶ Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder, tabell 42.

¹⁷ Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder, tabell 2c og 2e.

¹⁸ Rapport, SINTEF, 'Torvet i Trondheim – Testfelt Natursteinsdekke Nyhavna', SBF2017 A0168

¹⁹ [Skiferens aldriingsprosess, dens patina og tekniske kvalitet | Minera Skifer](#)

3.2.7. Særegenheter for skifer/oppsummering

Skifer er et tradisjonsrikt materiale det er mye av i Norge og som er særegent for landet. Det finnes spor som tyder på at skiferheller ble brukt på taket til Håkonshallen fra midten av 1200-tallet (Heldal, u.å.) Det eldste norske industrielle skiferbruddet vi kjenner til er fra 1421. På denne tiden ble skifer blant annet mye brukt til takheller og kvernstein (Heldal, 2002). Seinere, fra omkring 1860, ble skifer benyttet som gangheller på Bergenske fortau (Grind, 2004).

Skifer har naturlig kløvd overflate, noe som gir materialet et spill. Overflatens karakter, ruhet og struktur varierer mellom ulike skifertyper og til en viss grad innenfor respektive skifertyper. Naturplanet har en spesiell egenskap med refleksjon av lyset både i tørr og i våt tilstand.

Paletten er et naturlig og variert spill i gråtoner

Naturplanet har variasjon som gjør skifer sklisikker.

Skifer er i seg selv sterk, men setter store krav til oppbygningen av overbygningen med bære- og settelag.



Figur 11 Torgallmenningen sentral del. Paletten er et naturlig og variert spill i gråtoner. Foto Paal Hoff.

3.3. Granittheller

3.3.1. Om granitt

Granitt er en grovkornet dypbergart, som omfatter både metamorfe bergarter, som granitt, gabbro, basalt mm, og metamorfe bergarter, som gneis²⁰. Ulike bergarter, sammen med ulike typer bearbeidinger av steinmaterialet, gjør at heller av granitt har stor variasjon i farge, tekstur og overflate.

Granitt er både tilgjengelig lokalt og på verdensmarkedet. Norsk, nordisk og portugisisk granitt har stor mekanisk motstandsevne og stabilitet, og høy værbestandighet. Kinesisk granitt som gjerne er 40 millioner år yngre og dermed ikke så "godt pakket", er mindre værbestandig.

3.3.2. Materialelegenskaper

Granitt er en av de vanligste bergartene i Norge. Bergarten er meget holdbar og egner seg godt i uteanlegg.

Gneis, som også er vanlig i Norge, er en metamorf bergart med en «indre armering», mens granitt mangler foliasjon og er som oftest sprø. Gneis betegnes som "seigere" og har større bøyestrekfasthet enn granitt.

Granitt er et homogent materiale som lar seg spalte i alle 3 retninger, mens gneis spalter bare i en eller to retninger.

Kjøresterk granitt må dimensjoneres opp i tykkelse i forhold til skifer og gneis. I dag regner en at kjøresterk granitt må opp i minimum 150mm tykkelse, mens kjøresterk gneis kan ligge i intervallet 100-120mm.

3.3.3. Overflater

Granittheller kan bearbeides med ulike overflatebehandlinger på toppflaten:

- Flamming: Ru overflate som ivaretar steinstruktur og naturlig glans
- Gradhugging: Ru overflate som kan gis ulike visuelle uttrykk, avhengig av hvor fint eller grovt det hugges.

²⁰ Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder, tabell 2a.

- Råsplitting: den naturlige, rå flaten som oppstår når steinmaterialet spaltes. Overflaten kan benyttes på granittyper som har god evne til å spaltes.

Underside og sidekanter på granittheller er vanligvis saget. Undersiden bør gradhugges for å sikre friksjon mot settelag. Overkantene på sidene bør bearbeides, enten med avfasing eller avrunding, slik at selve kantene blir sterkere mot hakk og avskalling, samtidig som dekke som helhet blir jevnere.

3.3.4. Format og tykkelser

Granitt kan bearbeides til heller med stor variasjon i format, fra bredder 400-900 mm til fallende lengder (1,5-3 ganger bredden). Typisk tykkelse er 80-120 mm²¹.

Kjøresterk granitt må dimensjoneres opp i tykkelse i forhold til skifer og gneis. I dag regner en at kjøresterk granitt må opp i minimum 150mm tykkelse, mens kjøresterk gneis kan ligge i intervallet 100-120mm.

Tendensen med stadig større kjøretøy og akseltrykk, tilsier at tykkelsen i kjørearealene bør være solid.

3.3.5. Farge

Steinmaterialet kommer i et stort utvalg nyanser fra helt hvite, via grå, røde og brune til helt svarte varianter. Gneis har karakteristisk stripet eller bølget mønster²². Lyse, gule, gråhvite og hvitlige granitter kan være mekanisk svake og ha mindre gunstige bestandighetsegenskaper²³

3.3.6. Opprinnelse/brudd

- Norge (Iddefjord, Evjen, Røyken, Hellvik, Larvikitt)
- Sverige (Bohuslen, Vånga, Halland gneis)
- Portugal

Prosjekter av denne størrelsen kan bidra til økt lokal produksjon.

²¹ Byggforskserien: 571.105 *Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder*, tabell 3.

²² Byggforskserien: 571.105 *Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder*, tabell 2c.

²³ Byggforskserien: 571.105 *Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder*, tabell 2e.

3.3.7. Særegenheter for granittheller/oppsummering

Granitt er et homogent materiale som lar seg kløve i alle retninger, og kan derfor lett bearbeides.

Som hellebelegg vil det være maskinelt fremstilt – saget og deretter bearbeidet i overflaten. Vanligste overflate er flammet eller prikkhamret av ulik grad.

Granitt finnes i hele skalaen fra nærmest hvit til sort og i et stort fargespekter av rødtoner og gule nyanser. Granitt fås også med sjatteringer fra lyst til mørkt.

Gneiser har ofte et stripemønster.

Granitt har stor trykkfasthet, men liten bøyestrekfasthet. Dette kompenseres det for ved at en må ha store tykkelser (min 15 cm for kjørestærkt materiale).



Figur 12 Åpning Festspillene 2010. Olav Vs Plass. Mosaikk av mørk Askøygneis og lys Simagranitt. Foto Vibeke Vik Nordang, BYM.

3.4. Brostein

3.4.1. Om brostein

Det er lange tradisjoner for bruk av brostein, og det eldste brosteinsdekket som vi kjenner i Bergen ble satt allerede på 1500-tallet.

Brostein kan både være nyprodusert stein, og brukt stein fra eldre dekker, der stein er tatt opp og klargjort for gjenbruk. Brostein er hovedsakelig av granitt.

3.4.2. Materialelegenskaper

Brostein har granittens materialelegenskaper, beskrevet under granittavsnittet (kap. 3.3.2)

3.4.3. Overflater

Ny brostein har oftest råsplittede flater, da den som regel produseres ved hjelp av klipping. Den kan også produseres saget, og da med gradhugget eller flammet overflate.

Brukt brostein er fra eldre dekker, der steinen er tatt opp og klargjort for gjenbruk. Visoverflaten/e på denne vil være slitt eller avslipt som følge av bruk.

Undersiden av ny brostein bør være råsplittet, for å sikre friksjon mot settelag.

3.4.4. Ulike format

Brostein finnes normalt i formatene²⁴

- Smågatestein (ca. 100 x 100 x 100 mm)
- Storgatestein (ca. 140 x 200 x 140 mm)

3.4.5. Farge

Steinmaterialet kommer i et stort utvalg nyanser fra lys til mørk grå, samt farger med rødlig skjær og gultoner.

3.4.6. Opprinnelse/brudd

- Norge
- Portugal
- India
- China

²⁴ Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder, tabell 3.



Figur 13 Torgallmenningen vestre del. Gjenbrukt småbrostein av Sognegranitt. Renne satt med storbrostein.
Foto Paal Hoff.

3.5. Asfalt

3.5.1. Om asfalt

Asfalt består i hovedsak en blanding av steinmaterialer (knust stein, naturgrus eller en blanding av disse) og bindemiddelet bitumen²⁵. Asfalt produserer ved høy temperatur, og finnes i ulike kvaliteter og med ulike massetyper.

3.5.2. Materialelegenskaper

Det finnes mange ulike asfalttyper, og disse er utviklet for ulike anvendelser avhengig av forhold som trafikkmengde og klimatiske forhold.

Ulike asfalttyper benyttes etter hvor i dekkekonstruksjonen det skal ligge:

²⁵ [asfaltdekker - Store norske leksikon \(snl.no\)](https://snl.no/asfaltdekker)

- Slitelaget - det øverste laget - asfalttyper som har gode egenskaper med hensyn til slitasje, deformasjon, forvitring, friksjon og farge.
- Bærelaget - laget under slitelaget - asfalttyper med gode bæremessige (lastfordelende) egenskaper

3.5.3. Farge

Asfaltdekker er lite fargebestandige, og vil endre seg fra svart/mørk grå ved nyproduksjon, til å over tid bli lysere og gråere i farge.

3.6. Sammenligning av materialegenskaper

Sintefs utgivelse; *"Materialdata for naturstein. Typiske verdier"*, gir en detaljert oversikt over steintypenes materialegenskaper. (legges ved)

Trykkfasthet

Trykkfasthet (N/mm²)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 15	15 – 50	50-120	120-250	> 250
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsittskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas etc.					

Figur 14 SINTEF. Tabell fra materialdata fra naturstein

Kvartsittkifer kommer best ut, litt bedre ut enn granitt. Kvartsittskifer ligger i intervallet høy - meget høy, mens granitt har større variasjon i spennet fra middels høy, via høy til så vidt innen meget høy. Gneis kommer noe bedre ut enn granitt og ligger i intervallet høy. Fyllitt-glimmerskifer ligger i spennet tilsvarende granitt, men litt høyere.

Bøyestrekfasthet

Bøyestrekfasthet (N/mm²)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 5	5 – 10	10-15	15-20	> 20
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsittskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas etc.					

Figur 15 SINTEF. Tabell fra materialdata fra naturstein

Her kommer skifer særdeles godt ut. Kvartsittskifer ligger i intervallet høy - meget høy, mens granitt ligger i intervallet middels - høy. Gneis kommer en god del bedre ut enn granitt og ligger for det meste i intervallet høy og så vidt innom meget høy. Fyllittskifer skårer aller høyest.

Porøsitet

Åpen porøsitet (%)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 0,5	0,5 - 2	2-5	5-20	> 20
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsittskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas etc.					

Figur 16 SINTEF. Tabell fra materialdata fra naturstein

For åpen porøsitet kommer kvartsitt-, fyllittskifer og granitt noenlunde likt ut i intervallet meget lav til lav, mens gneisforekomster kan være enda tettere enn skifer og granitt.

Vannabsorpsjon

Vannabsorpsjon (vekt%)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 0,1	0,1 – 0,5	0,5-1	1-10	> 10
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsittskifer					
Serpentinit					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas etc.					

Figur 17 SINTEF. Tabell fra materialdata fra naturstein

For vannabsorpsjon kommer granitt og gneis litt bedre ut enn kvartsittskifer, men alle i intervallet lav. Fyllittskifer har tilsvarende lav vannabsorpsjon som gneis og granitt.

Slitasjemotstand

Slitasjemotstand (tykkelsestap (mm) etter 2000 omdr.)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 1	1 – 2	2-5	5-7	> 7
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsittskifer					
Serpentinit					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas etc.					

Figur 18 SINTEF. Tabell fra materialdata fra naturstein

Kvartsittkifer kommer best ut, deretter granitt og så gneis, men alle de tre bergartene ligger i intervallet lav til middels. Fyllittskifer har betydelig dårligst slitasjemotstand.

Termisk utvidelseskoeffisient

Termisk utvidelseskoeffisient ($\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 5	5 – 10	10-15	15-20	> 20
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsittskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas etc.					

Figur 19 SINTEF. Tabell fra materialdata fra naturstein

Både kvartsitt- og fyllittskifer er mer påvirket av temperatur enn granitt og gneis. Fyllittskifer har størst utvidelseskoeffisient. Granitt ligger i intervallet meget lav – lav, mens gneis strekker seg i intervallet meget lav – lav – middels.

Av Sintefs tabeller for materialdata for naturstein leser en at det kan være til dels stor variasjon i egenskaper innenfor samme bergart alt etter forekomst.

Egenskap	Standard	Alta	Oppdal mørk	Oppdal lys	Oppdal Trollheimen	Offerdal	Otta
Petrografi		Kvartsitt	Kvartsitt	Kvartsitt	Kvartsitt	Kvartsitt	Fyllitt
Densitet kg/m ³	NS-EN 1936	2710	2720	2720	2700	2740	2810
Åpen porøsitet %	NS-EN 1936	-	0,5	0,6*	0,5	-	-
Vannabsorpsjon vekt%	NS-EN 13755	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
Trykkfasthet MPa	NS-EN 1926	246,6	202	185-230*	130	306	230,4
Bøystrekkfasthet MPa	NS-EN 12372	34,3	29,4	30,9	23,1	35,1	30,7
Slitasjemotstand mm	NS-EN 14157 (A)	-	18,5	20	19,3	18	25
Sklisikkerhet, natur	NS-EN 14231	-	SRV, tørr 84 SRV, våt 51	-	SRV, tørr 73 SRV, våt 38	SRV, tørr 58 SRV, våt 44	-
Sklisikkerhet, natur	DIN 51130	-	-	R13	-	R11	-

Figur 20 Tabell med sammenligning av de viktigste egenskapene for aktuelle skifer. Tall hentet fra datablad fra produsent. * Tall hentet fra Natursteinsdatabasen til Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), standard DIN 52102 og DIN 52105.

Sammenligner en de enkelte skiferforekomstene ser en at egenskapene er noenlunde like. Alta og Offerdal kommer best ut, men det er usikkert om Offerdal kan levere kvanta i stor tykkelse. Fyllittskiferen Otta har stor trykk- og bøystrekkfasthet, men kommer dårligst ut på slitasjemotstand. Oppdal Trollheimen er oppgitt med 130 MPa trykkfasthet, vesentlig lavere enn de andre skiferforekomstene. Denne skifertypen kommer også dårligst ut med hensyn til bøystrekkfasthet (23,1 MPa).

Egenskap	Standard	Iddefjord	Røyken	Støren	Bergan	Gneis Royal	Evjen	Førde
Petrografi		Granitt	Granitt	Dioritt	Larvikitt	Gneis	Granitt	Granittisk gneis
Densitet kg/m ³	DIN 52102	2640	2650	2724	2770	2620	2635*	2714
Åpen porøsitet %	DIN 52102	-	-	-	0,5	-	0,56*	0,8
Vannabsorpsjon vekt%	DIN 52103	0,28	0,36	0,34	0,09	0,17	0,2*	0,28
Trykkfasthet MPa	DIN 52105	216,5	147	230	166 - 227	157	207,2*	172 - 182
Bøyestrekfasthet MPa	DIN 52112	12,5	11,4	14,5	12 - 14,5	22	10,9*	10 - 21
Slitasjemotstand mm	ASTM C241-85	-	-	2,2	2,2	2,3	-	-

Figur 21 Tabell med sammenligning av kjente granitt og gneisforekomster. Tabell er oppstilt etter søk i Natursteinsdatabasen til Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). *Tall hentet fra datablad fra produsent.

Tilsvarende som for skiferforekomstene varierer egenskapene også for de ulike granitt- og gneisforekomstene. Granitt har stor trykkfasthet, men lav bøyestrekfasthet. Den lave bøyestrekfastheten for granitt må kompenseres med økt tykkelse på granittplater i forhold til skifer. Gneis har større bøyestrekfasthet enn granitt og kan reduseres noe i tykkelse.

Egenskap	Standard	Kinesisk grå Kuppam Grey Granite	Indisk grå	Portugisisk grå
Petrografi		Granitt	Granitt	Granitt
Densitet kg/m ³	DIN 52102	2620	2650	2724
Vannabsorpsjon vekt%	DIN 52103	0,37	0,22	0,2
Trykkfasthet MPa*	DIN 52105	169,2	217	218
Bøyestrekfasthet MPa*	DIN 52112	15,5	14,3	16

Figur 22 Tabell med materialdata hentet fra leverandør, Beer Sten AS.

For større leveranser av granittbelegg vil det være aktuelt å gjøre innkjøp utenfor landets grenser. Dette beror ikke bare på pris, men også på kapasitet. Det er da interessant å se om det er forskjell i vesentlige materialeegenskaper for granitt fra aktuelle land med stor steinindustri.

I tabellen over sammenlignes en generell grå granitt. Den kinesiske granitten kommer dårligere ut på vannabsorpsjon og trykkfasthet. Indisk og portugisisk granitt kommer noenlunde likt ut. Åpen porøsitet og vannabsorpsjon er vesentlige egenskaper med hensyn på frostbestandighet.

3.7. Oppbygning av dekker

Sintef behandler oppbygningen brukt på Torgallmenningen, og påpeker spesielt betydningen av så vel både valg og utførelse av overbygningen når en anlegger natursteinsdekker.

Trafikkfrekvens, oppbremsing, akselerasjon, vridning og/eller punktbelastning, stiller store krav til belegget. Selv med restriksjoner og fysiske begrensninger må det tas høyde for at tunge kjøretøy vil forekomme. Oppbygning av under- og overbygning må følge Vegnormal N200 Vegbygging som setter krav og føringer for løsninger og byggemetode for underbygging, og dimensjonering, materialvalg og utførelse av vegoverbygning.

Som hovedprinsipp er det to forskjellige løsninger for oppbygning av et natursteinsdekke:

- Dynamisk setting og fugging
- Bunden setting og fugging

Dynamisk løsning består av løsmasser. Steinen settes i komprimerte løsmasser på et bærelag av knust materiale og fuges med finere løsmasser.

Bunden løsning gir systemer som kan være gjennomgående tette eller permeable, eller en kombinasjon av tett/permeabel. Bærelaget er enten drensasfalt, eller et sementbasert permeabelt bærelag. I vårt klima er det nødvendig å ta hensyn til vanninntrengning og mulighet for frostskafer. En bunden komplett installasjon slipper tilnærmet ikke vann inn i konstruksjonen, men man bør likevel ta hensyn til at det kan oppstå riss eller vanninntrenging på annet vis. Vann som kommer inn i konstruksjonen må derfor ledes videre ut av belegget, f.eks. ved bruk av permeabelt sette- og bærelag.

Det er også utført løsninger der en kombinerer de to prinsippene med f.eks. støpt plate med drenering, settemasse av knust materiale (kornig) og fugging med permeabel sementbasert fugemasse eller finere løsmasser.

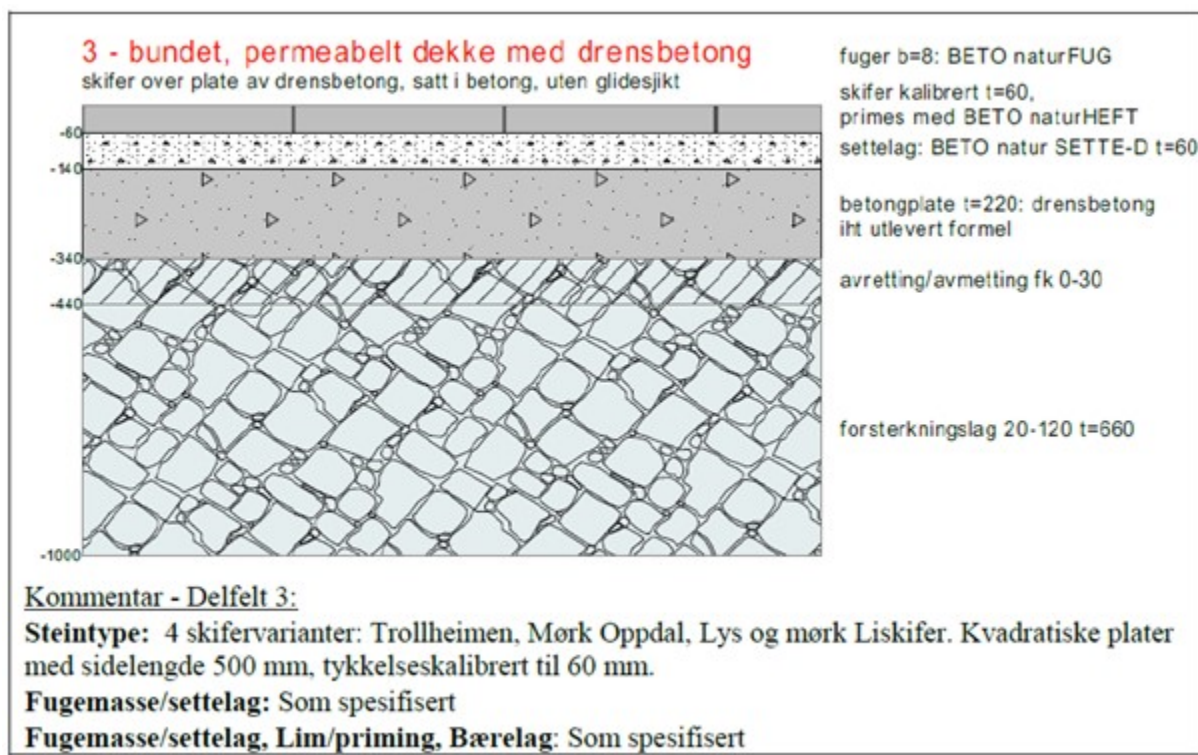
Uansett hvilket materiale og oppbygning som velges vil det være behov for drift og vedlikehold, spesielt grunnet den intense bruken av byrommet. Materialvalget og oppbygning vil påvirke graden av vedlikeholdsbehovet. En bunden løsning vil være mer tid- og ressurskrevende å reparere enn en dynamisk løsning.



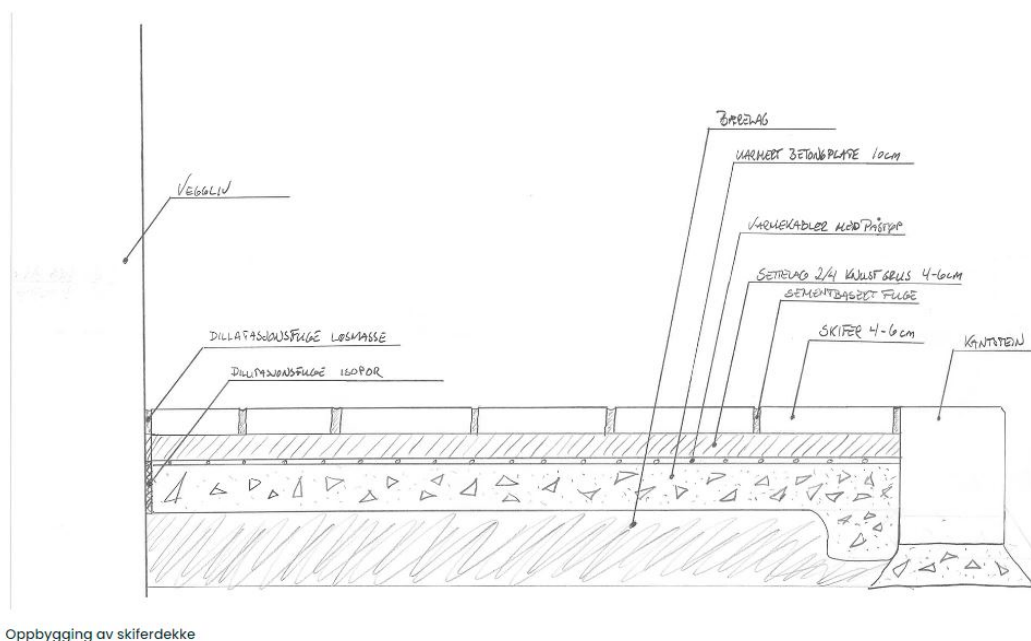
Figur 23 Dynamisk løsning. Illustrasjon Betomur AS, Beskrivelser av stein og betongdekker etter nye N200.



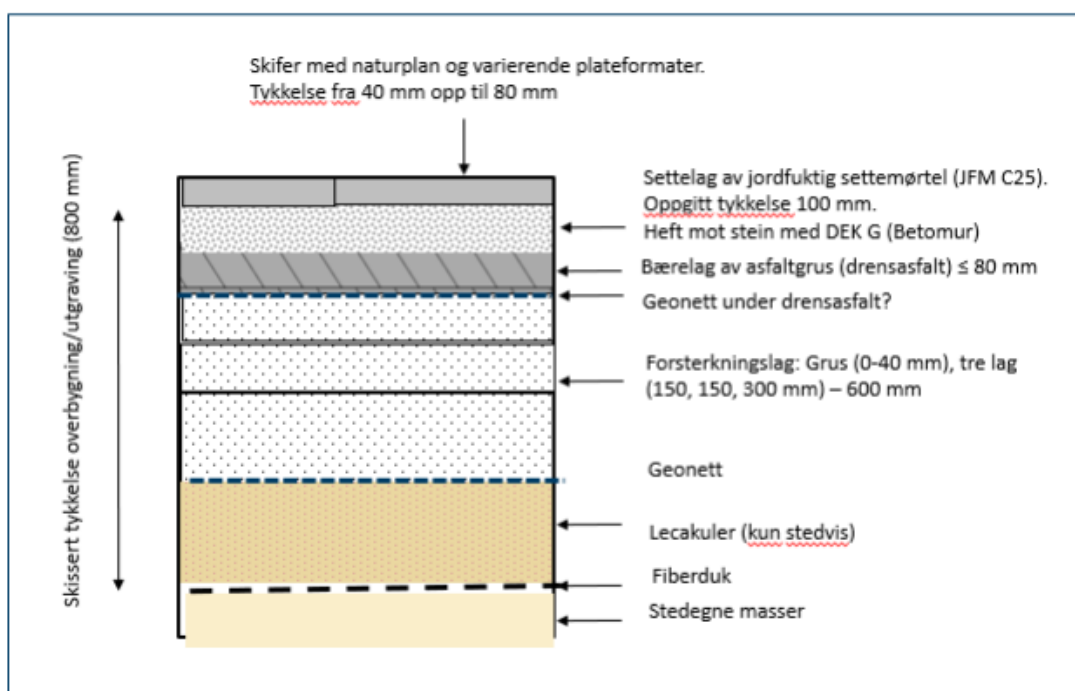
Figur 24 Bunden løsning. Illustrasjon Betomur AS, Beskrivelser av stein og betongdekker etter nye N200.



Figur 25 Valgt løsning for Torvet i Trondheim. Illustrasjon Agraff AS, Pilotprosjekt. Torvet i Trondheim. SINTEF rapport om Torvet i Trondheim.



Figur 26: **Fortau** i Olav Kyrres gate Bergen, eksempel på en kombinasjon. Støpt betongplate, settelag av knust grus (korning) og sementbasert fuge. Den støpte platen er gjennomboret for drenering. Illustrasjon Boasson AS, Anleggsgartnerens råd. Skiferdekker i offentlige byrom, fortau og private plasser.



Figur 2.4 Tolket oppbygging av Torgallmenningen fra 1998 (prinsippskisse). Settelag beskrevet som 100mm jordfuktig. Geonett beskrevet som "Tensar CR2 eller tilsvarende". Figur: SINTEF.

Figur 27 Oppbygging Torgallmenningen. Illustrasjon SINTEF, Rapport Torgallmenningen i Bergen – Langsiktig gateopprustning.

3.8. Kombinasjon av dekker og materialitet

Nytt dekke i vareleveringssonen må være kjøresterkt og dimensjonert for tunge biler. Særlig må nytt dekke kunne håndtere svingebevegelser, da det er spesielt i disse områdene skiferdekket har sviktet (SINTEF, 2023, s. 16-17).

Ved kombinasjon av ulike materialer i dekker, må materialene være av noenlunde ens tykkelse for å ha kontroll på bære- og settelaget. Kjøresterkt dekke i vareleveringssonen på Torgallmenningen kan løses med granittplater med tykkelse min 15 cm, men med alle svingebevegelsene anbefales 18 cm tykkelse. En kombinasjon med for eksempel skifer vil da ikke være aktuelt. Granittplater og brostein kan derimot kombineres, men da bør brosteintykkelsen følge granittplatetykkelsen.

Kjøresterkt granittdekke med granittplater kan utføres som dynamisk løsning, eventuelt med støpt drenerende plate der grunnforhold er usikkert som i overgangen Markeveien/Starvhusgaten.

Skal trafikkbelastningen på midtfeltet opprettholdes som i dag, må skiferdekket erstattes med f.eks. kjøresterke granittplater. Kjøresterkt granittdekke på midtfeltet kan utføres med dynamisk løsning.

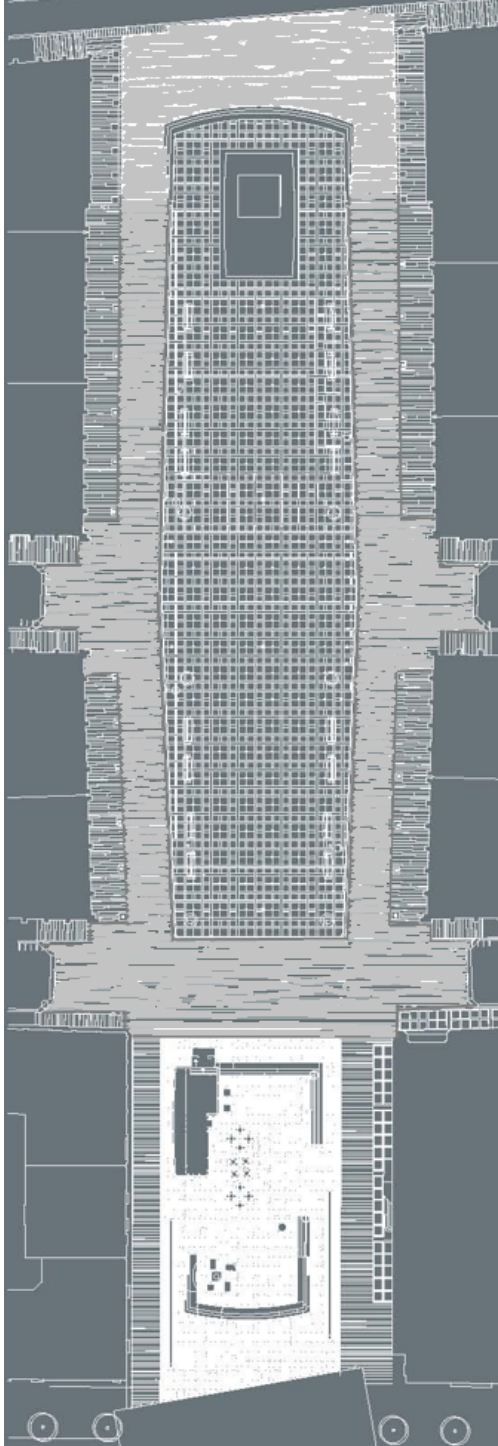
Legges det restriksjoner på rigging av de største arrangementene, med håndtering av tung løftekran og semitrailer utenfor midtfeltet, kan midtfeltet renoveres med skiferdekke utført som bunden løsning etter modell fra Torvet i Trondheim. Dette anlegget er fortsatt ungt da det stod ferdig i 2020 (Agraff, u.å.). Her har man også begynt å se noen brekkasjer allerede (Bergen kommune, 2023). Ved bruk av skifer må underbygning vurderes og eventuelt testes før realisering.

I arkadefeltene bør skiferbelegget renoveres og utføres som bunden løsning, eventuelt som kombinasjon etter modell Olav Kyrres gate.

Det kan også tenkes et brosteinsdekke i kjøresonen, men et brosteinsdekke som skal tåle dagens trafikkbelastning bør utføres som et klassisk brosteinsdekke i ordets rette betydning – et dekke som spennes i bro. Imidlertid må ensidig fall fra fasader til vannrenne opprettholdes. Da blir det vanskelig å anlegge et brosteinsdekke som ikke får setninger med dagens trafikkbelastning.

Asfaltdekke kan også tenkes i vareleveringssonen, men dette vil være i strid med føring gitt om kvalitet:

Det skal brukes materialer i dekket på Torgallmenningen som er av høy kvalitet, tåler byens bruk og har varige kvaliteter.



Figur 28 Skisse Torgallmenningen. Nytt kjøresterkt granittdekke må etableres i vareleverings-/kjøresonen. Skiferdekke kan videreføres i arkadene og midtfeltet.

4. Kilder

Planer

- Kommuneplanens arealdel 2018-2030 (plan ID 65270000)
- Bergenhus. KDP sentrum (plan ID 15780000)

Rapporter, veiledere og notat

- Norsk bergindustri, veileder: *'Steinhåndboka, naturstein utemiljø'*
- Byggforskserien: 571.105 Naturstein. Egenskaper, produkter og bruksområder.
- Rapport, SINTEF, *'Torgallmenningen i Bergen - Langsiktig gateopprustning'*, rapportnr 2023:00695
- Rapport, SINTEF, *'Torvet i Trondheim - Testfelt Natursteinsdekke Nyhavna'*, rapportnr SBF2017 A0168
- Notat, *'Drift og vedlikehold av Torgallmenningen'*, Bymiljøetaten

Nettsider

- Store norske leksikon - www.snl.no
- Minera skifer - www.mineraskifer.no
- Wikipedia - www.wikipedia.org
- Agraff, (u.å.), *Torvet i Trondheim*
[Torvet i Trondheim - agraff arkitektur](#)
- Bergen kommune, (2023), *Møtereferat - 4821 Torgallmenningen - Fagmøter eksterne - Erfaringsutveksling natursteinsdekke Boasson og Wikholm - 2023.11.03*
- Jansen, (2004) *Steinbrudd i Hordaland*
[Steinbrudd i Hordaland | Grind - Ei reise gjennom natur og kultur i Vestland](#)
- Heldal, Tom og Jansen, Øystein, (2002) *Steinbyen Bergen*
- Heldal, Tom (u.å.) *Norsk skifer - kvalitet med tradisjoner* [skifer.qxd \(ngu.no\)](#)

