



## **BEVEGELSE**

### **Kunnskapsoversikt**

#### **Drift og vedlikehold for gående og syklende**

Måling av dekkekvalitet/tilstand på g/s-veger  
Kjennetegn på god g/s-veg i et driftsperspektiv  
Kostnadseffektiv drift vha ny teknologi

<b>Oppdragsrapport</b>	
<b>BEVEGELSE</b>	
<b>Kunnskapsoversikt</b>	
<b>Drift og vedlikehold for gående og syklende</b>	
Måling av dekkekvalitet/tilstand på g/s-veger	
Kjennetegn på god g/s-veg i et driftsperspektiv	
Kostnadseffektiv drift vha ny teknologi	
Oppdragsgiver	Statens vegvesen Vegdirektoratet
Oppdragsgivers referanse	Navn Bård Nonstad <a href="mailto:bard.nonstad@vegvesen.no">bard.nonstad@vegvesen.no</a>  Statens vegvesen Vegdirektoratet Abelsgate 5 7033 Trondheim  Telefon: 02030
Rapport-type	Oppdragsrapport
Prosjektnr./navn	VN PT – 20776
Rapportdato	2017-12-01
Oppdragsansvarlig	Tor Erik Saltnes <a href="mailto:tes@vianova.no">tes@vianova.no</a>
Utarbeidet av	Tor Erik Saltnes Ragnar Evensen Marte Granden Åsmund Holen Johnny M Johansen
Oppdragsgruppe	Marte Granden Ragnar Evensen Åsmund Holen Johnny M Johansen Lars Ivar Sandboe
Rapportens formål	Denne rapporten gir en kunnskapsoversikt knyttet til drift og vedlikehold for gående og syklende rundt temaene <ul style="list-style-type: none"> <li>· måling av dekkekvalitet</li> <li>· kjennetegn på en god gang- og sykkelveg i et driftsperspektiv</li> <li>· hvilke muligheter ny teknologi kan gi for kostnadseffektivisering av drift og vedlikehold</li> </ul>
<b>ViaNova Plan og Trafikk AS</b> Leif Tronstads plass 4 Postboks 434, 1302 SANDVIKA E-post: vnpt@vianova.no Tlf: 67 81 70 00 ☎ Fax: 67 81 70 01	

## Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>5</b>
<b>Innledning .....</b>	<b>17</b>
<b>Kort beskrivelse av de ulike delene av prosjektet.....</b>	<b>18</b>
<b>Del 1: Måling av dekkekvalitet/standard på g/s-veger .....</b>	<b>19</b>
1 Generelt .....	20
2 Trafikantenes bedømming av feil på g/s-veger .....	20
3 Visuelle inspeksjoner av overordnet dekketilstand .....	22
3.1 Generelt .....	22
3.2 Eksempler på bruk i Norge .....	22
3.3 Eksempler på bruk i andre land.....	23
3.4 Erfaringer og diskusjon .....	24
4 Skaderegistrering .....	25
4.1 Generelt .....	25
4.2 Norske krav.....	25
4.3 Eksempler på krav i andre land.....	26
4.4 Metoder som brukes i dag til måling/vurdering av tilstand .....	26
4.5 Mulige metoder til objektiv måling.....	28
4.6 Erfaringer og diskusjon .....	28
5 Måling av jevnhet og nivåforskjeller.....	28
5.1 Generelt .....	28
5.2 Norske krav.....	28
5.3 Eksempler på krav i andre land.....	29
5.4 Metoder som brukes i dag til måling/vurdering av tilstand .....	30
5.4.1 Generelt.....	30
5.4.2 Håndholdt utstyr .....	30
5.4.3 Aksellerometer .....	31
5.4.4 Lengdeprofilmåler .....	32
5.5 Erfaringer og diskusjon .....	34
6 Måling av friksjon .....	34
6.1 Generelt .....	34
6.2 Norske krav.....	34
6.3 Eksempel på krav i andre land.....	35
6.4 Målemetoder som brukes i dag .....	35
6.5 Målemetoder under utvikling/som kan tilpasses g/s-veg.....	35
6.6 Erfaring og diskusjon .....	36
7 Oppsummering workshop Teknologidagene 2017.....	37
8 Forslag til videre arbeid.....	37
Referanser .....	40
Vedlegg Registreringsskjema dekketilstand.....	42
<b>Del 2: Kjennetegn på en god g/s-veg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv.....</b>	<b>47</b>
1 Generelt .....	48
2 Kriterier for vurdering av gang- og sykkelveg .....	49
3 Krav til gang- og sykkelveger .....	50
3.1 Generelt .....	50
3.2 Krav til utforming for ulike typer gang- og sykkelveg.....	50
3.2.1 Innledning.....	50
3.2.2 Gang- og sykkelveg .....	51
3.2.3 Sykkelveg.....	54
3.2.4 Sykkelveg med fortau .....	55
3.2.5 Sykkelfelt.....	57

3.2.6	Gangveg.....	59
3.2.7	Fortau.....	60
3.2.8	Bussholdeplass .....	62
3.2.9	Krav til snøopplag eller driftsareal .....	62
3.3	Krav til drift og vedlikehold av gang- og sykkelveg.....	66
3.3.1	Innledning.....	66
3.3.2	Vinterdrift.....	66
3.3.3	Øvrig drift og vedlikehold.....	68
3.4	Krav til utforming av vegutstyr på gang- og sykkelveg .....	72
3.5	Krav til d/v av vegutstyr på gang- og sykkelveg.....	74
3.6	Krav til dimensjonering av gang- og sykkelveger i Norden .....	75
3.6.1	Innledning.....	75
3.6.2	Norge: Gjeldende N200 Vegbygging .....	76
3.6.3	Norge: Forslag til revidert N200 Vegbygging.....	78
3.6.4	Finland.....	79
3.6.5	Island .....	80
3.6.6	Danmark .....	81
3.6.7	Sverige.....	84
3.6.8	Sverige: Eksempler fra kommuner .....	85
4	<i>Erfaringer med drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger.....</i>	<i>86</i>
4.1	Innledning .....	86
4.2	Generelle erfaringer – premisser for drift og vedlikehold .....	87
4.3	Erfaringer alle typer gang- og sykkelveg.....	91
4.4	Erfaringer spesielle typer gang- og sykkelveg .....	100
5	<i>Utforming av gang- og sykkelveg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv.....</i>	<i>107</i>
5.1	Kjennetegn på en god gang- og sykkelveg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv ..	107
5.2	Sentrale utformingskrav til gang- og sykkelveger i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv .....	108
5.3	Hvordan oppnå en god gang- og sykkelveg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv	113
6	<i>Forslag til videre arbeid.....</i>	<i>115</i>
	<i>Referanser .....</i>	<i>116</i>
	<i>Vedlegg .....</i>	<i>118</i>
	<b>Del 3: Kostnadseffektiv drift ved hjelp av ny teknologi .....</b>	<b>119</b>
1	<i>Hva er «ny teknologi» og hva er «kostnadseffektiv drift»?</i> .....	<i>120</i>
2	<i>Informasjonsøk.....</i>	<i>123</i>
3	<i>Nye teknologier .....</i>	<i>124</i>
3.1	Generelt	124
3.2	Selvstyrende (autonome) driftskjøretøy .....	124
3.3	«Smarte» gang- og sykkelveger .....	128
3.4	Overvåking av tilstand på gang- og sykkelveg .....	129
3.5	Behovsvurdering, planlegging og styring.....	130
3.6	Bygging av g/s-veger eller tilhørende objekter .....	131
3.6.1	Innledning .....	131
3.6.2	Metoder for smelting av snø istedenfor brøyting.....	131
3.6.3	Polyuretan-belegg over asfaltdekket.....	133
3.6.4	Selvlýsende asfalt.....	134
3.6.5	Ferdige elementer med vegoverbygning av plastmateriale .....	135
3.7	Gjennomføring av drift og vedlikehold .....	136
4	<i>Forslag til videre arbeid.....</i>	<i>136</i>
	<i>Referanser .....</i>	<i>136</i>
	<i>Vedlegg .....</i>	<i>137</i>

## Sammendrag

### Måling av dekkekvalitet/tilstand på g/s-veger

Hensikten med denne deloppgaven er å finne ut hvordan en kan måle dekketilstand på gang- og sykkelveger (g/s-veger) om sommeren.

Som grunnlag for denne vurderingen inngår en kartlegging av hvilke krav som stilles til dekketilstand, innsamling av erfaringer med tidligere utførte registreringer i Norge samt et internasjonalt søk for å kartlegge metoder og utstyr som benyttes andre steder.

Oppgaven er begrenset til å gjelde dekketyperne asfalt, belegningsstein, betongheller, gatestein og plater av naturstein. G/s-veger med grusdekke inngår derfor ikke.

Dekketilstand brukes som et begrep som beskriver den konkrete tilstanden dekket er i til enhver tid (mht. spor, jevnhet, skader, tverrfall m.m.). Dekkestandard benyttes som begrep for det eller de krav som stilles til dekketilstanden, ofte gitt som den dekketilstanden som skal utløse et vedlikeholdstiltak.

På basis av gjennomgang av norsk og internasjonal praksis for måling av dekketilstand på g/s-veger samt overordnede vurderinger av hvilke dekkeforhold som gående og syklende angir som viktige, er det valgt å fokusere på følgende aktiviteter for registrering av tilstand:

- Visuelle inspeksjoner av overordnet dekketilstand
- Skaderegistrering
- Måling av jevnhet og nivåforskjeller
- Måling av friksjon

**Visuell inspeksjon av overordnet dekketilstand** er benyttet som metode i flere land. Vurderingen av dekketilstand gjøres i henhold til fastlagte karakterskalaer 1-3, 1-5 e.l. Bedømmelseskriteriene kan være behov for dekkefornyelse eller restlevetid for vegdekket, skadeomfang på vegdekket, eller rent subjektive oppfatninger av tilstanden og behovet for vedlikeholdstiltak. De visuelle inspeksjonene kan suppleres med fotografering av g/s-vegen.

Overordnede visuelle inspeksjoner gir mulighet for, med relativt begrensede midler, å få oversikt over en stor mengde g/s-veger. Dette kan være et godt hjelpemiddel for å konkretisere og tallfeste kortsiktig vedlikeholdsbehov og lage overslag for fremtidige budsjettbehov. Metoden er preget av at subjektiv oppfatning hos inspektør blir styrende. Gode beskrivelser og flere bildeeksempler for de ulike tilstandskategoriene vil bidra til mer enhetlig nivå på gjennomførte inspeksjoner fra ulike personer. Men det er ønskelig med mer objektive målemetoder og –kriterier for dekketilstand på g/s-vegene.

En spesiell form for visuell inspeksjon er de tverrfaglige inspeksjonene av sykkelruter eller sykkelveganalyser som har et bredere fokus enn bare dekketilstand. I disse inspeksjonene inngår trafiksikkerhet som en hovedprioritet.

De overordnede visuelle inspeksjonene som beskrevet tidligere kan suppleres med **skaderegistrering** av enkelte skadetyper. Også rene skaderegistreringer gjennomføres. Typiske skader som registreres er ujevnhet på tvers/spordybde, sprekker, krakelering,

tverrfall, hull, høydeforskjell mellom skulder og asfaltdekke og vegetasjon. Ujevnheter på langs og friksjon er så viktige at de behandles som egne tilstandsparametere.

For faste dekker på g/s-veger har Norge helt konkrete krav i vedlikeholdsstandarden for et tosfret antall forskjellige tilstandsparametere. Overskridelse av hvert enkelt krav kan i prinsippet utløse et vedlikeholdstiltak. Så konkrete formulerte krav synes ikke å være like vanlig i mange andre land. Her har man konkrete krav begrenset til noen få, helt sentrale tilstandsparametere. For flere andre parametere er det ikke satt konkrete krav, men de inngår som en del av en total tilstandsvurdering av dekket.

Skaderegistrering foregår i de fleste tilfeller basert på en skadekatalog som angir type skade med kategorier for skadens utbredelse og alvorlighetsgrad. Visuell inspeksjon kan moderniseres ved å benytte en målebil med målehjul, GPS, kamera og pc med inspeksjonsprogram. I tillegg er det under utvikling og implementering måleutstyr for automatisk registrering og tolking av skadetype og omfang. Inspeksjonsfrekvens er normalt årlig eller hvert 3. – 5. år.

En fullstendig skaderegistrering kan være tidskrevende, men kan også gi mye informasjon. Når det skal nedlegges såpass mye arbeid bør det på forhånd være definert et tydelig registreringsopplegg slik at resultatene i størst mulig grad er objektive.

De retningslinjer og krav som gjelder for **jevnheter** på g/s-veger er mange steder basert på litt justerte versjoner av tilsvarende krav for bilveger. Sammenhengen med brukernes behov er i mindre grad lagt til grunn. I flere land er det nedlagt et betydelig arbeid for å utvikle parametre og objektive målemetoder som samsvarer med syklistenes opplevelse av komfort.

Målemetodene for jevnhet er i utgangspunktet manuelle, basert på direkte måling av nivåsprang eller måling av avvik fra rettholt med spesifiserte lengder. Det er også utviklet utstyr for automatisert måling av jevnhet, basert på håndholdt utstyr som simulerer rettholtmålinger, akselerometre montert på sykkel eller bil (kalibrert mot syklistenes oppfatning av komfort) eller måling av vegens lengdeprofil.

Uttesting og tilpassing av utstyr/modell for bruk i Norge bør være aktuelt, hvilke kvaliteter og muligheter dette skal ha bør utredes videre. Målet bør være å komme frem til en standardisert målemetode basert på kartlagte standardkrav til jevnhet på g/s-veg (måleparametere og kriterier/krav).

**Friksjonen** påvirker rullemotstanden for syklist, men er først og fremst viktig av sikkerhetsmessige forhold både for syklende og gående. Sommerfriksjon på asfaltdekker er sjeldent et problem, men ved bruk av andre materialer som betongheller, natursteinsplater, gatestein eller belegningsstein kan friksjonsproblemer være opptredende. Det har blitt stadig mer populært å bruke farge på dekket for å markere g/s-veger, dette er også et forhold som kan føre med seg økte friksjonsproblemer.

Måling av friksjon skjer med friksjonspendel, som måler i et punkt, og med håndholdte eller bilmonteerte friksjonsmålere for kontinuerlig måling langs vegen. Måleutstyrene er basert på ulike «standarder» for måling (målehastighet, vannmengde, databehandling). Måling på g/s-veg må gjøres i lav hastighet, dette gjør en del vanlig måleutstyr uegnet.

Et alternativ til å måle friksjon på g/s-vegdekker kan være å måle tekstur. Flere målebiler har lasersystemer for dette allerede i dag. Måling av tekstur gir ikke det samme som friksjon, men kan gi et bilde av sannsynlig friksjonsnivå. Ettersom friksjon endres som funksjon av hastighet kan måling av tekstur være et godt alternativ på g/s-veger der måling i høy hastighet er lite egnet.

**I videre arbeid** bør en ha en gjennomgang av hvilke tilstandsparametere som skal være gjeldende for g/s-veger. Dette bør omfatte både funksjonsegenskaper slik de oppleves av gående og syklende, og vegholders behov, dvs. vedlikeholdsbehov. En drøfting om det bør finnes tilhørende standardisert utstyr og metoder som gjør det mulige å effektivt følge opp disse parameterne, er viktig.

### **Kjennetegn på god g/s-veg i et driftsperspektiv**

Arbeidet i denne oppgaven går ut på å finne fram til kjennetegn som karakteriserer en «god gang- og sykkelveg» sett fra et drifts- og vedlikeholdsperspektiv. Det innebærer at hva som er best for brukeren (brukerperspektivet) i utgangspunktet ikke skal vektlegges, men det er fornuftig å ha de gående og syklende sine ønsker og behov som et bakteppe for vurderinger av drift og vedlikehold.

Krav til utforming, drift og vedlikehold samt vegoverbygning/dimensjonering av gang- og sykkelveger er kartlagt for en del aktuelle land (hovedsakelig fra Norge, Sverige, Danmark, Finland, Nederland, USA) og fra noen kommuner i Norge/Norden gjennom litteratursøk.

Innsamlet informasjon omfatter følgende:

- Krav til utforming av arealer for gående og syklende
- Krav til drift og vedlikehold av gs-veg
- Krav til utforming av objekter på gs-veg
- Krav til drift og vedlikehold av objekter på gs-veg
- Krav til dimensjonering av g/s-veg

Informasjonen er dokumentert med sammenstillinger i rapporten samt i spesielle vedlegg hvor de konkrete krav er direkte gjengitt med kilde.

For **utforming av de ulike typene g/s-veg** er følgende parametre undersøkt:

- Bredder g/s-veg
- Bredder skulder
- Tverrfall
- Stigning
- Kurvatur
- Frihøyde
- Bredder trafikkdel
- Kantsteinvis
- Spesielle vegdekker, belegg, farge
- Snøopplag

Det er gjennomført et litteratursøk for å kartlegge hvilke krav som stilles til drift og vedlikehold av g/s-veger i de aktuelle landene og kommunene som inngår i undersøkelsen.

I de fleste **krav og retningslinjer for drift og vedlikehold** er det bygget inn noen generelle krav som gjelder både for kjørevei og g/s-veg. Dette kan gjelde forhold som f.eks inspeksjon, sikt, tiltakstider mm. Det er i liten grad funnet spesifikke krav til drift og vedlikehold differensiert for de ulike typene g/s-veg.

For drift og vedlikehold er følgende områder undersøkt:

- Vinterdrift
- Øvrig drift og vedlikehold – særlig fokus på vegdekke, renhold og vegetasjon

I tillegg til de ordinære vegholderne (stat, fylkeskommune, kommune) er også huseiers og grunneiers forpliktelser kartlagt.

Det er videre gjort innsamling av **krav til utforming av vegutstyr** knyttet til g/s-veger. Følgende vegutstyr er behandlet:

- Belysning
- Rekkverk
- Skilt
- Signalanlegg
- Kantstein
- Gjerde
- Mur
- Indikator
- Leskur
- Drenering/overvann

Det er også gjennomført en undersøkelse av hvilke krav som stilles til **dimensjonering av vegoverbygning** på g/s-veger i Norden. Dimensjonering av veger inkludert g/s-veger i de nordiske land er basert på ulike forutsetninger, prinsipper og metoder. Det er derfor vanskelig å lage en ensartet sammenstilling av den innsamlede informasjonen.

Innsamlingen av **erfaringer fra drift og vedlikehold av g/s-veger** er gjort på to måter, en del med generelle erfaringer og en del med spesifikke erfaringer knyttet til objekter på de ulike typene g/s-veg.

De generelle erfaringene omfatter forhold knyttet til følgende:

- Standard for drift og vedlikehold
- Lokalkunnskap om g/s-veg
- Drift og vedlikehold må gjennomføres med riktig utstyr og metoder
- Drift og vedlikehold må gjennomføres til riktig tid
- Samordning og koordinering mellom ulike vegholdere
- Dimensjonering av g/s-veganlegg – dimensjonerende kjøretøy
- Valg og prioritering av løsninger i planfasen



De spesielle erfaringene knyttet til objekter på ulike typer g/s-veg er beskrevet med relevante problemer og tilknyttede konsekvenser, samt bilder for å illustrere forholdet, som vist i eksempelet nedenfor.

<b>Avstand til kjøreveg</b> – utkast av snø	Tilstrekkelig avstand til kjøreveg, for å unngå at snø kastes fra kjøreveg inn på g/s-veg  Redusere brøytehastighet for å redusere utkast Alternativt må snø håndteres flere ganger (kjørebane og g/s-veg)
---	---



Med utgangspunkt i det grunnlaget som er kartlagt for hvordan g/s-veger bygges samt hvilke erfaringer man har med drift og og vedlikehold av dem, så kan det utvikles et sett med **kjennetegn på hva som er en god g/s-veg i et driftsperspektiv** som vist nedenfor.

G/s-veg som er planlagt og bygget med drift og vedlikehold som premissgiver for valg av utforming:

- Strategi for drift og vedlikehold er avklart og lagt til grunn for utforming.
- Driftsopplegg for hovedaktivitetene er avklart og lagt til grunn for utforming (vinterdrift inkl plan for lokal håndtering av snø/snøopplag, renhold, dekkevedlikehold, grøntskjøtsel).
- Drift og vedlikehold kan gjennomføres effektivt og med minst mulig stengning eller redusert fremkommelighet for trafikantene.
- Hensynet til SHA og trafikksikkerhet under utførelsen av drift og vedlikehold er ivaretatt.

G/s-veg som har en vegoverbygning er riktig dimensjonert og som tåler belastning fra driftskjøretøy og andre tyngre kjøretøy (renovasjonskjøretøyer, nødetater o.l) som kan komme til å bruke den. Tilsvarende gjelder for bruer.

G/s-veg som har et vegdekke som er robust med hensyn til levetid (oppretholder funksjon/tilstand over tid), er drifts- og vedlikeholdsvennlig og har en kvalitet/overflate som gjør det mulig å utføre øvrig drift og vedlikehold effektivt og til riktig resultat.

G/s-veg inkludert bruer og underganger som har bredder, frihøyder og geometri som tillater bruk av standardiserte driftskjøretøyer og utstyr med minimale konflikter med trafikanter under utførelse av drift og vedlikehold.

G/s-veg som har kapasitet i drens- og overvannshåndtering og er robust i forhold til å takle store, unormale nedbørmengder slik at fremkommeligheten opprettholdes og at g/s-veg og dens sidearealer ikke ødelegges av vann og erosjon.

G/s-veg som har utforming, plassering og mengde av vegutstyr, møbler og vegetasjon som ikke er til hinder for gjennomføring av drift og vedlikehold, utsettes for skade pga gjennomføring av drift og vedlikehold eller som medfører et omfang av drift og vedlikehold som det ikke er budsjettmessig dekning for.

G/s-veg som har kryssløsninger som ivaretar hensynet til gjennomføring av drift og vedlikehold (plass til snø, nivåforskjeller, tilgjengelighet for driftskjøretøyer, siktforhold, mm).

G/s-vegnett som har ruter med enhetlig vegstandard (uten standardsprang) slik at drift og vedlikehold kan gjennomføres effektivt med standardiserte metoder, driftskjøretøyer og utstyr og med minimal forstyrrelse for trafikantene.

G/s-veg som driftes og vedlikeholdes til rett tid og med riktig metode slik at funksjoner og tilstand opprettholdes i henhold til fastlagt standard for drift og vedlikehold

I tillegg til typiske kjennetegn på gode g/s-veger som er beskrevet over, kan også de viktigste og mest sentrale **utformingskravene for ulike typer g/s-veger** beskrives. Dette omfatter følgende parametere:

- Dimensjonering av vegoverbygning
- Bredde
- Tverrfall
- Frihøyde
- Geometri – vertikalkurvatur og horisontalkurvatur
- Vegutstyr, møblering og vegetasjon (naturlik og parklik)
- Drenering og overvann
- Vegdekketype
- Snøopplag

Det må arbeides på flere nivåer og i ulike faser for å legge til rette for å **utvikle g/s-veger som er gode i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv**. Dette omfatter innarbeiding av hensynet til drift og vedlikehold i normaler og retningslinjer for utforming av g/s-veg, sikre at drift og vedlikehold er en sentral premissgiver i planprosesser samt sørge for god gjennomføring av drift og vedlikehold i driftsfasen som beskrevet nedenfor.

- Drift og vedlikehold i normaler og retningslinjer for utforming av g/s-veg  
Hensynet til drift og vedlikehold må innarbeides som krav i normaler og retningslinjer som legges til grunn for planlegging/prosjektering og dermed utforming av g/s-arealer samt i relevante veiledninger.

Mulige tema som kan innarbeides er:

- Prosjekteringsforutsetninger med hensyn til drift og vedlikehold for ulike typer g/s-veg, eksempelvis
  - o Dimensjonerende (drifts)kjøretøy
  - o Bredder, frihøyde, kurvatur ift dimensjonerende (drifts)kjøretøy
  - o Tverrfall – også ift håndtering vannavrenning (overvann og smeltevann)
  - o Differensiert vegstandard for g/s-veg sommer og vinter
  - o Driftsopplegg sommerdrift og vinterdrift
    - § Spesielt fokus på håndtering av snø/snøopplag/snødeponi
- Normerte løsninger hvor hensynet til drift og vedlikehold er ivaretatt/innarbeidet gjennom krav til bredde, frihøyde, kurvatur, tverrfall, snø, mm
- Drift og vedlikehold i plan- og byggeprosess
 

Det er behov for å vri fokus i planprosesser slik at hensynet til bruken av anlegget inkludert drift og vedlikehold i anleggets levetid blir en sentral premiss for utforming og bygging av g/s-vegen. Det er også behov for å endre fokus fra dagens praksis med å planlegge for en «sommersituasjon» til å få inn helårsperspektivet med å planlegge også for en «vintersituasjon».

Sentrale grep i planprosessen er:

- Fagområdet drift og vedlikehold må inkluderes i prosjektbestilling samt etterspørres i kravspesifikasjon for rådgivningsoppdrag.
- Personell med kompetanse og ansvar for drift og vedlikehold må inkluderes i planprosessen som premissgiver, løsningsutvikler, beslutningstaker og med kontrollfunksjon (revisjon)
- Strategi for drift og vedlikehold av g/s-vegarealer er avklart og lagt til grunn for valg av løsninger.
- Driftsopplegg for gjennomføring av drift og vedlikehold på g/s-vegarealer er avklart (metoder, utstyr, driftskjøretøy, frekvenser mm) og lagt til grunn for valg av løsninger, både for endelig situasjon (ferdig g/s-areal), men også i de ulike fasene i anleggsgjennomføringen.
- Gjennomføre drifts- og vedlikeholdsrevisjon på nesten ferdig plangrunnlag fra fase, for å fastlegge om premissene for drift og vedlikehold er ivaretatt i de prosjekterte løsningene.

På ferdig bygget anlegg må det gjennomføres drifts- og vedlikeholdsinspeksjon for å fastlegge om premissene for drift og vedlikehold er ivaretatt for den ferdige g/s-veg samt legge grunnlag for evaluering av måloppnåelse for g/s-vegen.

- Driftsfase
 

Det må utarbeides et driftsopplegg basert på fastlagt standard for drift og vedlikehold (og tilgjengelig budsjett) som innebærer gjennomføring til riktig tid og med riktig metode.

Driftspersonell må ha god lokalkunnskap, dvs kunnskap om g/s-vegnett, trafikk, vær, mm, slik at gjennomføring av drift og vedlikehold kan gjøres mest mulig målrettet og effektivt.

Driftspersonell må ha relevant kompetanse om drift og vedlikehold av g/s-veger og disponere egnede maskiner og utstyr.

Ved utførelse av drift og vedlikehold i entrepriser, må kontraktene utformes slik at riktig metode, driftskjøretøy og utstyr blir benyttet, samt at utførende driftspersonell har riktig kompetanse.

Utførelsen av drift og vedlikehold må koordineres mellom ulike g/s-vegtyper, ulike kontraktsoner samt ulike vegholdere (offentlige og private med ansvar for drift og vedlikehold) slik at g/s-veggrutter til enhver tid fremstår som sammenhengende og ensartede ruter.

I arbeidet med kunnskapsundersøkelsen er det kartlagt noen områder hvor det **mangler kunnskap med hensyn til drift og vedlikehold av g/s-veger**. Slike områder er oppsummert nedenfor.

- Normaler og retningslinjer for utforming av g/s-veg  
Krav knyttet til drift og vedlikehold av g/s-veger er ikke innarbeidet i tilstrekkelig grad i normaler og retningslinjer (gjelder i realiteten alle veger og gater)
- Utforming av g/s-veger  
Kontinuerlig utvikling og utprøving av alternative og nye utforminger av g/s-veg samt utprøving og implementering via pilotforsøk.
- Standard for drift og vedlikehold  
Felles (nasjonal) standard for offentlig veg for alle vegholdere samt private med ansvar for g/s-arealer (viktig også mht. endringer i vegsektoren og regionreformen)
- Tilstandsregistrering for g/s-veg  
Standardiserte metoder for tilstandsregistrering, både mht helhetlig funksjon/tilstand for g/s-vegen og for enkeltobjekter (vegdekke – spesielt jevnhet/friksjon/vintertilstand, drenering/overvannssystem, vegutstyr)
- Planlegging/prioritering av drift og vedlikehold på g/s-veg  
Standardiserte eller anbefalte opplegg/systemer for drifts/vedlikeholdsstyring, basert på registrert tilstand og funksjon, prioritering ved avvik mellom behov og budsjett, mm
- Planlegging og prosjektering av g/s-veg  
Prosessbeskrivelse for planprosess som sikrer ivaretagelse av fremtidig drift og vedlikehold gjennom premisser for planlegging fra trafikkavvikling/oppetid og drift/vedlikehold, opplegg for drift- og vedlikeholdsrevisjon av planer, opplegg for drifts- og vedlikeholdsinspeksjon av ferdig g/s-veganlegg.

- Kostnader for drift og vedlikehold av g/s-veg  
Kostnadsdata/kostnadsinformasjon og kostnadsmodeller for drift og vedlikehold av g/s-veg (spesielt mangelfullt i dag for fortau og sykkelfelt)
- Driftskjøretøy, maskiner og utstyr for drift og vedlikehold av g/s-veger  
Kontinuerlig utvikling og utprøving, med fokus på implementering og hvordan ta i bruk utstyr og metoder.
- Entrepriser og kontrakter  
Utvikle kontraktsformer som sikrer riktig kompetanse, tilgang til riktig utstyr og bruk av riktige metoder (ref arbeidspakke 3 «Kontrakter, samarbeidsmodeller og brukeroppfølginger» i Bevegelse-programmet).

## Kostnadseffektiv drift vha ny teknologi

Arbeidet i denne oppgaven går ut på å finne fram til, beskrive og vurdere ny teknologi med hensyn til om den kan bidra til kostnadseffektiv drift dersom den tas i bruk i drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger. Som grunnlag for dette arbeidet gis det i dette kapitlet en omtale og drøfting av hva som er lagt i «ny teknologi» samt hvordan kriteriet «kostnadseffektiv drift» kan forstås.

Med «ny teknologi» forstås framvoksende teknologier med et vidt spekter av modenhet, fra idéstadiet via forsøk/prototyping til (nær) implementert. Vi anser det også som ny teknologi dersom teknologien er implementert på andre områder, men foreløpig ikke prøvd ut eller tatt i bruk innen drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger. Disse fortolkningene av «ny teknologi» innebærer at aktuelle teknologier kan være relativt gamle, i hvert fall 5-10 år, og allikevel bli inkludert i arbeidet.

Det benyttes følgende kategorisering av de nye teknologiene, både i søke- og kartleggingsfasen og i drøfting/beskrivelsesfasen:

1. Selvstyrende (autonome) driftskjøretøy (fjernstyrte driftskjøretøy kan inkluderes)
2. Smart gang- og sykkelveg (objekter for gang- og sykkelveg med innebygget intelligens mht. gang- og sykkelvegens bruk eller drift/vedlikehold)
3. Overvåking av tilstand på gang- og sykkelvegen og tilhørende objekter
4. Behovsvurdering, planlegging og styring av drift/vedlikehold (både på kort sikt, f. eks. vinterdrift, og på lang sikt, f. eks. vegdekkevedlikehold)
5. Spesielle utforminger, metoder, teknikker, materialer mm for bygging av gang- og sykkelveg eller tilhørende objekter med potensiale for forenkling av drift/vedlikehold
6. Spesielle metoder, teknikker, maskiner/utstyr, materialer mm for gjennomføring av drift/vedlikehold (eksklusive selvgående (autonome) driftskjøretøy, se pkt. 1)

Søket etter nye og framvoksende teknologier er konsentrert om de aktivitetene som medfører størst kostnad i drift og vedlikehold av g/s-veger. Dette gir primært fokus på vinterdrift, vegbelysning, vegdekke, overvanns- og drens-system samt renhold.

Det pågår en rask utvikling av **autonome kjøretøyer** innenfor personbilmarkedet og også innenfor kollektivområdet f.eks. i forbindelse med førerløse småbussar. Teknologiutviklingen som gjøres knyttet til disse områdene som har enormt store potensielle brukergrupper, vil være overførbart til kjøretøy som brukes til drift av gang- og sykkelveger også.

Eksempler på autonome kjøretøy/redskaper som synes å kunne ha potensiale for mer kostnadseffektiv drift av gang- og sykkelveger er:

- Autonom feiemaskin
- Arbeids-/transportkjøretøy som kan settes i autonom modus ved behov
- Autonom gressklipper (mindre aktuell for gang- og sykkelveger, grøntarealer er oftest knyttet til bilvegen)
- Fjernstyrt kantklippemaskin/redskapsbærer

Andre ideer som er funnet beskrevet, men som synes å være på et tidlig utviklings-/idé-stadium og pr nå ikke har åpenbare potensialer for å være kostnadseffektive for drift og vedlikehold av gang- og sykkelveg er:

- Robot som bærer av 3D-printer for tetting av sprekker og fylling av slaghull
- Drone brukt til inspeksjon og mindre reparasjonsoppgaver på veglys

For øvrig finnes eller utvikles autonome løsninger for drift og vedlikehold som pr nå er mer usikre mht. nytte for gang- og sykkelveger fordi de er bygget for bruksområder som har helt andre egenskaper enn gang- og sykkelveger. Eksempler på dette er:

- Brøytetog på flyplasser
- Autonome brøytebiler på flyplasser
- Anleggsmaskiner (som dumpere til massetransport) inne på avgrensede, definerte områder
- Landbruksredskaper som gps-styrte traktorer og roboter som plukker ugress mm

**Smarte g/s-veger** utgjøres i denne sammenheng av fast utstyr på gang- og sykkelvegen som selv initierer en handling eller aktivitet basert på informasjon fra sensorer og tilhørende styringsprogrammer. Følgende tema er studert:

- Adaptiv belysning
- Sandfangskummer som melder fra når det er behov for tømming
- Temperaturmåling som supplement til eksisterende beslutningsstøttesystemer for vinterdrift

Knyttet til **overvåkning av tilstand** for å ivareta eller forbedre dagens oppgaver er det ikke funnet informasjon om nye teknologier eller løsninger som forventes å gi en mer kostnadseffektiv drift og vedlikehold.

Men informasjonssøket generelt har gitt kjennskap til ulike teknologier som har gitt idéer til bruk av nye teknologier som kan ha en nytteverdi for drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger, slik som:

- Droner til inspeksjon av gang- og sykkelveger.
- Mobil optisk føreforholds-sensor: Autonom robot som redskapsbærer kombinert med en mobil optisk føreforholdssensor

I forhold til **behovsvurdering, planlegging og styring** er det ikke funnet nye systemer som er basert på helt nye teknologier. Eksisterende management-systemer for veg har oftest også samme funksjonaliteter eller mulighet for å lage samme funksjonaliteter for g/s-veger.

Et snev av nyheter finnes i eksemplene nedenfor, en app for publikumsinnmelding av feil, og et innsynsverktøy (web) tilpasset sykklister slik at de kan se når sykkelvegen sist ble brøytet:

- App og nettløsninger for innmelding av feil og mangler
- Brøyteweb for sykklister: Oversikt over hvilke sykkelveger som er brøytet

Det er også funnet **spesielle utforminger, metoder, teknikker, materialer mm for bygging av gang- og sykkelveg eller tilhørende objekter** med potensiale for forenkling av drift/vedlikehold. Eksempler på bruk av ny teknologi, eller bruk av kjent teknologi på ny måte, er følgende:

- smelting av snøen istedenfor brøyting
- polyuretan-lag over asfaltdekket for å tette sprekker og hindre at det blir værende is på vegoverflaten
- selvlysende asfalt
- ferdige elementer med vegoverbygning av plastmateriale

Det er også søkt etter **spesielle metoder, teknikker, maskiner/utstyr, materialer mm for gjennomføring av drift/vedlikehold** (eksklusive autonome driftskjøretøy). Men det er ikke identifisert relevante nye teknologier under dette temaet.

Videreutvikling, forbedringer og tilpasninger av eksisterende utstyr foregår imidlertid kontinuerlig inkludert spesielle tilpasninger av utstyr til g/s-veger. Dette arbeidet forventes å fortsette og også øke ettersom det stilles strengere driftskrav til flere og flere sykkelveger.

**Ny teknologi som pr nå synes å ha mest potensial** for å gjøre drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger mer kostnadseffektivt er:

- Aktivitetsstyrt belysning
  - dette er i bruk/under utprøving og flere leverandører finnes.
- Nye metoder for mer energieffektiv oppvarming av overflaten for smelting av snø samt hindre is/rim på steder som krever et omfattende driftsopplegg
  - lange bruer uten plass til snøopplag, trapper, UU-arealer med krav til bar veg mm.
- Autonom feiemaskin på strekninger med behov for hyppig feiing (bystrøk)
  - utvikling pågår, modenhet er ukjent.

I tiden som kommer forventes en rask utvikling med hensyn til å ta i bruk sensorteknologi i stort omfang og knytte disse til internett. Billigere sensorer og nye tilpassede kommunikasjonsløsninger som f.eks. NarrowBand-IoT vil gjøre det mulig å overvåke objekter i større omfang enn det har vært hensiktsmessig å gjøre til nå.

Praktiske løsninger for å gjøre seg nytte av denne teknologien vil formodentlig utvikles på ulike arenaer (smarte byer o.l.), og dette fagområdet bør følges nøye opp videre for å ta i bruk relevante løsninger som utvikles og som har overføringsverdi til gang- og sykkelveger mht. mer kostnadseffektiv drift.



## Innledning

FoU-programmet «Bedre drift og vedlikehold for å få flere gående og syklende» (Bevegelse) er et femårig forsknings- og utviklingsprogram som ble startet opp i 2017, og omhandler innsatsnivå og metoder for drift og vedlikehold som fører til økt gang- og sykkeltrafikk.

Programmet skal gi økt kunnskap om:

1. Gående og syklendes forutsetninger og behov
2. Driftsmetoder, utstyr og organisering for å få effektivt drift og vedlikehold på gang- og sykkelanlegg
3. Samarbeidsformer, kontraktsutforming og oppfølging av entreprenør

Informasjon om etatsprogrammet ligger her:

<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/Forskning+og+utvikling/pagaende-FoU-program/bevegelse>

Dette delprosjektet, «*Kunnskapsoversikt: Drift og vedlikehold for gående og syklende*», inngår i arbeidspakke 2 som heter «Drift, metoder og utstyr».

Oppdraget er delt i tre hoveddeler:

1. Hvordan skal vi måle dekkekvalitet/standard på gang- og sykkelveger?
2. Hva kjennetegner en god gang-/sykkelveg ut fra et driftsperspektiv?
3. Hvilken mulighet gir ny teknologi for kostnadseffektiv drift

For hver av disse delene er det belyst hvilken kunnskap man har om dette pr i dag, hvor er det vi har kunnskapshull og hvor har vi behov for å drive videre utvikling og forskning. Datakilder for litteratursøket er også dokumentert.

## Kort beskrivelse av de ulike delene av prosjektet

Oppdraget «Kunnskapsoversikt: Drift og vedlikehold for gående og syklende» er delt i tre hoveddeler:

1. *Hvordan skal vi måle dekkekvalitet/-standard på gang- og sykkelveger?*
2. *Hva kjennetegner en god gang-/sykkelveg ut fra et driftsperspektiv?*
3. *Hvilken mulighet gir ny teknologi for kostnadseffektiv drift?*

Med drift her har vi tolket det i vårt arbeid som drift og vedlikehold.

Hovedinnholdet i deloppgave 1 er å:

- kartlegge hvilke krav som stilles til dekkekvalitet/dekketilstand samt hvilke tilstandsparametre som benyttes i Norge og i noen utvalgte land
- se på metoder, utstyr og erfaringer med registrering av tilstand i de samme land
- vurdere erfaringer med de ulike tilstandsparametrene, metoder og utstyr samt vurdere aktualitet for gang- og sykkelveger
- vurdere evt mangler/kunnskapshull ved tilstandsparametrene, metodene og utstyret som benyttes og evt potensial for videreutvikling/nyutvikling av tilstandsparametre, metoder og utstyr

Hovedinnholdet i deloppgave 2 er å:

- se på krav til gang- og sykkelveger både med hensyn til bygging og drift og vedlikehold i Norge og for en del utvalgte land
- kartlegge driftserfaringer og hovedproblemstillinger med gjennomføring av drift og vedlikehold
- vurdere krav til utforming av gang- og sykkelveger med hensyn til gjennomføring av drift og vedlikehold (driftsperspektivet, ikke brukerperspektivet) og klargjøre evt mangler/kunnskapshull og beskrive evt FoU-behov fremover
- oppsummere kjennetegn på hva en god gang- og sykkelveg er i et driftsperspektiv

Hovedinnholdet i deloppgave 3 er å:

- Klarlegge og beskrive nye teknologier som kan få størst betydning for kostnadseffektivisering av drift og vedlikehold av gang- og sykkelveg, samt kartlegge evt mangler/kunnskapshull og beskrive evt FoU-behov fremover

Arealer for gående og syklende omfatter følgende typer:

- Gang- og sykkelveg, sykkelveg, gangveg
- Sykkelveg med fortau
- Sykkelfelt
- Fortau
- Bussholdeplasser

Disse typene behandles enten hver for seg eller samlet, avhengig av behovet for å skille mellom de ulike typene arealer. Generelt brukes begrepet gang- og sykkelveg (g/s-veg) om alle arealtypene med mindre noe annet er angitt.

## Del 1: Måling av dekkekvalitet/standard på g/s-veger



## 1 Generelt

Hensikten med denne deloppgaven er å finne ut hvordan en kan måle dekketilstand på g/s-veger om sommeren.

Som grunnlag for denne vurderingen inngår en kartlegging av hvilke krav som stilles til dekketilstand, innsamling av erfaringer med tidligere utførte registreringer i Norge samt et internasjonalt søk for å kartlegge metoder og utstyr som benyttes andre steder.

Oppgaven er begrenset til å gjelde dekketyperne asfalt, belegningsstein, betongheller, gatestein og plater av naturstein. G/S-veger med grusdekke inngår derfor ikke.

Oppgaven dekker dekketilstand på alle typer arealer for gående og syklende, men generelt er det valgt å bruke begrepet g/s-veg. For Norge er dette i stor grad en ok forenkling av uttrykket ettersom det meste av disse arealene er til bruk for begge trafikantgruppene og det også er tillatt å sykle på fortau. I andre land har fokuset i mye lengre tid vært å separere gående og syklende, i tillegg er det ofte kun tillatt for barn å sykle på gangarealer. Dette gjør at denne forenklingen av begrepsbruk kan medføre enkelte feil og unøyaktigheter. Der det i studier, rapporter el. kun er snakk om en spesiell type areal for gående og syklende brukes det rette begrepet.

Dekketilstand brukes i denne oppgaven som et begrep som beskriver den konkrete tilstanden dekket er i til en hver tid (mht. spor, jevnhet, skader, tverrfall m.m.). Dekkestandard benyttes som begrep for det eller de krav som stilles til dekketilstanden ofte gitt som den dekketilstanden som skal utløse et vedlikeholdstiltak.

På basis av gjennomgang av norsk og internasjonal praksis for måling av dekketilstand på g/s-veger er det valgt å fokusere på følgende aktiviteter for registrering av tilstand:

- Visuelle inspeksjoner av overordnet dekketilstand (kap. 3)
- Skaderegistrering (kap. 4)
- Måling av jevnhet og nivåforskjeller (kap. 5)
- Måling av friksjon (kap. 6)

## 2 Trafikantenes bedømming av feil på g/s-veger

Cairney og King (2003) undersøkte syklistenes oppfatning av hvilke feil som opptrer oftest på sykkelveger og hvor alvorlige de er. Undersøkelsen er fra Australia, så enkelte typer (som f.eks. «halka») vil kunne opptre oftere i nordisk klima. Figuren under (hentet fra Niska og Sjögren, 2007) viser hva syklistene opplever som feil og mangler ved underlaget de sykler på (figuren omfatter også feil som ikke er knyttet til dekketilstanden).

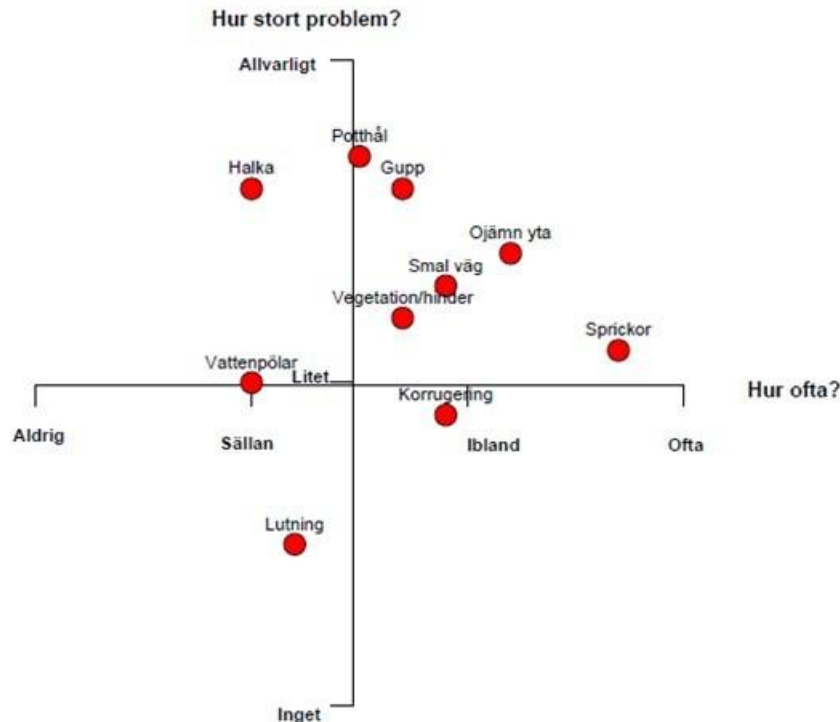


Fig. 3.1 Syklistenes oppfatning av hvilke feil som opptrer, med frekvens og alvorlighetsgrad

Enkelte av disse forholdene, og noen andre forhold som er kort omtalt under.

### Sprekker, krakelering

Sprekker er angitt som noe som opptrer ofte, men de oppleves ikke som noe stort problem. Sprekker i dekket er relativt vanlig, men det er store variasjoner både i størrelse (bredde) og utbredelse. Man må forvente at det bare er de få, store sprekkene som innvirker på syklistenes trygghetsfølelse og risiko for skade, men mange mindre kan også oppleves som et problem.

### Jevnhet i lengdeprofilet

I figuren over er ujevn overflate beskrevet som et ganske alvorlig problem som forekommer en del. Dette samsvarer godt med jevnhetens sentrale rolle i tilstandsvurderinger av dekker på g/s-veger i mange land.

For bilveger er det vanlig å uttrykke jevnhet i lengdeprofilet ved IRI, The International Roughness Index. Denne tilstandsparameteren er av flere grunner ikke egnet for g/s-veger. I flere land er det utviklet spesielle parametere som samsvarer bedre med syklistenes oppfattelse av komfort.

### Slaghull

Slaghull og andre alvorlige dekkeskader er som regel svært lokale. Det kan være enkelt for både gående og syklende å unngå skadene. Av den grunn er slaghull i noen sammenhenger ansett som et lite problem funksjonelt sett. Ved større trafikk, ved sykling i større hastighet eller ved dårlig belysning, er slaghull et betydelig problem, slik det er presentert i fig. 3.1 over.

**Vanndammer**

Vanndammer på dekket er ifølge figuren over lite problematisk og opptrer sjelden. Vanndammer er en funksjon av forholdene i vegens lengde- og tverrprofil, noe som innebærer at evt. krav rettet spesifikt mot vanndammer må vurderes for å unngå at man får et overbestemt system av krav.

**Forvitring, overflatetekstur**

De fleste steder brukes det relativt finkornige asfaltmasser som dekker på g/s-veger, ofte Ab 8, Ab 11 eller Agb 11. Dette er dekker som gir en overflatetekstur som fungerer godt for både gående og syklende. Fra tid til annen kan man få en forvitring som innebærer at steinkorn løsner fra dekkets overflate og fungerer som «rullegrus» på dekket. Dette kan oppleves som et svært alvorlig problem for både gående og syklist, men dette må betraktes som en feil eller mangel ved utførelsen.

**Friksjon**

Friksjon sommerstid på dekker uten løv og skitt oppleves sjelden som et omfattende problem for syklist og fotgjengere, og er heller ikke med i fig. 3.1 over. For normale asfaltdekker er dette uten tvil riktig. Dårlig friksjon på bar, våt asfalt kan på g/s-veger betraktes som en produksjonsfeil som helt unntaksvis inntreffer. I Norge har det imidlertid vært en praksis de siste 40 årene å anvende vegdekker som har en sammensetning som er optimal med hensyn på motstand mot piggdekkslitasje. Dette gjelder også dekker på g/s-veger som er uten piggdekkslitasje. Slike dekker kan være glatte den første tiden etter nylegging. Denne tiden er lengre på arealer uten biltrafikk.

En rekke steder er det relativt vanlig å ha dekker av betong, belegningsstein, heller og plater, eventuelt av termoplast o.l. på arealer for gående og syklende. På slike steder er det et generelt behov for å ha større fokus på dekkets friksjonsegenskaper.

## 3 Visuelle inspeksjoner av overordnet dekketilstand

### 3.1 Generelt

En overordnet registrering av tilstand på g/s-veger basert på en visuell vurdering er den metoden for registrering og vurdering av tilstand som har vært brukt lengst og som fortsatt brukes mange steder.

Det er likevel en del variasjoner mellom hvordan kartleggingen gjennomføres. Dette være seg både fysisk hvordan aktuell strekning befares (gående, syklende, kjørende, analyse av billedokumentasjon) og hvilke parametere som legges til grunn for vurderingen. En visuell registrering vil kunne gi et overblikk over tilstanden, men ettersom registreringene utføres av forskjellige personer vil det være knyttet en usikkerhet til å kunne sammenligne ulike resultater fordi subjektive oppfatninger vil være vanskelig å unngå og vil kunne gi store variasjoner i vektning av skadeomfang.

### 3.2 Eksempler på bruk i Norge

Visuell inspeksjon er benyttet flere steder i Norge. Statens vegvesen, Region øst gjennomførte i 2008/2009 tilstandsregistrering av 629 km (av totalt 782 km) g/s-veger. Det ble fotografert hver 20. meter og registrert tilstand i tre tilstandskategorier av måleoperatøren basert på visuell bedømming (Refsdal, 2011):

Tilstandskategori	Beskrivelse	Tiltaksbehov
1	Et godt eller meget godt dekke	Åpenbart ikke behov for dekketiltak på flere år
2	Et akseptabelt dekke	Antatt behov for dekketiltak i løpet av 2 – 4 år
3	Et dårlig dekke, som trenger fornyelse	Antatt umiddelbart behov for dekketiltak

Tab. 3.1 Tilstandskategorier benyttet i Region øst

Tilstandsregistreringen ble gjennomført i sammenheng med at g/s-vegene i Region øst ble metrert. Tilstandsregistreringen skulle brukes som grunnlag for vurdering av dekkefornyelser og budsjettbehov 4-5 år fremover i tid for g/s-vegene i regionen.

Etter denne registreringen i 2008/2009 er det ikke gjennomført systematisk registrering av dekketilstanden for g/s-veg i Region øst. I denne perioden har de basert seg på enkeltregistreringer og meldinger fra driftskontraktene. G/s-veg blir nå fotografert regelmessig hvert 3. eller 4. år i Region øst uten at dekketilstanden har blitt vurdert nærmere.

Statens vegvesen, Region sør gjennomførte en tilsvarende tilstandsregistrering som Region øst i perioden 2013-2016 (Buskerud i 2013 og 2016, øvrige fylker i 2015). De benyttet de samme tilstandsklassene som Region øst, men klassifiserte i tillegg g/s-vegnettet i fire vegklasser etter prioritet og satte krav/mål til hvor høy prosentandel som kan være i de to dårligste tilstandsklassene for de fire vegklassene. Tabellen under viser resultatet fra dette.

	Tilstands- klasse 2	Tilstands- klasse 3
1. Hovedvegnett for sykkel i byer og tettsteder i sykkelbyer	5 %	0 %
2. Hovedvegnett for sykkel i andre byer og tettsteder	5 %	0 %
3. Skoleveger inntil 4 km fra skole	10 %	0 %
4. Annet sykkelvegnett	10 %	2 %

Tab. 3.2 Resultat fra tilstandsregistrering på g/s-veg i Region sør

I tillegg ble budsjettbehov for å reparere de dårligste strekningene beregnet samt nivå på behovene videre etter at etterslepet var utbedret (Statens vegvesen, 2016).

I Oslo kommune inspiserer Bymiljøetatens kontrollører g/s-vegene kontinuerlig på lik linje med øvrige veger. Det finnes ikke faste skjemaer for hva og hvordan dette registreres. Dette gjøres kun for egen oversikt og prioritering, og det er ingen grenseverdier for skader e.l. som utløser vedlikeholdstiltak.

Dekketilstanden er bare en del av helheten for å oppnå en velfungerende g/s-veg. I Norge er det et mål at alle sykkelruter langs riksvegnettet (1476 km i 2016) skal inspiseres i perioden 2010-2019. Dette er en tverrfaglig inspeksjon som har trafikk-sikkerhet som hovedprioritet, men skal også blant annet registrere dekkekvalitet og komfort. Ved utgangen av 2016 var 60,3 % av sykkelanleggene inspisert og 36,2 % utbedret (Statens vegvesen, 2017).

### 3.3 Eksempler på bruk i andre land

I Danmark har Vejdirektoratet og KTC (Kommunalteknisk Chefforening) gjennom et landsdekkende samarbeidsforum om det kommunale vegnettet (SAMKOM) presentert

metoder for relativt enkle inspeksjoner for ulike deler av vegnettet, blant annet to metoder både for sykkelvegnettet og for fortau (SAMKOM, 2017). Disse metodene er først og fremst myntet på kommuner som ikke allerede har etablert sine egne systemer for innhenting og formidling av data for å synliggjøre verdi og investeringsbehov av vegnettet for riktigere prioritering av vedlikehold.

De to metodene avhenger av om kommunen allerede har gjennomført noen form for skaderegistrering for g/s-vegene. Der det foreligger skaderegistreringer i kommunens vedlikeholdssystemer (RoSy eller vejman.dk) kan disse benyttes som grunnlag til å kategorisere tilstanden og vedlikeholdsbehovet på et mer overordnet nivå. Der dette kun er gjort for en mindre andel av g/s-vegene er det foreslått å skalere opp denne informasjonen etter enkelte kriterier. I de kommunene som ikke har gjennomført skaderegistreringer på g/s-vegene anbefaler SAMKOM at det gjennom visuelle inspeksjoner registreres tilstand ut fra en 5-trinns karakterskala basert på forventet restlevetid for strekningene. De fem nivåene er vist med en beskrivende tekst og bildeeksempler, se Vedlegg (skjema nr 1).

I Sverige har Cykelfrämjandet fra 1998 gjennomført sykkelveganalyser i mange svenske kommuner der de har arrangert en dag der de inspiserer utvalgte deler av kommunens sykkelvegnett. Hensikten er å gjøre kommunene oppmerksomme på feil i sykkelmiljøet og oppmuntre dem til å utbedre dem. Inspeksjonene utføres av en ekstern ekspertgruppe sammen med lokale medlemmer og ansatte og politikere fra kommunen i løpet av en dag. Gruppen deles gjerne opp i flere mindre grupper som sykler ulike ruter som dokumenteres med bilder og notater, før de samles på ettermiddagen og diskuterer funnene. Det er en helhetsvurdering basert på trafikkikkerhet, trygghet, fremkommelighet og tilgjengelighet som vurderes.

### 3.4 Erfaringer og diskusjon

Statens vegvesen, Region øst, beskriver at budsjettbehovet til dekkevedlikehold på g/s-veger egentlig er overkommelig, men at utfordringen er å få registrert dekketilstanden. Det normale er at g/s-veger i liten grad er inne i 4-årsplanen for dekkevedlikehold, men kommer inn i dekkeplanene året før utførelse. Når det er lite behov for forarbeider kan dette være en tilfredsstillende praksis (Dahl, 2017).

Region øst oppgir at de synes at tilstanden bør registreres ved å gå eller sykle og at enkelte vegavdelinger gjennomfører tverrfaglig inspeksjon av g/s-veger. I beskrivelsen av den tverrfaglige sykkelveginnspeksjonen (Statens vegvesen, 2004) står det at en ikke bør legge opp til å dekke mer enn en strekning på 1-3 km på en dags inspeksjon. En såpass lav anbefalt inspeksjonsfremdrift gjør dette til en meget dyr inspeksjonsmetode. Flere fylker/kommuner beskriver at dette er årsaken til at disse inspeksjonene ikke blir gjennomført i stort omfang. Enkelte beskriver at siden de ikke har budsjett til å følge opp tiltaksbehovene som avdekkes, er motivasjonen for å gjennomføre flere slike inspeksjoner, relativt liten.

Flere har inntrykk av at «sykkelmiljøet» både i Statens vegvesen og øvrige, stiller strengere krav til dekketilstand på g/s-veger enn de som har ansvar for vedlikeholdet. Derfor vil det være ønskelig med mer objektive målemetoder og –kriterier.

Overordnede visuelle inspeksjoner gir mulighet for, med relativt begrensede midler, å få oversikt over en stor mengde g/s-veger. Dette kan være et godt hjelpemiddel for å



konkretisere og tallfeste kortsiktig vedlikeholdsbehov og lage overslag for fremtidige budsjettbehov.

Gode beskrivelser og flere bildeeksempler for de ulike tilstandskategoriene vil bidra til mer enhetlig nivå på gjennomførte inspeksjoner fra ulike personer. Vejdirektoratet i Danmark gjennomfører regelmessige kalibreringssamlinger for inspektører, dette kan være et tiltak som vil bidra til å oppnå dette.

Fotoutstyret på målebiler er brukt til å ta bildene flere steder og har den fordel at de er ferdig satt opp til å ta bilder ved gitte intervaller og registrerer veg-id (veg, hp, km). Løsninger med smarttelefoner, GoPro-kameraer e.l. som kan levere tilsvarende er forsøkt ut noen steder og bør være relativt enkelt oppnåelig og kan bidra til å senke terskelen for å gjennomføre regelmessig fotografering av g/s-vegnettet. Selv om det er en stor fordel at inspeksjonene gjennomføres til fots eller på sykkel vil fotodokumentasjonen uansett være et godt hjelpemiddel i mange situasjoner.

## 4 Skaderegistrering

### 4.1 Generelt

De overordnede visuelle inspeksjonene som beskrevet tidligere kan suppleres med skaderegistrering av enkelte skadetyper. Også rene skaderegistreringer gjennomføres. Skader som sprekker, hull og krakelering kan oppstå av mange ulike årsaker. De kan utgjøre en sikkerhetsrisiko særlig for syklister og kan også bidra til å forkorte dekkets levetid dersom de får utvikle seg.

### 4.2 Norske krav

Håndbok R610 (Statens vegvesen, 2012) stiller krav til en rekke tilstandsparametere. Den har et eget kapittel med krav til fortau og g/s-veger, mens sykkelfelt ligger under kapittelet for vegbane, se tab. 4.1 under.

Tilstandsparameter	Kjørefelt/sykkelfelt	Fortau og g/s-veg
Ujevnhet på tvers/spordybde	ÅDT ≤ 5000: 25 mm ÅDT > 5000: 20 mm (90 %-verdi av 20 meters verdier)	< 15 mm (målt med 3 meter rettholt)
Sprekker	Sprekker som er bredere enn 20 mm skal tettes i løpet av 1 uke. Sprekker som er bredere enn 10 mm, skal tettes før 1. juni dersom de registreres i perioden fra 1. oktober til 1. mai, ellers innen 4 uker	Sprekker som er over 10 mm brede, skal tettes innen 1 uke
Krakelering	Ingen vilkårlig valgt 100 meters strekning pr kjørefelt skal ha krakelering på mer enn 30 % av arealet	Ingen vilkårlig valgt 100 meters strekning skal ha krakelering på mer enn 30 % av arealet.
Tverrrfall	Det skal være tilstrekkelig tverrrfall for bortledning av vann	Bygd tverrrfall skal opprettholdes.
Hull	Hull i sykkelfelt med tverrmål større enn 3 cm skal repareres i løpet av 1 uke	Hull med tverrmål større enn 3 cm skal repareres innen 1 uke
Høydeforskjell mellom skulder og asfaltdekke	< 30 mm	< 30 mm
Vegetasjon	Arealene skal være fri for vegetasjon.	Arealene skal være fri for vegetasjon

Tab. 4.1 Krav i R610

I dette kapittelet behandles ujevnheter på tvers/spordybde, sprekker, krakelering, tverrfall, hull, høydeforskjell mellom skulder og asfaltdekke og vegetasjon. Jevnhet, nivåforskjeller, nivåsprang, kanter og friksjon er omhandlet i senere kapitler.

### 4.3 Eksempler på krav i andre land

Skadetyper som sprekker og hull finnes det krav til i mange land og kommuner, men det varierer om disse er tallfestet eller kun beskrevet kvalitativt. En oversikt over utvalgte krav der de er tallfestet er vist i tab. 4.2 under. Mange steder er det i tillegg krav om at skader som utgjør en fare for trafikanter skal utbedres raskere, enkelte steder er det også kvantitative krav for dette.

Sted/Tilstandsparameter	Hull/setninger	Sprekker
<b>Gøteborg</b>	Dybde > 50 mm på område < 5 m <sup>2</sup> ila 3 uker	> 10 mm -årlig
<b>Malmö</b>	Dybde > 30 mm ila 2 døgn	-
<b>England</b>	Dybde > 10 mm	10 mm for langsgående 50 mm for tversgående
<b>Australia</b>	-	12 mm for langsgående Ingen krav til tversgående
<b>Minnesota</b>	-	13 mm for langsgående 20 mm for tversgående

Tab. 4.2 Eksempler på krav i andre land

Det er en litt prinsipiell forskjell mellom den norske vedlikeholdsstandarden og regelverket i en del andre land. For faste dekker på g/s-veger har vi i Norge i tillegg til noen generelle krav, helt konkrete krav for et tosifret antall forskjellige tilstandsparametere. Overskridelse av hvert enkelt krav kan i prinsippet utløse et vedlikeholdstiltak. Så konkrete formulerte krav synes ikke å være like vanlig i mange andre land. Her har man konkrete krav begrenset til noen få, helt sentrale tilstandsparametere. For flere andre er det ikke satt konkrete krav, men de inngår som en del av en total tilstandsvurdering av dekket. Dette kan belyses med et eksempel:

I Norge har vi et krav om at *Ingen vilkårlig valgt 100 meters strekning skal ha krakelering på mer enn 30 % av arealet*. I Danmark har man ikke et tilsvarende krav, men omfanget og alvorligheten av krakelering inngår som en sentral del av dekketilstandsvurderingen i de danske regler for hovedeftersyn (Vejdirektoratet, 2009).

Ujevnheter i dekke på grunn av røtter like under dekkeoverflaten er beskrevet som en egen skadetype med tilhørende registrering i mange andre land, som Danmark, Nederland, USA/Montana. Vannansamlinger og vegetasjon er andre eksempler på tilstandsparametere som skal registreres, men som det som regel ikke finnes tilhørende kvantitative krav. Tilstandsvurderingen kan være kvalitativ eller basert på en grov klassifisering av alvorlighetsgrad.

Spor er en lite relevant parameter for g/s-veger, og vi har ikke funnet denne parameteren i andre lands oversikter.

### 4.4 Metoder som brukes i dag til måling/vurdering av tilstand

Selv om kravene er tallfestet, vil mange registreringer ikke måle skadene med detaljerte målinger, men heller gjennomføre registreringene på et mer overordnet nivå. De fleste lands skadekataloger benytter seg av kategoriene utbredelse og

alvorlighetsnivå for slike registreringer. Håndbok V261 Skadekatalog for bituminøse vegdekker (Statens vegvesen, 1996) anvender også dette prinsippet.

I Trondheim kommune ble det utført skaderegistrering på 7 viktige sykkelruter i 2016. De benyttet seg av Håndbok V261 og fotograferte og registrerte omfanget av alle skadene. De registrerte langsgående og tversgående sprekker, krakeleringer og overflateskader og oppga utbredelse av skadene i kvadratmeter. Inndeling av tredelt alvorlighetsgrad var basert på vurdering av hvilken konsekvens skaden vil ha på vegens videre nedbryting, på trafikksikkerheten og fremkommeligheten. Vurderingen av alvorlighetsgrad ble lagt til grunn for å kunne prioritere tiltakene (Trondheim kommune, 2016).

I Danmark utfører de fleste kommunene hovedeftersyn hvert 3.-5. år på både veger, fortau og sykkelveger. Dette er en relativt grundig visuell registrering der belegningenes sprekker, krakeleringer, overflateskader, hull, setninger osv. registreres etter definerte alvorlighetsgrader og omfang. Dette gir grunnlag til prioritering av tiltaksbehov og beregne deres budsjettbehov (Vejdirektoratet, 2016). I Vedlegg er skjemaet for registrering av asfaltdekker vist (skjema nr 2).

Opplegg for tilstandsregistrering av g/s-veger i Billings i Yellowstone County i Montana, USA er vist i Vedlegg (skjema nr 3). The City of Billings har utarbeidet et omfattende opplegg for inspeksjon, drift og vedlikehold av g/s-vegnettet basert på et nært samarbeid mellom myndighetene (inklusive The Billings Police Department Volunteer Bike Patrol) og en rekke frivillige organisasjoner. Opplegget inkluderer årlig inspeksjon av dekketilstanden.

I Canada har National Research Council Canada utviklet et skjema for helt enkle tilstandsregistreringer av dekket på g/s-veger. Skjemaet er vist i Vedlegg (skjema nr 4).

Rambøll RST (selskap i Rambøll Group) har gjennomført «underhållsutredninger» i mange svenske og finske kommuner. Dette er i prinsippet en visuell inspeksjon som gjennomføres på en strukturert måte, fra en minibuss med målehjul, GPS og pc med inspeksjonsprogram. De åtte skadeparameterne, krakelering, kantskader, hull, sprekker, steinslipp, rotskader, gressinntrengning og ujevnheter, vurderes i 25-metersintervall. Det tas i tillegg bilder som gir overblikk over både vegdekket og tilgrensende område og vegutstyr. Utbredelse og alvorlighetsgrad av de ulike skadeparameterne anvendes for å teoretisk beregne dekkets restlevetid for de enkelte delstrekningene. Hull og krakelering vektet tyngre enn øvrige skadetyper (Niska og Sjögren, 2007).

I 2009 inspiserte NCC Roads alle g/s-veger i Gøteborg. De benyttet seg av en elsykkel med noe påmontert datautstyr som GPS og et loggprogram for skaderegistrering. Sammen med skaderegistreringene ga inspektøren en vurdering av korte, definerte delstrekninger sin kvalitet og til sammen ble dette grunnlaget for inndeling i en femtrinns skala for tilstand (Niska, 2011).

I England (TRL, 2003) er det to typer inspeksjoner av g/s-veger som er anbefalt. Annenhver måned skal en person på sykkel registrere de mest synlige skadene, i tillegg skal g/s-vegene årlig inspiseres mer detaljert av to personer til fots.

## 4.5 Mulige metoder til objektiv måling

Flere firmaer, som Vejteknisk Institut/Vejdirektoratet og ViaTech AS, har etter hvert anskaffet ganske avanserte laserscannere som montert på målebiler kan måle blant annet sprekker og makrotekstur. Disse vil kunne fungere på g/s-veger, enten med de samme bilene som brukes på bilveg som kjører i lavere hastighet, eller det samme utstyret kan monteres på mindre kjøretøy.

## 4.6 Erfaringer og diskusjon

Sprekker blir omtalt som et lite problem i Danmark og Sverige, mens vi ser at det er et relativt stort problem på mange g/s-veger i Norge.

Flere kommenterer at enkeltskader ikke er så ille for syklister og gående fordi de relativt enkelt kan unngå dem. Det er likevel et faktum at slike enkeltskader kan ha et mye mer katastrofalt utfall for gående og syklende enn for bilister og derfor bør ha høy prioritet.

En fullstendig skaderegistrering kan være tidskrevende, men kan også gi mye informasjon. Når det skal nedlegges såpass mye arbeid bør det på forhånd være definert et tydelig registreringsopplegg slik at resultatene i størst mulig grad er objektive.

Vekting av ulike typer skader i en beregningsmodell, noe tilsvarende Rambøll RST benytter, kan også bidra til en mer standardisert vurdering.

# 5 Måling av jevnhet og nivåforskjeller

## 5.1 Generelt

De retningslinjer og krav som gjelder for g/s-veger er mange steder basert på litt justerte versjoner av tilsvarende krav for bilveger. Sammenhengen med brukernes behov er i mindre grad lagt til grunn. Særlig for syklister er det behov for å utvikle andre krav og finne objektive målemetoder for disse.

En sykkel holder normalt lavere hastighet enn en bil, små/kortere ujevnheter får dermed større betydning, i tillegg er sykkeldekket smalere enn bildekket, noe som også bidrar til at de små/korte ujevnheterene får større betydning enn for biler. De fleste sykler har i tillegg langt dårligere demping enn biler. IRI-måling utviklet for biler gir dermed ingen god beskrivelse av hvordan syklister opplever ujevnheter, dette bekreftes blant annet gjennom en australsk studie (Cairney og King, 2003) som viser at korrelasjonen mellom IRI og syklisters opplevelse av jevnhet som veldig lav.

## 5.2 Norske krav

Håndbok R610 (Statens vegvesen, 2012) stiller krav til jevnhet og ulike nivåforskjeller som vist i tab 3.4 under. Den har et eget kapittel med krav til fortau og g/s-veger, mens sykkelfelt ligger under kapittelet for vegbane.

Tilstandsparameter	Kjørefelt/sykkelfelt			Fortau og g/s-veg
Ujevnhet på langs/IRI	ÅDT	Vegdekke- klasse 1*	Vegdekke- klasse 2	< 10 mm (målt med 3 meter rettholt)
	0-300	5,0	7,0	
	301- 1500	5,0	6,0	
	1501- 5000	4,5	5,0	
	5001- 10000	4,0	4,5	
	>10000	3,5	4,0	
(90 %-verdi av 20 meters verdier) * Vegdekkeklasse skal benyttes for riksveger				
Langsgående og tversgående kanter i vegdekket	< 10 mm			< 10 mm
Høydeforskjell ved kum, rist, sluk, mm (nivåsprang)	< 10 mm			< 10 mm
Nivåforskjeller				< 25 mm (målt som avvik fra 2 meter rettholt)

Tab. 5.1 Krav jevnhet og ulike nivåforskjeller

### 5.3 Eksempler på krav i andre land

Krav til ujevnheter og nivåforskjeller på g/s-veger i noen land/kommuner er vist i tab. 5.2 under.

Land/ kommuner	Ujevnhet på langs		Nivåforskjeller	Nivåsprang	Kanter i vegdekket
Gøteborg			≤ 25 mm		
Malmö			≤ 20 mm		
England	Lengde [mm]	Høyde /dybde [mm]		< 10 mm	< 10 mm
	< 500	25			
	500- 1000	L/20			
	>1000	50			
Australia				10 mm langsgående 20 mm tversgående	10 mm langsgående 20 mm tversgående
Minnesota				10 mm langsgående 20 mm tversgående	10 mm langsgående 20 mm tversgående

Tab. 5.2 Krav jevnhet og ulike nivåforskjeller i noen land/kommuner

I Danmark stiller ikke Vejdirektoratet gjennom Vegregler (Vejdirektoratet, 2009) tallfestet krav til annet enn friksjon på g/s-veger. Det står likevel å lese følgende:

*«Langsgående forskydninger kan være til gene for tohjulede trafikanter. I visse tilfælde kan niveauforskelle ned til 5 mm udgøre en risiko.*

*Niveauforskelle i flisebelægninger mm. kan være til gene, og udgøre en risiko for fodgængere og tohjulede trafikanter.*

*Højesteret har i 1971 (Ufr 1971.412) fastslået, at niveauforskelle i flisebelægningen på 2-3 cm ikke "overstiger hvad en fodgænger i almindelighed må være forberedt på at forefinde på en vej af den omhandlede karakter".»*

## 5.4 Metoder som brukes i dag til måling/vurdering av tilstand

### 5.4.1 Generelt

De manuelle målemetodene gir mye verdifull informasjon, men har svakheter ved at de er ressurskrevende og kan være usikre på grunn av subjektive vurderinger. Et ønske om objektive målemetoder også for g/s-vegnettet har derfor vært stort.

For å oppnå objektive vurderinger og mer effektive registreringsmetoder er det i flere land/kommuner forsøkt ut å benytte seg av måleutstyr som benyttes på bilveger. I mange land måles bilveger ved hjelp av målebiler med lasere som skanner overflaten og beregner spordybde og langsgående jevnhet (The International Roughness Index, IRI), samt noen steder flere parametere.

Beregninger av spor og jevnhet basert på målinger med ordinære målebiler gir dårlig verdi for bedømming av tilstanden på g/s-veger, siden dette er lite relevante tilstandsparametere for g/s-veger. Det har derfor vært et behov for å utvikle tilpassede krav og målemetoder. På begynnelsen av 2000-tallet var det miljøer i flere land som ganske parallelt aktivt begynte å utvikle og jobbe med dette.

### 5.4.2 Håndholdt utstyr

G/s-veger er mange steder både for smale og har for dårlig bæreevne til at en kan bruke store maskiner til måling av tilstand. Derfor har det blitt utviklet noen små varianter. I USA (FHWA 2013) er det utviklet veldig lett måleutstyr for måling av jevnhet på nylagt dekke, disse vil også kunne fungere på g/s-veger. Hånddrevent utstyr som Dipstick (bilde i midten, fra Niska og Sjögren, 2007) og Rolling Dipstick (bilde til venstre, fra Niska og Sjögren, 2007) kan passe for mer begrensede målinger. «ARRB TR Walking Profiler» utviklet i Australia er en annen variant (Niska og Sjögren, 2007).



Fig. 5.1 Eksempler på håndholdt utstyr

### 5.4.3 Aksellerometer

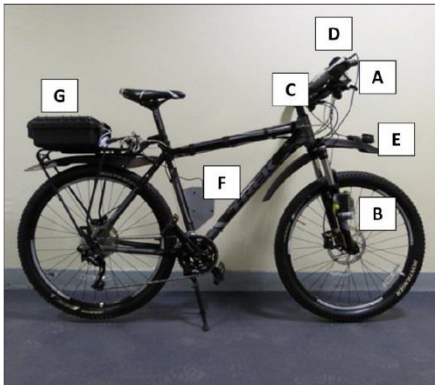
Allerede i 1985 presenterte en australsk studie (Wigan og Cairney, 1985) at vertikal akselerasjon målt for en sykkel hadde god korrelasjon med syklistenes komfortvurdering av ulike strekninger.

København fikk i 2000-2001 10 millioner kroner i ekstra midler for å heve vedlikeholdsstandarden på sykkelvegnettet sitt (Vej & Park, 2004). Etter at de med dette hadde fått tatt igjen vedlikeholdsetterslepet, ønsket de å endre vedlikeholdsstrategi fra kun å se på belegningens restlevetid til å fokusere på syklistenes komfort. De gikk derfor til innkjøp av et komfortmeter som måler vertikal akselerasjon når den er montert på en sykkel. De utviklet en egen skala for komfortmålingen tilpasset sykkelstiene i København. SAVER (Shock And Vibration Environment Recorder) registrerte den vertikale akselerasjonen som oppstår når sykkelen kjører over en dump eller ujevnheter og lagrer dataverdiene. Det ble gjort tester for å finne ut hvordan små og store verdier skulle vektas, hvilken hastighet som var mest relevant (og hvordan hastighet påvirket resultatene), krav til sykkel i form av dekktype, dekktrykk, annen demping samt vekt på dekk. Begrenset datakapasitet og tungvint start/stopp for strekninger viste seg som en utfordring. Det ble valgt å benytte seg av 20 km/t som hastighet syklistene skulle bestrebe seg på å holde og dekktrykkene for alle testsyklene ble kontrollert. Forsøk viste at 3 km/t høyere hastighet ga 13 % høyere komfortverdier, men 3 km/t lavere hastighet ga 33 % lavere komfortverdi. Syklistene skulle sykle 0,8-1,1 m fra kantstein. Akselerasjoner under 1G ble ikke registrert. Akselerasjoner mellom 1 og 2G fikk en verdi på 0,5. Akselerasjonsverdiene ble inndelt i kategorier med intervall 1G til siste kategori som er over 12 G. 2-3G fikk verdi 2 og for hver kategori ble verdien økt med 1. Ut fra disse resultatene kategoriserte de strekningene i fire komfortkategorier.

En svensk undersøkelse (Niska og Sjögren, 2014) har testet ut bruk av akselerometer i smarttelefoner for enkelt kunne samle inn data for vurdering av sykkelveggers tilstand.

Mobiltelefonene ble plassert i fastmonterte holdere på sykkelstyret slik at de tok bilder i tillegg til målingene. Det ble testet med tre forskjellige mobilmerker og det viste seg at de ulike merkene ga ganske forskjellige resultater. Dette skyldes trolig at de forskjellige merkene er programmert litt ulikt med tanke på GPS-registrering i akselerometermålingen. I tillegg vil det ved «crowdsourcing» være store variasjoner i hastighet, plassering og sykkel (f.eks. dekktrykk, dekktykkelse, syklisttyngde). Resultatene fra testene viste likevel at sammenhengen med syklisters oppfatning av komforten på strekningen var minst like god som fra andre standardbedømminger fra laser (IRI, RMS (root mean square) og tekstur).

I Storbritannia har The Universities' Transport Study Group utviklet og anvendt en sykkel for registrering av syklistenes opplevelse av sykkelruter. Sykkelen som er vist i fig. 5.2 nedenfor (hentet fra Llewellyn, 2014), er utrustet med en rekke måleinstrumenter i tillegg til en datalogger:



- GPS
- To kameraer, ett rettet ned mot dekket, det andre fremover for registrering av vegetasjon, skilt etc.
- Støymåler
- Lysmåler
- Vibrasjonsmåler festet på sykkelens sete, for måling av akselerasjon, måleoppløsning 0,001G

Fig. 5.2 Eksempel på sykkel med aksellerometer

Måleresultatene for vibrasjon er kalibrert mot syklister subjektive opplevelse av komfort ved sykling langs en rekke sykkelruter av varierende standard. (Llewellyn, 2014)

Flere andre land, som Belgia, Nederland, Australia og USA har også benyttet seg av akselerometer på sykkel for vurdering av jevnhet på g/s-veger. Som vi har sett i eksemplene over, har også disse landene sett ulike behov ved grenseverdisetting, valg av hastighet ol., noe som gjør målingene vanskelige å sammenligne.

For å kalibrere målemetodene og resultatene fra dem mot syklister oppfatning, samt for å ha grunnlag for å bestemme grenseverdier er det flere steder gjennomført ulike tester med testsyklister. Det er utført både strekningstester der syklister har rangert ulike delstrekninger med ulikt underlag og punkttester der de har syklet over lister i ulik høyde og beskrevet grad av ubehag.

I en australsk undersøkelse (Cairney og King, 2003) opplevde de fleste av testpersonene en list på 6 mm som uproblematisk eller de la ikke merke til den, 12 mm synes halvparten var ubehagelig å passere, mens 18 mm mente alle var ubehagelig. Testresultater fra København (Vej & Park, 2004) ga at overkjøring av en list på 1 cm tilsvarte ca. 5G i akselerasjonsverdi, mens 3 cm ga ca. 14 G.

#### 5.4.4 Lengdeprofilmåler

Metoden med måling med akselerometer montert på sykkel har flere begrensninger og ulemper, derfor har flere selskaper i ulike land utviklet målemetoder som benytter lengdeprofilmåler (lasersensor og akselerometer) montert på en liten bil.

Lengdeprofilmåleren måler lengdeprofilen på vegen og kan etterpå omregne dette til vertikal akselerasjon for en matematisk sykkelmodell. En av de store fordelene med denne målemetoden er at hastigheten for måleutstyret ikke får betydning, fordi man i ettertid kan tilpasse beregningene til en valgt hastighet for den modellerte syklisten.

Vejteknisk Institut (VI) under Vejdirektoratet i Danmark benytter 20 km/t fordi man anser dette å representere middelhastigheten for danske syklister, og det er samme hastighet som var benyttet i sykkelmålemetoden med akselerometer i København.

I tillegg til den valgte hastigheten vil lengdeintervallet for middelverdiregning av akselerasjonen ha stor betydning for resultatet. VI har testet 1, 5 og 10 meter, men de to lengste intervallene ga dårlig korrelasjon til opplevelsen av ujevnhet for en syklist.



Kortere lengder er teknisk mulig, men synes ikke å være nødvendig for å fange opp ujevnheter og vil medføre unødvendig store datamengder.

VI benytter LaserProf sitt utstyr med lasere utviklet av firmaet Greenwood Engineering A/S. To lasere er montert bak på bilen og måler i avstand 80 og 120 cm fra høyre kant på sykkelvegen. I bilen er det i tillegg montert et trykknappanel som kan benyttes for å registrere spesielle skadetyper eller andre forhold (som f.eks. kummer og røtter). VI benytter en tredeling for kategoriene god ( $\leq 5 \text{ m/s}^2$ ), noenlunde ( $5 \text{ m/s}^2 - 10 \text{ m/s}^2$ ) og dårlig jevnhet ( $> 10 \text{ m/s}^2$ ) (Schmidt m.fl., 2006).

Dynatest har utviklet et tilsvarende måleopplegg der lengdeprofilen måles hver 2,5 cm og resultatene fra dette omsettes til en sykkelvegindex, BPI (Bicycle Profile Index). BPI er beregnet ved bruk av Butterworth Profile Index algoritme på målte bølgelengder i intervallet 2,5 cm – 5 m. BPI-tallet beregnes for gjennomsnittslengder av 50 m. I motsetning til VI sin modell kommer BPI-tallet direkte ut fra det oppmålte lengdeprofilen (Henriksen, 2005).

VTI har i samarbeid med Rambøll RST testet og utviklet en metode som minner om VI sin metode med lasersensorer montert bakpå en liten bil, men bedømmer sykkelvegens lengdeprofil med hjelp av en rettholtmodell, som vist i fig. 5.3 under (hentet fra Niska m.fl., 2011). I utgangspunktet la VTI til grunn en rettholt på 1,2 m ettersom dette stemmer overens med akselavstanden på en normal sykkel. Analyser viste imidlertid av en rettholt på 0,5 m ga den beste korrelasjonen mellom oppmålt verdi og syklistenes bedømming. (Niska m.fl., 2011)



Fig. 5.3 VTI sin rettholtmodell

I en masteroppgave fra Lund (Gustafschöld og Ossbahr, 2011) er VTI sin beregningsmodell for komfort på sykkelveger sammenlignet med Rambøll sin. VTI sin modell baserte seg på en slags rettholtmetode der en rettholt på 0,5 m forflyttes langs den oppmålte lengdeprofilen i steg på 10 cm. For hver femte meter registreres maksverdien og videre sammenstilles dette i 50-meters intervall der høyeste verdi, tredje høyeste verdi og middelveien inngår i klassifiseringen. Rambølls modell baserte seg på ujevnheter i de korte veglengdeintervallene mellom 0,5-1,0 m. RMS-verdien (mm) ble beregnet for profilen og angir hvor mye sykkelvegen avviker fra å være helt jevn i det aktuelle veglengdeintervallet. VTI sin modell viste seg å være bedre til å registrere enkeltujevnheter i dekket, men i tillegg til skader registrerte den også løv og kvister.

Rambøll sin modell indikerte bedre der det var mer utbredte ujevnheter i dekket, som krakelering.

## 5.5 Erfaringer og diskusjon

Mange kommuner i Sverige og Danmark som har fått sykkelvegnettet målt med akselerometer eller lengdeprofilmåler, har uttrykt seg godt fornøyd med opplegget, og synes oversikten har gitt dem et godt grunnlag for dokumentasjon av behov og prioritering av tiltak. Enkelte steder har de opplevd problemer med at målingene utgjør en så stor datamengde at kommunenes systemer ikke har klart å håndtere det. Dette har blitt løst på litt ulike måter, enten ved at måleresultater under en viss verdi har blitt sortert bort slik at de kun har mottatt data for de verste punktene, eller at de som gjennomfører målingene også bearbeider dataene frem til en presentasjonsform som ikke inneholder data på grunnlagsdatanivå.

Ettersom det ikke finnes bestemte krav til hvordan slike målinger skal gjennomføres eller hva som skal måles har det blitt utviklet mange ulike varianter. Der en har kjøpt utstyr som andre har utviklet og brukt i andre land har det ofte blitt gjort tilpasninger og justeringer til hva som skal benyttes som krav/grenseverdier. Dette gjør at ulike målinger, på lik linje med subjektive vurderinger, ikke automatisk kan sammenlignes. Det er store forskjeller mellom gjennomsnittssyklister i ulike land, og dette er en årsak til at det kan være behov for en viss differensiering.

De ulike modellene har vist seg bedre og dårligere på å registrere ulike typer skader og ujevnheter, i tillegg til at de har ulik måte å vektlegge dem på. Uttesting og tilpassing av utstyr/modell for bruk i Norge bør være aktuelt, hvilke kvaliteter og muligheter dette skal ha bør utredes videre. Målet bør være å komme frem til en standardisert målemetode basert på kartlagte standardkrav til jevnhet på g/s-veg (måleparametere og kriterier/krav).

## 6 Måling av friksjon

### 6.1 Generelt

Friksjonen påvirker rullemotstanden for syklist, men er først og fremst viktig av sikkerhetsmessige forhold både for syklende og gående.

Sommerfriksjon på asfaltdekker er sjeldent et problem, men ved bruk av andre materialer som betongheller, natursteinsplater, gatestein eller belegningsstein kan friksjonsproblemer være opptredende. Det har blitt stadig mer populært å bruke farge på dekket for å markere g/s-veger, dette er også et forhold som kan føre med seg økte friksjonsproblemer.

### 6.2 Norske krav

Krav til friksjon på bar veg etter Håndbok R610 (Statens vegvesen, 2012) er vist i tab. 6.1 under. R610 har et eget kapittel med krav til fortau og g/s-veger, mens sykkelfelt ligger under kapittelet for vegbane.

G/s	Friksjon
Kjørefelt og sykkelfelt	> 0,4 (> 0,5 når $\geq 90$ km/t)
Fortau og g/s-veg	> 0,4

Tab. 6.1 Krav til friksjon i R610 til g/s-vegarealer

### 6.3 Eksempel på krav i andre land

I Sverige skal friksjonsmålinger først og fremst utføres med målebil og der dette kan gjennomføres er kravet at friksjonskoeffisienten skal være  $\geq 0,5$  som middelværdi over 20 m. Der målebil ikke passer, kan måling av friksjon utføres med Skid Resistance Tester (SRT), mer vanlig omtalt som friksjonspendel. SRT-verdien skal være  $\geq 45$  som middelværdi av tre målepunkter, målt på minst 1,0 m lengde.

I Danmark skal friksjon på g/s-veger, torg og plasser måles med SRT. De veiledende kravene i Vejregler angir at «avhengig av belegningstypen og trafikken art indikerer en friksjonsindeks på 40-50 eller lavere, at kravet til friksjon ikke er oppfylt».

### 6.4 Målemetoder som brukes i dag

På bilveg er friksjonsmålebil RoAR (Road analyzer and recorder) brukt i flere land, som Norge og Nederland (Danmark benyttet også denne tidligere, men har nå byttet den ut med ViaFriction). Den er stor av størrelse og skal holde 60 km/t når den måler og er derfor lite egnet for måling på g/s-veger. Også andre friksjonsmålebiler er avhengig av høye hastigheter for måling av friksjon.

SRT, eller friksjonspendelen, er et manuelt utstyr for å måle friksjon. Det er imidlertid ganske tidkrevende å bruke og gir friksjonsverdi kun for et lite område.

På VTI i Sverige er det utviklet en Portable Friction Tester (PFT) og de arbeider nå med metodebeskrivelse for den. Den var i første omgang tenkt anvendbar for måling av friksjon på vegoppmerking, men passer også for måling på g/s-veger. Studier utført ved VTI har vist at friksjonsverdiene som måles med PFT kan oversettes til standardverdiene som fås med friksjonspendelen (Niska og Sjögren, 2007).

Det finnes flere tilsvarende portable friksjonsmålere. Svenske ASFT har utviklet T2GO som er en Continuous Friction Measuring Equipment (CFME).

### 6.5 Målemetoder under utvikling/som kan tilpasses g/s-veg

Et alternativ til å måle friksjon på g/s-vegdekker kan være å måle tekstur. Flere målebiler har lasersystemer for dette allerede i dag. Måling av tekstur gir ikke det samme som friksjon, men kan gi et bilde av sannsynlig friksjonsnivå.

Ettersom friksjon endres som funksjon av hastighet kan måling av tekstur være et godt alternativ på g/s-veger der måling i høy hastighet er lite egnet.

I Trafikverkets Underhållsstandard belagd väg er det beskrevet metode for bruk av teksturdata (Mean Profile Depth, MPD) for å plukke ut steder med risiko for lav friksjon.

## 6.6 Erfaring og diskusjon

I både Sverige og Danmark beskrives det at sommerfriksjon på asfalterte g/s-veger ikke oppleves som problematisk. I Norge har piggdekkslitasjen medført at en bruker veldig slitesterke dekker, også på g/s-veger. Dette bidrar til at friksjonen også på asfaltdekker kan være lav enkelte steder, særlig på nylagt asfalt.

Ved bruk av andre materialer som natursteinsplater kan imidlertid friksjonen bli veldig lav, særlig i kombinasjon med vann. I Danmark benyttes det derfor ikke slike plater på sykkelveger, men det benyttes en del på gangområder og der kan det skape friksjonsproblemer. Ved valg av slike plater bør en gjennom deklarasjon av skli- og gli-egenskaper kunne velge plater med overflate med tilstrekkelig ruhet som innehar tilfredsstillende friksjon.

Betongdekker er en annen dekketype der friksjonsproblemer kan forekomme. I Norge er betongdekker veldig lite brukt.

Friksjon kan også være et opptredende problem der en bruker fargematerialer for å markere sykkelareal. I Danmark bruker de f.eks. blå termoplast i kryssområder der det er gjennomgående sykkelveger og disse må avstrøs riktig for å unngå friksjonsproblemer. På Lillestrøm i Skedsmo kommune har de benyttet PMMA (produktnavn) plexideck som skal være tre ganger med holdbar enn termoplast, dette har et harpiksbasert overflatesjikt. Dette ble iblandet grus, men det førte til at dekket ble ganske grovt og ujevnt, selv om friksjonen var god. I London skal sykkelanlegg markeres med grønn og blå farge. Både Trondheim og Oslo har en strategi om å markere sykkelfelt med rød asfalt. Eksempler på ulike varianter av rød farge er vist i fig. 6.1 under, alle er fra Lillestrøm.



Fig. 6.1 Eksempler på varianter med rød farge på Lillestrøm

Målehastighet er veldig avgjørende ved friksjonsmålinger, og måling på g/s-veger bør gjennomføres med lavere hastigheter enn normalt for bilveger grunnet utforming og brukere, f.eks. 20 km/t. For sommermåling av friksjon bør kravene til presisjon og nøyaktighet være større enn hva som normalt kreves for vintermålinger. For

sommermålinger er Oscar/RoAR referansen, da gjerne målt ved 60 km/t. Hvis annet utstyr skal brukes, må det være etablert et minimumsnivå til korrelasjon og presisjonsnivået må oppfylle et på forhånd gitt nivå.

## 7 Oppsummering workshop Teknologidagene 2017

I forbindelse med Teknologidagene 2017 ble det avholdt en workshop for FoU-programmet BEVEGELSE. Et gruppearbeid omfattet drøfting av følgende spørsmål:

- *Hvilken nytte har man av å måle dekketilstand på g/s-veger?*
- *Hva bør man måle og hvor ofte?*
- *Forslag til videre FoU innen temaet*

Det fleste gruppene mente at måling av dekketilstand på g/s-veger er viktig kunnskap inn i budsjettprosesser, prioriteringer og etterslepsvurderinger.

Gruppene hadde ulike oppfatninger av hvordan en kan oppnå nok kunnskap om dekketilstand. Noen mente at det kommer inn nok informasjon gjennom driftskontraktene i R2-skjemaer og gjennom generell inspeksjon, men at denne informasjonen videre håndteres ulikt. Andre mente at «hotspots» og problemområder bør inspiseres (men ikke hele g/s-vegnettet). Andre igjen mente at det bør gjennomføres fullstendige kartlegginger hvert år eller annet hvert år, eller på samme måte som på bilveger. Flere mente at utstyret burde være fysisk lett og ha en overkommelig kostnad, som sykkel eller segway. Mulighet for droner som kan overfly anleggene kom også opp.

Deltakerne pekte på at det i videre arbeid vil være viktig å finne kostnadseffektive teknologier, og finne en balanse mellom effektivitet og metamålinger for måling av dekketilstand.

## 8 Forslag til videre arbeid

I Norge har vi mange kvantitative krav til dekketilstand på g/s-veger. Disse blir imidlertid sjelden benyttet som utløsende for dekketiltak. I den grad tilstanden registreres har dette først og fremst blitt gjort på et helt overordnet nivå der helhetsinntrykket av dekket spiller en viktig rolle.

De fleste andre land og kommuner har langt færre kvantitative krav. Mange har i større grad fokusert på å benytte seg av utstyr og metoder som skal måle parametere som beskriver en syklists komfortopplevelse av strekningen. Gående sine behov har i langt mindre grad vært fokusert på. Per i dag har det ikke vært noen systematisk bruk av utstyr for måling av dekketilstand på g/s-veger i Norge, bortsett fra til fotografering.

I videre arbeid bør en ha en gjennomgang av hvilke tilstandsparametere som skal være gjeldende for g/s-veger. Dette bør omfatte både funksjonsegenskaper slik de oppleves av gående og syklist, og vegholders behov (restlevetid er sentralt). En drøfting om det bør finnes tilhørende standardisert utstyr og metoder som gjør det mulige å effektivt følge opp disse parametere, er viktig.

Enkle, visuelle tilstandsvurderinger er av flere opplevd å gi mye god informasjon der ressursene er knappe. I hvert fall inntil det foreligger et «godkjent/omforent» objektivt målesystem vil det være aktuelt å ha en felles norsk metode for dette. Flere som tidligere tilnærmet hadde null oversikt over g/s-vegnettet sitt beskriver at slike målinger har gjort det enklere å planlegge og prioritere behovene, samtidig som den håndfaste registreringen og klassifiseringen har bidratt til i større grad få gjennomslag for bevilgningsbehov. Dette bør veie tyngre enn dem som sier at de ikke gjennomfører tilstandsregistreringer fordi de ikke har midler til å følge opp tiltaksbehovene som avdekkes. Ved å legge noe arbeid ned i videreutvikling av opplegget og oppfølging av kontrollører vil usikkerheten knyttet til subjektive vurderinger kunne reduseres. For oppnå et mer enhetlig nivå på inspeksjonene kan en blant annet gjennomføre samlinger for inspektører slik de gjør i Vejdirektoratet i Danmark.

En utvikling av en beregningsmodell som vekter ulike skader slik som Rambøll RST enytter for sine «underhållsutredninger» kan være en annen tilnæringsmåte for å utvikle mindre subjektive metoder for visuelle tilstandsvurderinger.

Ved tilstandsvurdering basert på foto må en være klar over at skader som sprekker, krakelering og vegetasjon inn på dekket får stor vekt, mens andre forhold, som jevnhet og friksjon, vil være langt vanskeligere å oppdage.

Bruk av objektive målemetoder vil likevel være en stor fordel. Det kan derfor være interessant å teste ut målebiler som benytter lengdeprofilmåler for jevnhetsvurdering av g/s-veger i Norge. En invitasjon til Vejdirektoratet, Rambøll og Dynatest for å gjennomføre komfortmålinger på en del utvalgte strekninger med ulik tilstand kan være aktuelt. Dette kan videre danne grunnlag for å vurdere og tilpasse en del parametere til norske forhold.

Også andre tilstandsparametere enn jevnhet kan vurderes om bør tilpasses eller videreutvikles for å kunne måle på g/s-veger. Sprekker og tekstur er parametere som i dag kan måles av enkelte målebiler og som kan være aktuelle og teste ut for måling på g/s-veger.

Statens vegvesen har i et mangeårig samarbeid med utstyrslleverandører vært sentral i utviklingen av utstyr for måling av dekketilstanden på det norske vegnettet. Dette inkluderer både friksjonsmåling og måling av vegdekkenes spor og jevnhet. Det alt vesentlige av tilstandsmålinger utføres i dag av Statens vegvesen i egen regi.

Leverandøren av det utstyr som i dag brukes til tilstandsmålinger i Statens vegvesen, ViaTech AS, opplyser at det ikke er noen store problemer ved å anvende utstyret til måling av dekketilstanden på g/s-veger:

- Utstyret for registrering og bearbeiding av tilstandsdata kan monteres på mindre biler enn det som brukes av Statens vegvesen i dag.
- Måling og modellering av vegens lengdeprofil er uproblematisk ved en måle hastighet som passer til måling på g/s-veger. Dagens system mangler de algoritmer som er nødvendige for beregninger av syklisters komfortindeks eller andre beregninger av den type som er nærmere omtalt i kap. 5.4.
- Dagens utstyr er ifølge ViaTech AS godt egnet til registrering av sprekker og krakelering på g/s-veger, som omtalt i kap. 4.5.

I en evt. videreutvikling av en norsk modell og utstyr for laserscanning av g/s-veger bør det i tillegg til komforten til syklistene være ønskelig at målingen kan fange opp og skille ut strekninger der skadene vil bidra til å gi dyrere og vanskeligere vinterdrift, samt de skadene som vil kunne utvikle seg slik at større områder av dekket «går i oppløsning».

## Referanser

- Cairney P. og King K., 2003. *Research Report ARR 358. Development of a performance based specification for a major bicycle facility*. ARRB Transport Research.
- Dahl. T., 2017. *Vedlikehold av vegdekker på gang/sykkelveg og fortau UTKAST 2 29.MAI*. Upublisert.
- Federal Highway Administration, 2013. *Practical Guide for Quality Management of Pavement Condition Data Collection*.
- Henriksen B., 2005. *Jævnhedsmålinger på cykelstier*. Dynatest.
- Llewellyn, C.T.S., 2014. *IntelliBike: a cycle path surface quality assessment tool*. The Universities' Transport Study Group .
- Niska A. og Sjögren L., 2014. *Mobilapp for måtning av cykelvægars ojæmnheter*. VTI og CyCity.
- Niska A., 2011. *Cykelvægars standard - En kunnskapssammanstilling med fokus på drift og underhåll*. VTI.
- Niska A., Sjögren L. og Gustafsson M., 2011. *Jæmnhetsmætning på cykelvægar*. VTI.
- Niska A. og Sjögren L., 2007. *Måtmeter for tilstandsbedømning av cykelvægar*. VTI.
- Refsdal G., 2011. *Rapport nr. 68. Gs-veger og fortau i Region øst*. Statens vegvesen: Region øst.
- SAMKOM, 2017. *Synliggørelse af kommunal vejvedlikeholdelse – inspiration til kommuner*.
- Schmidt B., Sennek F. og Hansen K., 2006. *Ny metode til at vurderer cykelstiers tilstand og kvalitet*. Dansk vejtidsskrift.
- Statens vegvesen, 2017. *Nasjonalt sykkelregnskap 2016*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen, 2016. *Tilstandsvurdering av dekke på gang- og sykkelveger – Region Sør*. Statens vegvesen: Region sør.
- Statens vegvesen, 2012. *Håndbok R610. Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen, 2004. *Sykkelveginspeksjoner*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen, 1996. *Skadekatalog for bituminøse vegdekker*. Vegdirektoratet.
- TRL (2003). *Footway and cycle route design, construction and maintenance guide*. Transport Research Laboratory.



Trondheim kommune, 2016. *Skaderegistrering sentrale gang/sykkelveger i Trondheim*.  
Vejdirektoratet, 2016. *Vejtekniske målinger – aktel viden om vejens tilstand i hele landet*.

Vejdirektoratet, 2009. *Vejvedligehold – Vedligehold av færdselsarealet*. Vejregelrådet.

Vej & Park, 2004. *Komfort 2003. En komfortmåling af Københavns cykelstrækninger*

Wigan, M. og Cairney, P. (1985). *Road and Track Roughness Factors for Bicycle Usage*. ARRB Transport Research.

**Personlig kommunikasjon:**

Hofset F., 2017. Dekker på sykkelfelt i Lillestrøm. [mail] (12.10.2017)

Johnsen S.H., 2017. Dekker på gangveger og sykkelstier i Oslo kommune. [mail] (18.09.2017).








Scmidt B., 2017. Vejdirektoratet. [telefonsamtale] (05.10.2017)

Sjögren L., 2017. VTI. [telefonsamtale] (03.10.2017)

Varbøl H.B., 2017. Vejdirektoratet. [telefonsamtale] (29.08.2017)

## Vedlegg Registreringsskjema dekketilstand

### Skjema nr 1 Danmark - SAMKOM

Tilstands-karakter	Overordnet beskrivelse	Rest-levetid	Specifik tilstandsbeskrivelse	Eksempler
1	Højt niveau - Belægning optimal.	90 %	Belægningen er stort set helt jævn og intakt. Dvs. uden rødder eller mærkbare revner. Cykelstien er nyanlagt eller med relativt nyt slidlag, dvs. overfladen er tæt og uden bindemiddeltab.	
2	Almindeligt niveau – Belægning god.	70 %	Cykelstien har kun få skader og/eller få asfaltreparationer, som alle er i god kvalitet. Der er kun få og næsten ubetydelige revner i asfalten. Belægningen fremtræder generelt ensartet. Der kan være tab af bindemiddel i mindre omfang.	
3	Middel niveau – Belægningen opfylder de strategiske mål.	40 %	Belægningen nogenlunde jævn/kan mærkes på cykel. Nogle mindre revner eller ujævnheder. Eventuelle asfaltreparationer er udført i god kvalitet. Der kan være tab af bindemiddel, så overfladen virker ru.	
4	Lavt niveau – Belægning dårlig.	20 %	Belægning ujævn pga. sætninger, revner eller huller (dog under 5 pr. km.). Der kan også være ujævnheder pga. flere dårlige asfaltreparationer. Der kan være tab af bindemiddel, så overfladen virker ru.	 
5	Uacceptabelt niveau – Belægning meget dårlig.	5 %	Belægningen har flere store huller eller ujævnheder. Der er i det meste af cykelstiens længde sætningsskader eller nedbrudt belægning af større omfang. Der kan også være voldsom vækst af ukrudt. Der er tab af bindemiddel, så overfladen virker ru. Der er stentab.	 

Skjema nr 2 Danmark – Vejdirektoratet

Hovedeftersyn  
Tilstandsrapport



Vejidentifikation				Stationsring		Foretaget	
Best	Vejnummer	Sv.	E	Frå	TI	Dag - måned - år	Initialer
Vejnavn							
Besk.Fra							
Besk.Til							

Omfangskategori: 0: < 2% (Ubetydeligt) A: 2 - 10% (Ringet) E: 10 - 50% (Udbredt) C: > 50% (Betydeligt)

	Observation	Alvorlighed	Omfang		Bemærkninger	
			Rel	% Abs		
Belægningskæder	1. Revner på langs 0 - 1 m længde	Bredde < 0,5 cm Bredde 0,5 - 3 cm Bredde > 3 cm	1 2 3		m m m	Kommune:  Øy: _____ Land: _____  Asfalttype: DB _____ IV _____ AB _____ Andet _____  Afstribning: Kantstribe _____ Mellemstribe _____  Dækselet med: Fast karm _____ Flydende karm _____
	2. Rivning på langs > 1 m fra kant og hjulspor og tydelig	Bredde < 0,5 cm Bredde 0,5 - 3 cm Bredde > 3 cm	1 2 3		m m m	
	3. Samfingrer	Bredde < 0,5 cm Bredde 0,5 - 3 cm Bredde > 3 cm	1 2 3		m m m	
	4. Kræveleriger	Små < 20x25 cm <sup>2</sup> Middelsåre < 70x70 cm <sup>2</sup> Større > 70x70 cm <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	5. Ringer	Uklæring Hjulspor Stenløb	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	6. Stenløb OB	Spredt stenløb Sammenhæng. < 100 m <sup>2</sup> Sammenhæng. > 100 m <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	7. Adskilings	Små < 20x25 cm <sup>2</sup> Middelsåre < 70x70 cm <sup>2</sup> Større > 70x70 cm <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	8. Støpfliser	Små < 20x25 cm <sup>2</sup> Middelsåre < 70x70 cm <sup>2</sup> Større > 70x70 cm <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	9. Løkker og sømninger	Dybde < 2 cm Dybde 2 - 4 cm Dybde > 4 cm	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	10. Sporkering	Dybde < 5 mm Dybde 5 - 15 mm Dybde 15 - 25 mm Dybde > 25 mm	1 2 3 4		m m m m	
	11. Instabilitet skid	Forskydning < 2 cm Forskydning > 2 cm	1 2		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	12. Stredning	Små < 20x25 cm <sup>2</sup> Middelsåre 20x25 cm <sup>2</sup> - 20 m <sup>2</sup> Større > 20 m <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	13. Steder ved hule eksisterende	Skriv bemærkning			m <sup>2</sup>	
Reparation	14. Mængderuller begrænset	Små < 20x25 cm <sup>2</sup> Middelsåre 20x25 cm <sup>2</sup> - 5 m <sup>2</sup> Større > 5 m <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	15. Læper	Plakvis Sammenhæng. < 100 m <sup>2</sup> Sammenhæng. > 100 m <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
Rabat	16. Rehabilitering	Plakvis Sammenhæng. < 10 m <sup>2</sup> Sammenhæng. > 10 m <sup>2</sup>	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	17. Revaller	Ingen opsporing < 5 cm opsporing > 5 cm opsporing	1 2 3		m m m	
Afv.	18. Rulseløst	Egentlig kørebane Langs kørebane Med kørebane	1 2 3		m m m	
	19. Grofter gennemløb og cassiner	Oprenset Nogenlunde oprenset Dårligt oprenset	1 2 3		m m m	
Støbejern	20. Kanaler	< 7 cm opsporing < 7 cm opsporing < 2 cm opsporing	1 2 3		m m m	
	21. Tverrind	Med rensedes Langs rensedes Med rensedes	1 2 3		m m m	
	22. Dybde	God Nogenlunde Dårlig	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	
	23. Følter	God Nogenlunde Dårlig	1 2 3		m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	

Næste hovedeftersyn udføres år



Vejdirektoratet  
 Vester Allé 11, 1. sal  
 Vester Allé 11, 1. sal  
 Niels Jørgen Cade 13, 1050 København V, DK  
 Elisebjergvej 2, 4000 Roskilde, DK  
 Thomas H. Steen Vej 11, 8500 Skanderborg, DK  
 Telefon 33 41 33 33  
 Telefon 46 30 70 00  
 Telefon 88 93 22 00

### Skjema nr 3 City of Billings, Yellowstone



#### TRAIL INSPECTION FORM

#### CITY OF BILLINGS TRAIL MAINTENANCE PLAN

TRAIL SEGMENT: \_\_\_\_\_ FROM: \_\_\_\_\_ TO: \_\_\_\_\_

SURFACE TYPE:  ASPHALT  CONCRETE  SOFT SURFACE

APPROXIMATE LENGTH: \_\_\_\_\_ APPROXIMATE WIDTH: \_\_\_\_\_

LANDSCAPE TYPE:  TURF  NATIVE GRASSES  TREES/SHRUBS  OTHER

ARE CRACKS OR SIGNIFICANT DETERIORATION PRESENT IN THE TRAIL SURFACE?  YES  NO  
IF SO, PLEASE NOTE APPROXIMATE LOCATIONS AND/OR NUMBER OF CRACKS \_\_\_\_\_

ARE ANY OF THE CRACKS SEVERE ENOUGH THAT THEY HAVE RESULTED IN VERTICAL DISPLACEMENT OF THE TRAIL SURFACE?  YES  NO  
IF SO, PLEASE NOTE APPROXIMATE LOCATIONS \_\_\_\_\_

IS THERE ANY TREE ROOT DAMAGE VISIBLE ALONG THE TRAIL?  YES  NO  
IF SO, PLEASE NOTE APPROXIMATE LOCATIONS \_\_\_\_\_

IS THE TRAIL & ADJACENT LANDSCAPE AREAS RELATIVELY CLEAR OF LITTER & DEBRIS?  YES  NO  
IF NOT, PLEASE NOTE AREAS THAT NEED ATTENTION \_\_\_\_\_

WAS ANY GRAFFITI OBSERVED ALONG THE TRAIL?  YES  NO  
IF SO, WHERE? \_\_\_\_\_

DO BENCHES, SHELTERS, & OTHER AMENITIES APPEAR TO BE IN GOOD CONDITION?  YES  NO  
PLEASE NOTE ANY DEFICIENCIES \_\_\_\_\_

DOES THE LANDSCAPING APPEAR TO BE ADEQUATELY MAINTAINED?  YES  NO  
PLEASE NOTE ANY DEFICIENCIES \_\_\_\_\_

(over→)



## Skjema nr 4 National Research Council of Canada

Sample Sidewalk Condition Rating Form

City: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Area \_\_\_\_\_

Street / avenue \_\_\_\_\_

Other flag points \_\_\_\_\_

Street block length \_\_\_\_\_

Sidewalk width \_\_\_\_\_

Construction material for sidewalk \_\_\_\_\_

Type of sidewalk construction \_\_\_\_\_

Appearance of sidewalk construction \_\_\_\_\_

Soil type \_\_\_\_\_

Moisture content and index properties \_\_\_\_\_

Ground cover on either side of sidewalk \_\_\_\_\_

Principal failure mode \_\_\_\_\_

Comments \_\_\_\_\_

Sidewalk Survey

1 \_\_\_\_\_ 2 Roll # / photo # \_\_\_\_\_

3 Neighbourhood / community \_\_\_\_\_ NE / NW / SW / SE

Street \_\_\_\_\_ Avenue \_\_\_\_\_

4 1st house # \_\_\_\_\_ last house # \_\_\_\_\_

lateral stress \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_

5 \_\_\_\_\_ m 6 % Damaged \_\_\_\_\_ %

7 \_\_\_\_\_ m Weakened plane joints spacing \_\_\_\_\_ m

8 Concrete / asphalt \_\_\_\_\_ other \_\_\_\_\_

9 Curb-gutter & sidewalk separate / monolithic / slab-on-grade

10 New / old / renewed (repaired) patches

built (year) \_\_\_\_\_ built by \_\_\_\_\_

11 Clay / silt / sand / other \_\_\_\_\_ 12 Sample id \_\_\_\_\_

13 Moisture content \_\_\_\_\_ LL & PL \_\_\_\_\_ Colour \_\_\_\_\_

14 Gutter & grass / grass & grass / grass and building / gutter & building

15 Buckling / blowup (B) Popouts (P) Shattering (S)

Corner break (CB) Scaling, crazing (C) Shrinkage cracking (SH)

Longitudinal cracking (L) Faulting (F) 'D' cracking (D)

Transversal cracking (T) Joint spalling (JS) Corner Spalling (CS)

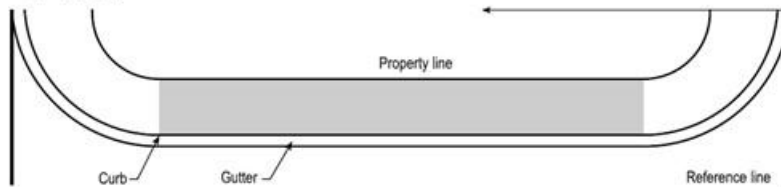
16 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CW - crack  
FH - faulting  
WPJ - weakened  
NF - no faulting



## Del 2: Kjennetegn på en god g/s-veg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv



# 1 Generelt

Arbeidet i denne oppgaven går ut på å finne fram til kjennetegn som karakteriserer en «god gang- og sykkelveg» sett fra et drifts- og vedlikeholdsperspektiv. Det innebærer at hva som er best for brukeren (brukerperspektivet) i utgangspunktet ikke skal vektlegges, men det er fornuftig å ha de gående og syklende sine ønsker og behov som et bakteppe for vurderinger av drift og vedlikehold.

I litteraturen er det flere steder beskrevet hvilke kvalitetskriterier som syklistene setter til en attraktiv sykkelveg, tabellen under oppsummerer dette:

1 Kontinuitet	Syklisten ønsker ett sammenhengende sykkelvegnett fra start til slutt på sykkelruten. Sykkelvegnettet må være fullstendig og ha en jevn og høy standard.
2 Korteste vei	Alle forhold som medfører omveger, forlenger reisetid eller fører til forsinkelser er begrensende for syklistene.
3 Attraktivitet	Omfatter den opplevde (synlige) kvaliteten på vegen, oversiktighet, vekslinger i omgivelser og trygghet.
4 Sikkerhet	Faktisk og opplevd risiko utgjør ett reelt hinder for sykling
5 Komfort	Omfatter forhold som jevnhet på dekke, helning samt hindringer som gjør det vanskeligere å sykle

Tab. 1.1 Kvalitetskriterier for en attraktiv sykkelveg for syklistene (CROW, 2016)(Niska, 2011)

Brukerperspektivet håndteres i et annet delprosjekt «Kunnskapsoversikt over hvilke krav gående og syklende har til drift og vedlikehold» (Urbanet Analyse, 2017).

For deloppgave 2 gjelder følgende:

- Sideområde til gang- og sykkelvegen skal inkluderes fra vegkant og 2 m til siden (lik normal ryddebredde for kantslått) samt høyde lik vegens frie rom (3 m høyde ut til 0,5 m fra vegkant).
- Sideanlegg som torg, kollektivterminaler, o.l. samt miljøgater/gågater er ikke medtatt.
- Det er i tillegg gjort vurderinger for følgende vegutstyr
  - Belysning
  - Rekkverk
  - Skilt
  - Signalanlegg
  - Kantstein
  - Gjerde
  - Murer
  - Indikatorer
  - Leskur
  - Drenering



## 2 Kriterier for vurdering av gang- og sykkelveg

Det er flere forhold som kan vektlegges i en slik vurdering, som f.eks. lavest total-kostnad, effektiv gjennomføring av drift og vedlikehold eller sikker gjennomføring av drift og vedlikehold. Det er mange ulike aktører involvert i driften av en gang- og sykkelveg, vegforvalter, byggherre, entreprenør og driftsoperatør, som alle vil kunne ha ulike oppfatninger om hva som er en «god gang- og sykkelveg».

Det er derfor neppe mulig å etablere et enkelt kriterium sett fra et drifts- og vedlikeholdsperspektiv, og vi har derfor tatt fram et sett med kriterier som kan benyttes for å bedømme drifts- og vedlikeholdsegnetheten til gang- og sykkelveger og ut fra det å beskrive kjennetegn for en slik veg. Selv om gang- og sykkelvegene i denne omgangen skal vurderes ut fra et drifts- og vedlikeholdsperspektiv, kan ikke hensynet til vegens brukere, fotgjengerne og syklistene (brukerperspektivet) legges helt vekk. Driften av gang- og sykkelveger vil i seg selv påvirke og forstyrre brukerne, og man må derfor hele tiden ha et sideblikk på driftsoppleggets konsekvenser for brukerne. Dette må derfor også inkluderes i vurderingskriteriene for en god gang- og sykkelveg ut fra et drifts- og vedlikeholdsperspektiv.

Aktuelle forhold for vurdering av g/s-veg i et driftsperspektiv er vist i tabellen nedenfor.

Hovedkriterium	Delkriterier (avgrensede, operative, konkretiserte)
Lav totalkostnad - bygging, drift og vedlikehold	<p>Lav kostnad for drift og vedlikehold gitt rammebetingelsene for gang- og sykkelvegen (funksjon, standard, vær/klima, mm)</p> <p>Lang levetid for objekter</p> <p>Lite behov for drift og vedlikehold for objektene</p> <p>Standardisert utforming og utstyr</p>
Effektiv gjennomføring av drift og vedlikehold	<p>Standardisert utforming og utstyr</p> <p>Enkelt driftsopplegg – mulig med stor grad av samordning (flere oppgaver gjøres samtidig)</p> <p>Kan bruke standard maskiner, utstyr, teknikker og materialer</p> <p>Lav ressursbruk (mannskap, maskiner) – lav kostnad</p> <p>Drift/vedlikehold kan utføres på dagtid (med visse unntak pga krav i drifts- og vedlikeholdsstandarden)</p> <p>God tilgjengelighet til arealer og objekter – utforming og plassering</p>

Hovedkriterium	Delkriterier (avgrensede, operative, konkretiserte)
	Drift/vedlikehold kan utføres med høy oppetid for bruker i viktige tidsperioder – tilfredsstillende framkommelighet for bruker når drift/vedlikehold utføres
Sikker gjennomføring av drift og vedlikehold	<p>Drift/vedlikehold kan gjennomføres med tilfredsstillende forhold mht. sikkerhet, helse og arbeidsmiljø</p> <p>Tilfredsstillende trafiksikkerhet under utførelsen mht.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Brukere</li> <li>· Trafikanter på tilstøtende veger</li> <li>· Operatører/maskiner/utstyr (avstand fra annen veg, rekkverk mot annen veg, må ikke ut i annen veg, mm)</li> </ul>

Tab. 2.1 Kriterier for å vurdere gang- og sykkelveg i et driftsperspektiv

Det foreligger på visse områder motsetninger mellom noen av disse kriteriene. God tilfredsstillelse av noen kriterier kan innebære svakere tilfredsstillelse av andre.

## 3 Krav til gang- og sykkelveger

### 3.1 Generelt

Krav til utforming, drift og vedlikehold samt vegoverbygning/dimensjonering av gang- og sykkelveger er kartlagt for en del aktuelle land (hovedsakelig fra Norge, Sverige, Danmark, Finland, Nederland, USA) og fra noen kommuner i Norge/Norden gjennom litteratursøk.

Innsamlet informasjon er dokumentert i egne delrapporter:

- Deloppgave 2 Krav til utforming av arealer for gående og syklende
- Deloppgave 2 Krav til drift og vedlikehold av gs-veg
- Deloppgave 2 Krav til utforming av objekter på gs-veg

### 3.2 Krav til utforming for ulike typer gang- og sykkelveg

#### 3.2.1 Innledning

Nedenfor følger en kort gjennomgang av kravene til utforming for de ulike typene g/s-veg. Det er sett på følgende typer g/s-veg:

- Gang- og sykkelveg
- Sykkelveg
- Sykkelveg med fortau
- Sykkelfelt
- Gangveg
- Fortau

- Bussholdeplass

I tillegg er krav til snøopplag behandlet samlet for alle g/s-arealer.

Innsamlet informasjon er dokumentert i egen delrapport:

- Deloppgave 2 Krav til utforming av arealer for gående og syklende

### 3.2.2 Gang- og sykkelveg

Løsning med kombinert g/s-veg anbefales normalt ikke pga konflikt mellom gående og syklende. Denne typen g/s-veg passer best ved små trafikkmengder med gående/syklende utenfor tettbygd strøk der det er få vegkryss og avkjørsler.

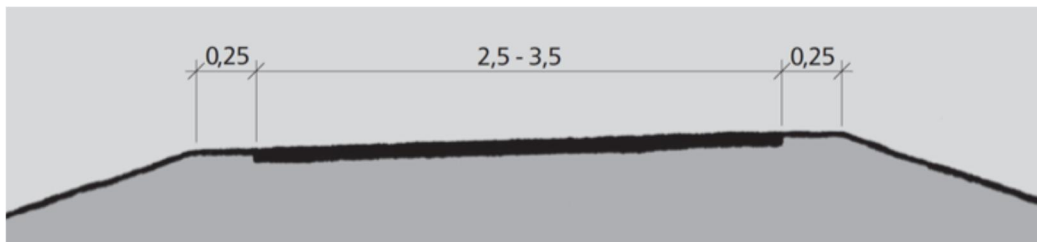


Fig. 3.1 Illustrasjon på gang- og sykkelveg, hentet fra N100 Veg- og gateutforming (2013)

Det er for denne type g/s-veg sett på krav til:

- Bredder g/s-veg (m)
- Skulder (m)
- Tverrfall (%)
- Stigning (%)
- Kurvatur (m)
- Frihøyde (m)
- Bredder trafikkdel (m)

#### Bredder g/s-veg (m)

Bredder på g/s-veg er de fleste steder en funksjon av antall gående og syklende.

I Norge varierer bredden fra 2,5-3,5 m. Flere kommuner henviser generelt til SvV's N100 Veg- og gateutforming. N100 stiller krav til uendret bredde over bruer, samt at der g/s-vegen er adskilt fra kjørebanelen med rekkverk, så skal fri bredde mellom rekkverk være min 3,0 m.

I Oslo's høringsforslag til ny «Oslostandard for sykkeltilrettelegging» anbefales ikke denne løsningen på nye strekninger pga høyt konfliktnivå mellom gående og syklende. Løsning kan brukes på korte strekninger, men da må sykling foregå på de gåendes premisser.

I Kristiansand er det krav til utvidelse av g/s-veg i underganger hvor g/s-vegen suppleres med et fortau gjennom undergangen (bredde utvidet fra 2,75 m til 4,5 m).

I Sverige er kravet at bredden skal være  $\geq 2,5$  m, og GCM-håndboken (Trafikverket, Sveriges Kommuner och Landsting, 2010) antyder at bredden bør være 3-4 m.

I Finland er kravene differensiert med hensyn til type rute (hovedrute/regionalrute/ lokalrute) samt antall gående og syklende. Bredden skal være fra 3-4,5 m, og ved svært høy trafikk med gående og syklende (> 4000 stk) skal bredden være større enn 4,5 m.

I Danmark er krav til bredde på g/s-veg avhengig av om vegen er enveis eller toveis (dvs trafikk i en eller i begge retninger). Enveis g/s-veger bør være 2,2 m (min 1,7 m), mens toveis g/s-veger bør være  $\geq 3$  m.

I Nederland er kravet for «combined path» min 2,4 m hvorav sykkeldelen er min 1,5 m og gangarealet min 0,9 m med en visuell trafikkdel mellom dem.

I USA er det mange ulike vegholdere og designmanualer. Aashto's guide for sykkelveier anbefaler 3 m (men kan gå ned til 2,4 m ved liten sykkeltrafikk).

*Kravene til bredde samsvarer stort sett alle steder og varierer fra 2,5m for de minst trafikkerte g/s-vegene til 4,0 m og større på de mest trafikerte g/s-vegene.*

#### Skulder (m)

Skulderbredde er stort sett 0,25 m (grus) på begge sider av g/s-vegen i Norge. Tilsvarende krav angis også for Finland, mens det i Danmark utenfor byområder er satt krav til 0,5 m bredde på skulder (ikke krav om skulder i byområder).

*Det er dermed ikke store forskjeller mellom de ulike undersøkte landene, 0,25-0,5 m.*

#### Tverrfall (%)

N100/V122 Sykkelhåndboka angir 3 % fall, enten takfall eller ensidig, minste resulterende fall er 2 % og tverrfallsendring fra -3/+3 % kan foregå over 20 m.

De fleste av de undersøkte kommunene (bl.a. Stavanger, Alta, Trondheim) har tilsvarende krav (kommuner henviser ofte til N100).

I Sverige er det angitt krav om tverrfall på 0,5% på både hovedruter og lokalruter, men godtar 0,5-2,5 %, og Finland opererer med krav til tverrfall fra 0,5-2 %, men aksepterer opp til 3 %.

I Danmark kan sykkelveger og gangveger anlegges både med takfall eller ensidig fall, men som regel benyttes ensidig fall på 2-4 %.

*Praksis varierer en del mellom de ulike landene, men tverrfall ligger i området 0,5 – 4,0 %. Både takfall og ensidig fall benyttes. I Sverige og Finland er det fokus på et lavt tverrfall, sannsynligvis for å sikre forholdene for rullestolbrukere og barnevogner, mens det i de øvrige landene er mere fokus på sikre vannavrenning fra g/s-vegene.*

#### Stigning (%)

For de fleste landene er krav til stigning også knyttet til stigningens lengde.

I Norge er det også tatt hensyn til om g/s-vegen ligger i sentrumsområder eller ikke, og det er gitt tilleggskrav om at g/s-veg ikke bør ha ugunstigere forhold enn nærliggende veg. Stigninger lengre enn 200 m bør deles opp med horisontale strekninger hver 50. m (eller horisontale repos til siden for g/s-veg). Tabellen under er klippet fra N100 Veg- og gateutforming (Tabell 3.2):

Stigningens lengde (m)	I sentrumsområder	Utenfor sentrumsområder
<3 m	8 %	8 %
3-35 m	5 %	8 %
35-100 m	5 %	7 %
>100 m	5 %	5 %

Tab. 3.1 Maksimal stigning for g/s-veg, sykkelveg og sykkelveg med fortau

I Oslo er det tilsvarende krav, men grenseverdiene noe justert, og varierer fra maks 10 % stigning når lengde stigning er mindre enn 35m til maks stigning på 3,5 % når lengde stigning er større enn 200 m (<35 m/10 %, <100 m/7 %, <200 m/5 %, >200 m/3,5 %).

I Kristiansand er det satt et maks krav på 8 % stigning, men med krav om maks 5 % på ramper til underganger/bruer.

I Sverige er det satt strenge krav til stigning på gangveger som er dimensjonert for rullestolbrukere, hvor stigningen skal være mindre eller lik 2 %. På øvrige gangarealer er kravet 4-5 % (men kan akseptere 6-8,5 %) avhengig av høydeforskjellen. På sykkelveger er kravet en funksjon av høydeforskjellen, og varierer fra 2-7 % (men de aksepterer også opp til 8 %).

I Danmark er det satt krav til maksimal stigning (3-5 %) som funksjon av både lengde (50-500 m) stigning og høydeforskjell (2,5-15 m). Det er tillatt med 5 % stigning når høydeforskjellen er 2,5 m eller lavere og stigningens lengde er 50 m eller lavere, mens det er tillatt med maks 3 % stigning når høydeforskjellen er 15 m og stigningens lengde er 500 m.

I Finland anbefales det at stigningen er mindre eller lik 5 %, men de godtar opp til 8 %.

*I prinsippet er det ganske like krav til stigningsforhold (2–8 % avhengig av høydeforskjell/lengde) i de undersøkte landene/kommunene, med unntak av Danmark som har litt strengere krav (3-5 %).*

#### Kurvatur (m)

I Norge (N100 Veg- og gateutforming) er det satt krav til at minste vertikalkurveradius for en g/s-veg, sykkelveg og sykkelveg med fortau bør være 50 m. Minste horisontalkurveradius bør være 40 m.

Kristiansand har krav om minste horisontalkurve på 15 m, men med samme krav til vertikalkurve som i N100.

I Sverige er det satt krav til horisontalkurvatur som funksjon av dimensjonerende hastighet for sykkelveger. Ved dim.hastighet på 30 km/t er kravet 30 m (kan godta 20 m), og ved dim.hastighet på 20 km/t er kravet 20 m (kan godta 10 m). Tilsvarende for vertikalkurvatur er 140 m (kan godta 70 m) for dim.hastighet 30km/t og 60 m (kan godta 30 m) for dim.hastighet 20km/t. I svenske kommuner tillates krav for minste horisontalkurve helt ned til 5 m (men dette angis som risikofylt under vinterforhold, og krever nedsatt hastighet (12 km/t) for syklistene).

*Undersøkelsen viser noe mere variasjon i krav til kurvatur på g/s-veger. Minste horisontalkurveradius ligger i området 10-40 m og minste vertikalkurveradius 50-140 avhengig av dim.hastighet. Kommuner tillater enda dårligere kurvatur.*

### Frihøyde (m)

Krav til frihøyde i Norge på g/s-veger ligger i området 3-3,1 m og opptil 4 m om g/s-vegen skal kunne brukes av jordbruksmaskiner.

I Sverige er kravet ofte satt til 2,7 m av hensyn til fremkommelighet for vinterdriftskjøretøy og i forbindelse med utførelse av andre driftsoppgaver.

I Danmark skal fri høyde over g/s-veg være minst 2,5 m, men dersom det skal benyttes maskinell drift og vedlikehold av g/s-vegene bør fri høyde økes til 2,80 m

I Nederland er kravet satt til minst 2,5m.

*Kravet i Norge (3-4 m) synes å ligge noe høyere enn i de landene vi har funnet kravverdier (2,5-2,8 m), og det bidrar til at flere driftskjøretøy i større grad kan utnyttes på g/s-veger i Norge.*

### Bredde trafikkdeler (m)

I N100 Veg og gate utforming er det gitt krav om at trafikkdeler mellom veg med fartsgrense større enn 60 km/t og gang- og sykkelveg bør være minst 3 m bred, regnet fra vegkant til vegkant. Ved fartsgrense 50 og 60 km/t bør trafikkdeleren være minst 1,5 m bred.

I Sverige (Trafikverket, 2015) er det definert krav til sikkerhetszone mellom g/s-veg og tilliggende veg som funksjon av ÅDT og fartsgrense, og bredden varierer fra 3 til 13 m.

I Finland er satt krav til bredde på trafikkdeler som funksjon av ÅDT, fartsgrense og om det er kantstein eller ikke. Med kantstein varierer kravet mellom 0,5-2 m, mens det uten kantstein varierer fra 3-9 m.

I Nederland er det satt krav avhengig av hastighet på tilliggende veg fra 2,5 m til større enn 10 m når hastigheten øker fra 60 til 100 km/t. I bebygd strøk skal avstanden minst være 0,35 m.

*Kravene i Sverige (3-13 m) og Finland (3-9 m) er tilsynelatende mye strengere enn i Norge (1,5-3 m), og gir økte bredder på trafikkdeleren når trafikkmengde og fartsgrense øker. Bredde avhenger også av bruk av kantstein og rekkverk.*

### **3.2.3 Sykkelveg**

Sykkelveg har i N100 Veg- og gateutforming/V122 Sykkelhåndboka tilsvarende krav som en vanlig g/s-veg, og dette er typer g/s-veg som ligner i form og utførelse. Det er ikke kartlagt stort omfang av egne krav til rene sykkelveger i de undersøkte kommunene.

Det er økt fokus på sykkelspressveier i Norge, og i Oslostandarden for sykkeltilrettelegging (høringsutgave 2016) skal det tilrettelegges for rask sykling på sykkelspressveier, og de skal utformes i tråd med krav i regelverk fra Statens vegvesen/Vegdirektoratet. I høringsutgaven til N100 (desember 2016) er det tatt inn det følgende knyttet til sykkelspressveger:

«Sykkelveger på hovednettet kan etableres som sykkeleक्सpressveger. Sykkeleक्सpressveg er en høystandard, separat og sammenhengende sykkelveg som er tilrettelagt for rask, direkte og trafikksikker sykling (30-40 km/t). Når sykkeleक्सpressvegen møter gatenettet i sentrumsområdet endres ofte systemet fra sykkelveg til sykkelfelt eller blandet trafikk.»

I Norge skal bredden på sykkelveg være 2,5 - 4 m som funksjon av antall syklende. Det er i høringsutgave til ny N100 (desember 2016) ikke foreslått endringer med hensyn til økte bredder for ekspressykkelveger.

I Sverige er kravene til bredde av sykkelveg (cykelbane) tilsvarende fra 2,25-4 m avhengig av antall syklende.

I Finland er kravene differensiert med hensyn til type rute (hovedrute/regionalrute/ lokalrute) samt antall syklende (< 1500, 1500-2500, > 2500). For toveis sykkelveger varierer bredden fra 2,25 til  $\geq 3$  m. I bratte bakker anbefales breddeutvidelse på 0,5 m i kurver. For enveis sykkelveger varierer bredden fra 2 m og opp til minst 2,5 m.

I Danmark skal toveis sykkelveger være minst 2,5 m brede, for enveis sykkelveg langs veg anbefales bredde på 2,2 m (men aksepterer ned mot 1,7 m). I de nye danske vejreglene om «supercykelstier» (2016) er sagt at sykkelveger i egen trase bør være 3-4 m

I Nederland varierer også breddene avhengig av mengde syklist (< 50, 50-150, 150-350, > 350 syklist/time) fra 1,5-2,5 til 4,5 m. Nederland har også egne krav for sykkeleक्सpressveger. Enveis sykkeleक्सpressveg på begge sider av vegen skal være 3 m brede (dvs 2 \* 3m i tverrsnittet). Toveis sykkeleक्सpressveg skal minst være 4m, men bredden kan økes til 4,5-5 m ved høyt sykkelvolum.

*Kravene til bredde på sykkelveger harmonerer godt i de ulike landene, og er i størrelsesorden 2,5-4m avhengig av mengde syklist.*

### 3.2.4 Sykkelveg med fortau

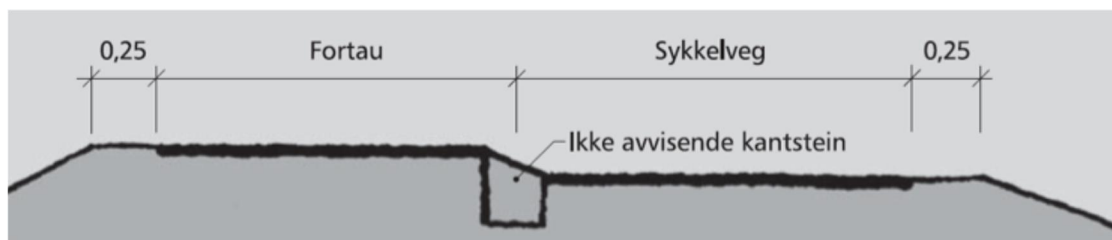


Fig. 3.2 Illustrasjon på sykkelveg med fortau, hentet fra N100 Veg- og gateutforming (2013)

For sykkelveg med fortau er det mest interessant å se på hvordan kravene til bredde for de ulike delene varierer, hvordan man synliggjør overgangen mellom gangarealet og sykkelarealet samt hvilke krav til tverrfall som gjelder i de ulike landene.

#### Bredde sykkelveg med fortau (m)

I N100 er krav til bredde for sykkelveg med fortau en funksjon av antall syklende og gående. Sykkelvegen varierer fra 2,5-4 m, mens fortauet varierer fra 1,5-2,5 m. Flere kommuner har tilsvarende krav.

«Oslostandard for sykkeltilrettelegging» (høring 2017) har litt større variasjon, med bredder fra 2,5-5 m for begge delene hver for seg. Standardbredde på sykkelvegarealet er 4,0 m.

I Sverige finnes det kombinerte løsninger for gående og syklende («gång- og cykelbana») hvor kravet til bredde på gangarealet ofte er satt til min 1,8 m, mens bredde på sykkelvegdelene varierer avhengig av om sykkelvegen er enveis (1,6 - 2,0 m) eller toveis (2,25 -  $\geq$  2,5 m).

I Danmark er det for delte «stier» krav om sykkelveg med min bredde 1,7 m (kan godtas 1,5 m) og fortau med min bredde 1,3 m (kan godtas 1,0 m).

I Nederland er kravet for «combined path» min 2,4 m hvorav sykkelvegen er min 1,5 m og gangarealet min 0,9 m med en visuell trafikkdel mellom dem.

*Danmark (fortau 1,3 m og sykkelveg 1,7 m) og Nederland (fortau 0,9 m og sykkelveg 1,5 m) tillater mindre bredder for denne løsningen enn de øvrige landene som har sykkelvegbredde større enn 2,25 m og fortaubredde større en 1,5 m.*

#### Kantsteinsvis (cm)

Gjeldende N100 gir krav om ikke-avvisende kantstein som bør ha en høyde på 6 cm (2-8 cm). I høringsutgave til ny N100 (2016) er kravet noe justert. Den ikke-avvisende kantsteinen kan utformes med skrått eller avrundet hjørne, og med en høydeforskjell mellom fortau og sykkelveg på 2-4 cm.

De fleste kommunene har tilsvarende/samme krav om ikke-avvisende kantstein. Trondheim kommune har krav til 2,5 cm vis mellom fortau og sykkelveg. Mens Kristiansand har krav om 4-5 cm høydeforskjell på den ikke-avvisende kantsteinen.

I Danmark anbefales det at det mellom sykkelveg og fortau er en kantstein med 6-9 cm høydeforskjell.

I Sverige anbefales det ikke av hensyn til trafiksikkerhet å ha høydeforskjell mellom sykkelveg og fortau.

I Nederland skal det ved bruk av «combined path» heller ikke være høydeforskjell mellom fortau og sykkelveg.

*Sverige og Nederland skiller seg helt ut med ønske om ikke å ha høydeforskjeller mellom sykkelveg og fortau, Norge har krav om ikke avvisende kantstein med kantsteinsvis 2-4 cm, mens Danmark opererer med 6-9 cm kantsteinsvis.*

#### Tverrfall (%)

Både Norge (+/- 3 %, min resulterende fall 2 %) og Danmark (normalt 2-4 %) tillater både ensidig tverrfall eller takfall på sykkelveg med fortau.

Trondheim har krav om 2 % fall på fortau mot sykkelveg/veg, 3 % fall på sykkelveg mot veg.

For øvrig ikke kartlagt krav spesielle krav til denne typen g/s-veg, se avsnitt om gang-/sykkelveg over.



### 3.2.5 Sykkelfelt

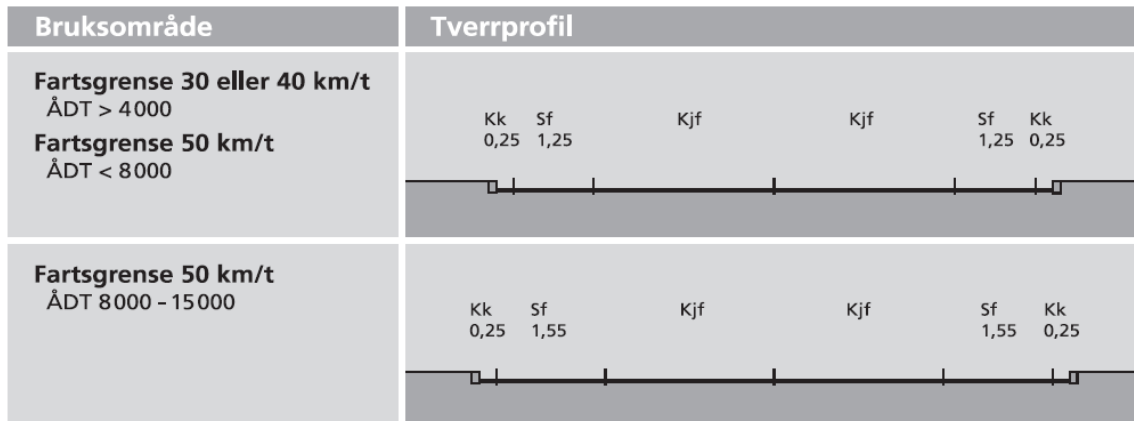


Fig. 3.3 Illustrasjon på veg med sykkelfelt, hentet fra N100 Veg- og gateutforming (2013)

Det er for sykkelfelt sett på krav til:

- Bredder sykkelfelt (m)
- Tverrfall (%)
- Sykkelfelt på strekning med kantsteinsparkering
- Eget belegg/farge
- Frihøyde (m)

Når det gjelder krav til stigning (%) og kurvatur for sykkelfelt, så vil dette normalt følge av kravene til tilhørende veg/gate. Det er ikke funnet spesifikke krav knyttet til sykkelfelt for disse parametrene.

#### Bredder sykkelfelt (m)

N100 Veg- og gateutforming anbefaler at sykkelfelt utformes med 1,25m bredde dersom fartsgrensen er  $\leq 40$  km/t og ÅDT > 4000 kjt og når fartsgrensen er 50 km/t og ÅDT er < 8000 kjt. For veger med fartsgrense 50km/t og ÅDT fra 8000-15000 kjt så anbefales bredde på sykkelfelt 1,55 m. Det er i tillegg angitt krav til kantsteinsklaring på 0,25 m, så samlet bredde på sykkelfeltet inkl kantsteinsklaring blir hhv 1,5 m og 1,8 m.

I forslag til revidert N100 (høring 2016) er det krav om at sykkelfelt skal utformes med bredde 1,5 - 1,8 m. I gater med fartsgrense 50 km/t og ÅDT > 8 000 bør bredden være 1,8 m. Sykkelfelt skal anlegges på samme nivå som øvrige kjørefelt. Alle gater som inngår i hovednett for sykkel bør ha sykkelfelt eller sykkelveg dersom ÅDT > 4 000 eller fartsgrensen er 50 km/t. Sykkelfelt bør ikke etableres i gater med fartsgrense  $\geq 60$  km/t. Gater med ÅDT > 15 000 bør ikke ha sykkelfelt. Kantsteinsklaring som begrep er fjernet i høringsutgaven, så det innebærer at samlet bredde for sykkelfelt er opprettholdt ift gjeldende versjon.

Oslostandard for sykkeltilrettelegging (høring 2017), anbefaler en standardbredde på 2,2 m (min. 2,0 m). Oslostandard foreslår også en variant med opphøyet sykkelfelt, men denne løsningen er foreløpig ikke godkjent i vegnormalene. Oslostandard aksepterer også i noen tilfeller smalere bredde på sykkelfeltet, 1,8 m (min. 1,3 m) på veger med lave hastigheter (opptil 30 km/t).

Stavanger henviser Statens vegvesen sine håndbøker. Trondheim kommune har i sine normtegninger angitt bredde på sykkelfelt til 1,5 m med variasjonsområde fra 1,3-1,8 m.

I Sverige angir GCM-håndboken at sykkelfelt bør ha bredde på 1,5 m (min. 1,2-1,3 m). I Danmark angir Håndbog i cykeltrafikk krav til bredde på «cykelbane» på 1,5 m.

I Finland er bredden på sykkelfeltet i (Liikenneviraston, 2014) satt som funksjon av fartsgrense, antall syklende og type rute. På hoved-/regionalruter er bredden satt til 2,0-2,25 m (min. 1,75-2 m), mens bredden på lokale ruter er satt til 1,75-2,25 m (min. 1,25-2 m).

I Nederland er det anbefalt bredder på 2-2,25 m (men kan akseptere ned mot min 1,7 m).

*Krav til bredde på sykkelfelt ligger stort sett i området mellom 1,5 – 2,25 m. Finland og Nederland har de høyeste kravene til bredde, mens Danmark, Norge og Sverige ligger i det laveste sjiktet.*

#### Tverrfall (%)

Det er i N100 ikke satt egne krav til tverrfall for sykkelfelt. Et generelt krav i N100 er at skulder skal ha samme fall som kjørebane.

Det er ikke funnet egne krav til tverrfall for sykkelfelt andre steder med unntak av at Trondheim kommune i sine normtegninger angir 3% fall mot kantstein.

#### Sykkelfelt på strekning med kantsteinsparkering

I Norge anbefaler N100 at sykkelfelt i gater med kantsteinsparkering bør unngås, der man likevel gjør dette så bør bredden på sykkelfeltet økes med 0,25 m samt etablere en sikkerhetssone på 0,5 m mellom parkeringsareal og sykkelfeltet (åpning av dører) dvs totalt 0,75 m.

I forslag til «Oslostandard for sykkeltilrettelegging» for Oslo kommune anbefales det å legge parkeringsarealet mellom kjørebane og sykkelfelt med buffer i mellom i nye gater. I eksisterende gater med parkering på innsiden av sykkelfelt skal det være en buffer på min 0,5 m. Dersom gatebredden ikke gir rom for buffer, anbefales det at gateparkeringen fjernes helt.

I Nederland foreslås det tilsvarende en sikkerhetssone mellom parkeringsareal og sykkelfelt med annet belegg/farge på 0,5 m.

I Sverige vurderes kombinasjonen sykkelfelt og kantsteinsparkering som uheldig. Sykkelfeltet bør legges på utsiden av parkeringsarealet/oppstillingsfeltet, og parkeringsarealet/oppstillingsfeltet bør ha en bredde på 2,75 m for å unngå uhell ved åpning av dører. Dersom arealet brukes av lastebiler bør bredden økes til 3,35 m.

I Finland er det tilsvarende som i Norge satt krav til sikkerhetssone på 0,75 m mellom kantsteinparkering og sykkelfelt.

Eget belegg/farge

I Norge kan sykkelfelt ha eget belegg/farge, men dette har ingen selvstendig regulerende betydning. I V122 Sykkelhåndboka forutsettes det at belegget/fargen er brukt sammenhengende på hele strekninger eller områder.

I forslag til «Oslostandard for sykkeltilrettelegging» for Oslo kommune er det krav om at alle sykkelfelt i Oslo skal ha rød asfalt eller rød farge, uavhengig av fartsnivå eller trafikkmengde. Rød asfalt eller belegg skal imidlertid ikke brukes der syklende har vikeplikt for andre kjørende. Trondheim kommune angir i sine normtegninger bruk av farget (rødbrun) asfalt.

I Danmark kan man merke sykkelfelt med blå farge, spesielt i kryss med stor trafikk eller der hvor syklistene har særlig bruk for informasjon om hvor de skal orientere seg. Det påpekes imidlertid at bruk av farge må benyttes med omtenkksomhet.

I Sverige er det ikke krav om bruk av farge på sykkelfelt, og evt bruk av eget belegg/farge har ingen betydning for hvilke regler som gjelder. Stockholm anbefaler bruk av avvikende farge på sykkelfelt som ligger mellom kjørefelt.

I Finland anbefales det å bruke eget belegg/farge på sykkelfelt, uten at det er angitt krav om hvilken farge som skal benyttes.

I Nederland er det standard å bruke rød asfalt på sykkelfelt.

Frihøyde (m)

Sykkelfelt har ikke egne krav til frihøyde, men vil ha samme krav til frihøyde som for tilhørende vei/gate.

**3.2.6 Gangveg**

I Norge skal gangveg utformes tilsvarende som g/s-veg i henhold til N100 Veg- og gateutforming. Dersom gangvegen brukes som adkomst til boliger bør den ha bredde 3 m og ha asfalterte skuldre.

I Sverige anbefales bredde minst 2 m pga hensynet til rullestolbrukere, men aksepterer 1,8 m dersom det etableres vendesoner med jevne mellomrom. I tettbygde, bebygde strøk etterstretes min 1,75 m. GCM-håndboken påpeker imidlertid at det av hensyn til gjennomføring av vinterdrift og andre maskinelle driftsoppgaver kreves en minste rbedde på 2,5 m.

I Danmark skal bredde gangveg fastlegges utifra hvilken dimensjonerende situasjon som skal gjelde (hvilke trafikantgrupper skal kunne passere hverandre, f.eks rullestol og en gående mm). Det er derfor ikke funnet konkrete krav til bredder på gangveg.

Både Sverige og Danmark har krav til litt mindre tverrfall enn i Norge. I Sverige er det ønsket at tverrfallet skal være 0,5 %, men aksepterer også tverrfall i området 0,5-2 %.

I Danmark ønskes normalt 2-2,5 % tverrfall, blir tverrfallet over 2,5 % kan det føre til problemer for rullestolbrukere. Av hensyn til rullestolbrukere anbefales det at det på gangveger etableres et takfall hvor evt 1/6 av bredden faller motsatt veg enn resterende del av gangvegen.

### 3.2.7 Fortau

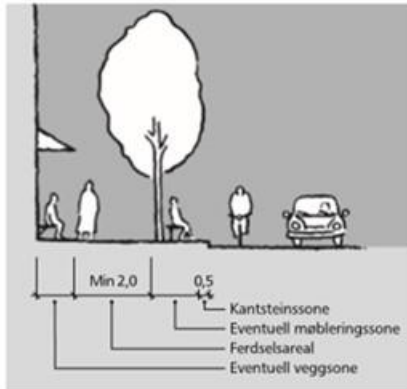


Fig. 3.4 Illustrasjon på gate med fortau, hentet fra N100 Veg- og gateutforming (2013)

Det er for fortau sett på krav til:

- Bredder fortau (m)
- Tverrfall (%)
- Kantsteinsvis (cm)
- Stigning (%)
- Kurvatur
- Frihøyde (m)

#### Bredder fortau (m)

N100 Veg- og gateutforming definerer i kap. B2 Fortau krav til bredder, og angir min. 2,0 m ferdelsesareal og 0,5 m kantsteinsone dvs min. 2,5 m. Dersom fortauet skal ha en møbleringssone, så bør ferdelsesarealet økes til 2,5 m for å gi plass til maskinell rydding. Fortau skal ha uendret bredde over bruer, min. 2,5 m bredt.

Mange av de undersøkte kommunene henviser til N100. Oslo angir i sin normal for gate- og veiutforming at kantsteinsonen økes til 0,7 m ved busslomme. Oslo kommune har i tillegg en formulering sier at der det ikke er parkering langs kantstein kan fortauet ha en bredde på 3,5 m hvor da 1,0 m av fortauet kan brukes som snøopplag.

Kristiansand kommune har i sin veinormal differensierte krav til bredde avhengig av type kommunal veg med bredde på fortau fra 2,5-2,75 m.

Trafikverket i Finland har differensierte krav til fortausbredde som funksjon av antall gående og type rute (hovedrute, regionalrute og lokalrute). Tillegg differensieres det på om fortauet ligger i eller utenfor sentrumsområder. Fortusbreddene varierer fra  $\geq 3$  m ned til 2 m (men kan også akseptere 0,25-0,5 m mindre bredde i noen tilfeller).

I Danmark er det anbefalt min 2,5 m bredde på fortau.

I Sverige er det i Trafikverkets/Sveriges Kommuner och Landstings «Krav för Vägars och gators utforming» angitt at «gang- och cykelbana» skal være  $\geq 2,5$  m. Det er ikke gitt krav til bredde av fortau alene i denne normalen.

*Det er stort sett tilsvarende krav til fortausbredde i de ulike land/kommuner, i området fra 2,5-3,0 m. Finland aksepterer ned mot 2,0 m, og Oslo ønsker bredere fortau (3,5 m) om deler av fortauet må benyttes til snøopplag.*

### Tverrfall (%)

N100 angir ikke krav til tverrfall for fortau.

I Oslo skal fortau gis et ensidig fall på 2,5 % inn mot kjørebane. Trondheim angir fall 2 % mot kjørebane i sin normtegnning TK-F-02.

I Danmark (Celis Consult, 2014) etableres fortau normalt med 2-2,5 % ensidig fall. Bruk av større tverrfall vil kunne føre til problemer for rullestolbrukere.

*Der det er funnet krav til tverrfall på fortau ligger dette i området 2-2,5 %.*

### Kantsteinsvis (cm)

Høringsutgave til N100 (2016) angir krav om normal kantsteinsvis på min 12 cm for kantstein mellom kjørebane og fortau. N100 angir kantsteinsvis på 2 cm ved nedsenket kantstein. Ved holdeplasser varierer kravet mellom 16-18 cm ved venteearealet.

For gater med fartsgrense 30-40 km/t og trafikk lavere enn 4000 kjt, anbefales lavere kantsteinsvis 4-10 cm som gir bedre fremkommelighet for gående og syklende.

### Stigning (%)

Krav til stigning for fortau er som for tilhørende gate/vei.

### Kurvatur

Krav til kurvatur for fortau er som for tilhørende gate/vei.

### Frihøyde (m)

N100 angir at veger og gateareal beregnet for motorisert trafikk som hovedregel skal bygges for kjøretøy med høyde inntil 4,50 m. I høringsutgaven til N100 (2016) er det gitt krav til minste fri høyde for gående (fortau) på 2,25 m i forbindelse med byggverk og skilt. Det er til sammenligning angitt krav til fri høyde i underganger på g/s-veger på minst 3,10 m.

I Oslo's normal for vei- og gateutforming er det gitt krav om at fri høyde over fortau skal være min 3,0 m. Minste frihøyde for gående er 3 m ifm byggverk og 2,5 m for skilt.

I Sverige er det satt krav til at frihøyden av hensyn til maskinell drift skal være minst 2,7 m.

I Danmark skal frihøyde på alle veier være 4,5 m, mens den over gang- og sykkelarealer skal være minst 2,5 m, eller minst 2,8 m dersom det skal gjennomføres maskinell drift.

*Krav til frihøyde over fortau der dette er angitt ligger i området 2,25 -3,0 m, mens frihøyde for kjørebane ligger i området rundt 4,5 m.*

### 3.2.8 Bussholdeplass

I denne sammenhengen er det selve holdeplassen med venteareal som vurderes, og ikke utforming av busslomme med inn- og utkjøring fra kjøreveg.

I Norge er det i N100 angitt type holdeplass for hver enkelt dimensjoneringsklasse, dvs om holdeplass skal være busslomme med/uten refuge eller om det er tillatt med busstopp i eksisterende veg/kjørebane. I høringsutgave til revidert N100 (2016) er plattformbredden økt fra min. 2,5 til 2,7 m, og det er satt krav til min. 2 m fri passasje på plattform. Midtstillt holdeplass/plattform bør være 3 m bred, og det bør være en sikkerhetsavstand på min. 0,4 m mellom installasjoner i bakkant av plattform (leskur og gjerde) og kjøreveg. Det bør være et resulterende fall på 2 % på ventearealet. Kansteinsvis er 16-18 cm for busslomme og kantstopp. V123 Kollektivhåndboka anbefaler belysning på holdeplasser. V129 Universell utforming av veger og gater gir retningslinjer for ledelinjer og indikatorer på holdplasser.

I Sverige er det gitt krav til utforming av plattformen (dvs holdeplassen) i (Trafikverket, 2015), og det er der beskrevet 4 alternative utforminger. Krav til bredde på holdeplass varierer fra større enn 3,5 m ned til 1,5 m. Kantsteinsvis (kalt høyde holdplass) er i hovedsak 17 cm, bortsett fra at det er tillatt ned mot 12 cm for den minste typen plattform. De svenske holdeplassene har krav til kantmerking med kontraster ut mot busslomme (normalt hvite plater/heller) med bredde 0,1-0,4 m, og de har differensierte krav til taktile indikatorer avhengig av type plattform. De har også krav til belysning, helning på g/s-veg i nærhet av holdeplass (maks 5%) samt krav til lengde holdeplass avhengig av type.

I Danmark er det i håndbog «Kollektiv bustrafikk og BRT. Anlæg og planlegning» (2016) er det gitt krav til dimensjonering av «bushelle». Bredde på plattform dimensjoneres med hensyn til at barnevogner skal kunne komme på/av buss. Bredde på plattform når holdeplass ligger på siden av vegen er 2 m (kan godta 1,5 m), og 3 m (kan godta 2 m) når holdeplass er plassert midt i vegen. Bredde skal aldri være mindre enn 1,5 m. Lengde på plattform/holdeplass må tilpasses lengden på de bussene som skal stoppe der. Utstyr mm må plasseres slik at det er minst 1,5 m fri bredde på plattformen.

*Bredde på plattform/holdeplass er i området 1,5 m til større enn 3,5 m. Norge vil ha 2 m fri bredde, mens danskene tillater ned mot 1,5 m fri bredde på plattformen.*

### 3.2.9 Krav til snøopplag eller driftsareal

I noen land og kommuner er det kartlagt at det i normalene er gitt krav om driftsareal eller krav til snøopplag. Under er det vist noen eksempler på dette.

#### Finland

I Finland er det i Trafikverkets «Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu» (2014) gitt krav om at det skal dimensjoneres for snøopplag langs g/s-veger, og det skal ikke plantes busker eller andre hindringer i dette arealet. Normalen angir 4 nivåer for snøopplag:

- godt snøopplag (plass til snø for hele vinteren)
- tilfredstillende snøopplag (stort nok til man ikke trenger å kjøre bort snø)
- tilstrekkelig snøopplag (muliggjør midlertidig lagring)
- midlertidig snøopplag (plass til et kraftig snøfall)

Godt snøopplag dimensjoneres for fartsgrense delt på 10 (dvs 50 km/t gir 5 m snøopplag). Modell innebærer at øker hastigheten så øker behov for snøopplag mellom kjøreveg og g/s-veg, sannsynligvis for å hindre at snøutkastet når g/s-vegen.

Tilfredstillende snøopplag dimensjoneres tatt hensyn til lokale klimaforhold. Behov for snøopplag i denne modellen beregnes utifra en lokal klimafaktor som er henholdsvis 0,4 for «sørkysten», 0,55 for Sør- og Midt Finland og 0,7 for Nord-Finland, og som multipliseres med arealet A som er arealet av snøen som skal fjernes.

Tilstrekkelig snøopplag dimensjoneres tatt hensyn til lokale klimaforhold. Behov for snøopplag i denne modellen beregnes utifra en lokal klimafaktor som er henholdsvis 0,25 for «sørkysten», 0,4 for Sør- og Midt Finland og 0,5 for Nord-Finland, og som multipliseres tilsvarende med arealet A som er arealet av snøen som skal fjernes.

Det er også angitt et 4. nivå, kalt midlertidig snøopplag, hvor faktoren er 0,15 multiplisert med arealet A av området som skal brøytes, men med et tilleggskrav om at snøopplaget ikke skal bli mindre enn 0,5 m. Dette regnes som tilstrekkelig for et kraftig snøfall, og at det forutsetter at snøen må kjøres bort før neste snøfall.

I standard for drift og vedlikehold «Kevyen liikenteen väylien hoito: menetelmätiö» (1999) er det for g/s-veger som har bredde større enn 2,5 m angitt at bredde utover 2,5 m kan brukes til snøopplag.



Fig. 3.5 Midlertidig snøopplag på g/s-veg når g/s-veg har mer enn 2,5 m bredde

### Sverige

I GCM-håndboka er det beskrevet krav til «skiljeremsa» (trafikkdeler) som adskiller veg og g/s-veger og veg og sykkel felt/sykkelbane. «Skiljeremsa» oppfattes som spesielt viktig mellom sykkel felt/sykkelbane og kjøreveg for å beskytte syklister mot bilister som åpner dørene ved parkering langs kjøreveg (kalles derfor ofte for beskyttelsessone). Den er også viktig for vinterdrift, er den for smal kan man ved brøyting av kjøreveg kaste snøen på en evt. tidligere brøytet sykkel felt/sykkelbane. «Skiljeremsa» benyttes ofte også til å plassere teknisk utstyr, men krever da noe større bredder pga krav til avstand for f.eks. skiltstolper til kant sykkelareal.

I (Trafikverket, 2015) beskrives krav til «skiljeremsor» i kap. 2.6:

### «2.6 Skiljeremsor

Skiljeremsor ska utformas med omsorg så att de bidrar till tydlighet, säkerhet, gaturummets karaktär och trygghet för både oskyddade trafikanter i körbanans närhet och fordonstrafikanter på körbanan samt för att ge utrymme för:

- lagring av snö
- bullerskydd
- gräs- och buskvegetation, trädplantering m.m.
- drift- och underhåll av trafikordningar, skötsel av planteringar etc.
- möblering av väg- och gaturummet»

I tillegg er det i kap. 2.10 angitt følgende

### «2.10 Utrymme for snøopplag

För att få en rationell snöröjning ska bl.a. följande önskemål tillgodoses:

- I utformningen av gaturummet ska utredas och anges var snön ska magasineras och vilka ytor som krävs för detta.
- GC-banor ska ges en minimibredd, bärighet och utformning som medger maskinell snöröjning. »

### Oslo kommune

Oslo kommune har i sin veinormal fra 2011 angitt beskrivelser av og krav til snøopplag flere steder.

I kap. «A.7 Forutsetninger for utforming» er det angitt:

### «Snøopplag

Det bør sikres plass for snøopplag der det ikke er forutsatt at snø skal kjøres bort etter hvert. Snøopplagring må vurderes ved utarbeidelse av reguleringsplan.»

Videre er det i kap. «B.2.2 Fortau» angitt følgende:

### B 2.3 Snøopplag

Der det ikke er parkering langs kantstein kan fortauet ha en bredde på minimum 3,5 m. 1,0 m av fortauet kan da benyttes til snøopplag.

I kap. «C Veier» er det angitt følgende:

### «Snøopplag

Det er viktig at en har en akseptabel trafikksikkerhets- og fremkommelighetsstandard også om vinteren. I Oslo skjer snørydding vanligvis enten ved at brøytet snø blir liggende for største delen av vinteren eller at den blir kjørt bort innen de nærmeste døgn etter snøfall.

### Reguleringsplan

Ved regulering av offentlige veier i Oslo, skal det innenfor veireguleringen være plass til veibredde (kjørebane + skuldre), eventuelle sykkelfelt, fortau, separat gang- og sykkelvei og sideområder som omfatter grøfter, snøopplag, skilt og belysning. Reguleringsgrense og gjerdelinje faller som regel sammen.»

I kapitlene som beskriver de ulike dimensjoneringsklassene er det angitt følgende eller tilsvarende krav:



*«Snøopplag*

*Hele kjørebanelen pluss eventuelle fortau skal brøytes. Bredden på snøopplag bør være halvparten av brøytet bredde.»*

**Bærum kommune:**

Bærum kommune har tilsvarende i sin veinormal beskrevet følgende krav til vedlikeholdsareal (driftsareal):

*«2.1.1 Vedlikeholdsareal langs vei*

*For å sikre mulighet for effektiv drift og vedlikehold er det viktig at det avsettes tilstrekkelige kantarealer langs veier, parkeringsplasser, skoler og institusjoner, slik at snøen kan lagres lokalt. Bærum er inndelt i tre snøsoner basert på registrerte snømengder i forskjellige deler av kommunen. Soneinndelingen er vist i figur 2-4. På grunnlag av dette er minimumskrav til grøft/vedlikeholdsareal i ulike soner fastsatt.*

*Vedlikeholdsarealet måles fra veiskulder. Minimumskravene er vist i tabell 2-2. Plassering av veilysmast i forhold til vedlikeholdsarealet foretas som beskrevet i "Teknisk veilysnorm for Bærum kommune".»*

Tabell 2- 2 Minimumskrav til vedlikeholdsareal

Område <sup>1)</sup>	Vedlikeholdsareal med veibredde:			Sonegrenser mot nord/vest
	<5 m <sup>2)</sup>	5–9 m	>9 m	
Sone 1	2x1,50	2x1,50	2x1,50	Nordraaksvei, Gml. Drammensvn., Halvorsensvei, Engervannsveien, Elias Smiths vei, John Grauers gt., Jongsåsveien, Sandviksveien
Sone 2	2x1,50	2x1,50	2x1,75	Griniveien, Gml. Ringeriksvei, Øverlandselva, Nesveien, Vallerveien, Bærumsveien, Brynsveien, Økriveien, Ringeriksveien, Tanumveien, Staverhagan
Sone 3	2x1,75	2x2,00	2x2,25	Lengst mot nord/vest

1) Se figur 2-4, Snøsonekart

2) Separat G/S-vei behandles som vei <5 m

I fjellskjæringer og ved murer med høyde 2 – 4 m skal vedlikeholdsarealet utvides med min. 0,5 m. Ved høyde over 4 m skal utvidelsen være 1,0 m. Dette gjelder både kjørevei og G/S-vei.

**Norge**

I gjeldende N100 Veg- og gateutforming er det ikke beskrevet krav til snøopplag.

I høringsforslag til revidert N100 (2016) er det i kap. «A.1.2 Spesifikke planforutsetninger» angitt at forhold knyttet til drift og vedlikehold skal avklares før prosjektering. Bestemmelsene om dette er formulert slik:

*Drift og vedlikehold*

*Veg- og gateanlegget utformes slik at drift og vedlikehold kan utføres effektivt og sikkert. Driftsopplegg for sommer- og vinterdrift vurderes og kan gi behov for spesielle arealer. Plass til snø og snøopplag skal vurderes spesielt med hensyn til utforming av tverrsnitt.*

### 3.3 Krav til drift og vedlikehold av gang- og sykkelveg

#### 3.3.1 Innledning

Det er gjennomført et litteratursøk for å kartlegge hvilke krav som stilles til drift og vedlikehold av g/s-veger i de aktuelle landene og kommunene som inngår i undersøkelsen.

I de fleste krav og retningslinjer for drift og vedlikehold er det bygget inn noen generelle krav som gjelder både for kjørevei og g/s-veg. Dette kan gjelde forhold som f.eks inspeksjon, sikt, tiltakstider mm. Søket er i hovedsak rettet mot å kartlegge spesifikke krav knyttet til g/s-veg.

Det er i liten grad funnet spesifikke krav til drift og vedlikehold differensiert for de ulike typene g/s-veg:

- Gang- og sykkelveg
- Sykkelveg
- Sykkelveg med fortau
- Sykkelfelt
- Gangveg
- Fortau
- Bussholdeplasser

Som følge av dette er gjennomgangen av krav til drift og vedlikehold delt med hensyn på vinterdrift og øvrig drift og vedlikehold, og knyttet til de enkelte vegholderne.

Innsamlet informasjon er dokumentert i egen delrapport:

- Deloppgave 2 Krav til drift og vedlikehold av gs-veg

#### 3.3.2 Vinterdrift

Når det gjelder krav til vinterdrift, ble det nylig gjennomført en undersøkelse som del av Vegdirektoratet's «Etatsprosjekt Vinterdrift, Arbeidspakke Friksjon og vegbaneforhold» for å kartlegge hvilke krav nordiske vegmyndigheter og kommuner stilte til vinterdrift av sine g/s-veger og fortau. Undersøkelsen ble rapportert i Statens vegvesens rapportserie (Reitan, 2016).

Følgende er hentet fra sammendraget i rapporten:

*Hovedinntrykket fra undersøkelsen er at det prioriteres tiltak i vinterdriften for å legge til rette for mer gåing og sykling hos de fleste vegmyndigheter. Dette viser seg gjennom like eller strengere krav på g/s-vegnettet enn på bilveger på dagtid. På sen kveldstid og natt kan det være lavere krav på g/s-veger. I noen kommuner senkes også kravene i helgene.*

*På de høyest trafikkerte bilvegene er det strengere friksjonskrav enn på g/s-veger.*

*På det statlige vegnettet er det krav til utrykning for brøyting fra 0 - 3 cm og opp til 8 cm på natt. I kommunene varierer utrykningskravet fra 0 - 10 cm. I tillegg har flere kommuner et g/s-vegnett som det ikke gjøres tiltak på i vinterhalvåret. Etter snøfall skal standardkravene være tilfredsstillt senest innen 2 og 4 timer etter snøfallet for veger med henholdsvis høy og lav standard. Kravet i kommunene ligger i samme*

området, men en kommune aksepterer inntil 14 timer på det lavest prioriterte vegnettet.

Friksjonskravet på de statlige g/s-vegene er 0,25 i Finland og 0,30 i Norge og Sverige. Danmark har ikke spesifikke krav til friksjonsverdi, der skal det være bar veg. Norge har også et høyt prioritert vegnett som skal ha bar veg. De færreste kommunene har friksjonskrav på sitt vegnett, men det skal strøs når det er glatt og det er satt tidsfrister for når tiltak skal være gjennomført. På det statlige vegnettet skal friksjonsverdiene være gjenopprettet innen 2 timer på prioritert vegnett og 3 timer på det øvrige vegnettet.

Norge skiller seg ut med mange detaljerte krav som maksimal tykkelse på snø- og issåle, krav til tverrfall og krav til synlighet av taktil merking. Når det gjelder krav til jevnhet på en snø- og issåle har Norge, Sverige og Finland krav til dette, 1 cm i Sverige og 2 cm i Norge og Finland. Et fåtall kommuner har krav til jevnhet og de som har det, tillater litt større ujevnheter enn staten.

Når det gjelder kontroll/dokumentasjon av oppnådd resultat er hovedprinsippet at entreprenøren gjør dette og byggherren foretar stikkprøvekontroll. Ikke alle kommuner har beskrevet noen dokumentasjon av resultatet, det kan bety at de gjennomfører driften i egenregi og/eller overhode ikke har noen dokumentasjon av resultatet. Det vanlige er likevel at både entreprenør og byggherre foretar kontroller. I Finland benyttes også eksterne konsulenter til å gjennomføre kontrollene.

Utstyret og metodene til å gjennomføre vinterdriften er stort sett det samme i landene. Traktorer og små redskapsbærere er de viktigste bæremaskinene. På det statlige vegnettet benyttes nok noe større utstyr enn i kommunene. I tillegg til mindre utstyr brukes også lastebiler i Norge, Sverige og Finland. Stort sett er det entreprenøren som bestemmer hvilket utstyr som skal brukes, men enkelte byggherrer presiserer at utstyret må være egnet til arealene de skal brukes på.

Strømaterialet er strøsand og natriumklorid (NaCl). I Finland og Sverige brukes bare sand på det statlige vegnettet, mens noen svenske kommuner også bruker NaCl. Danmark bruker bare salt på statens vegnett, kommunene bruker både sand og NaCl. I Norge brukes både sand og NaCl, men bare et fåtall kommuner bruker NaCl. Ellers benyttes det litt magnesiumklorid og CMA både i Norge og Sverige.

Det tillates maks 6 mm kornstørrelse på strøsand på statsvegene, mens kommunene tillater opp til 8 mm kornstørrelse. I tillegg er det noen som krever at kornene skal være avrundet i kantene slik at den ikke punkterer sykkeldekk eller at sanda skal være vasket. Av natriumklorid brukes det både sjøsalt, steinsalt og vakuumsalt og det spres ut som tørt eller befuktet salt eller som saltløsning.

For mere detaljer henvises det til (Reitan, 2016).

### 3.3.3 Øvrig drift og vedlikehold

#### Norge

##### Statens vegvesen

Håndbok R610 «Standard for drift og vedlikehold av riksveger» gir retningslinjer for drift og vedlikehold av riksveger, men kan også brukes for andre veger. Kravene i håndboken er beskrevet dels som felles krav som gjelder alle vegobjekter og dels som krav for det enkelte vegobjekt eller for utførelse av drift og vedlikehold herunder g/s-veger. Det er i R610 etablert spesifikke krav til drift/vedlikehold på g/s-veger for følgende oppgaver:

- Trafikkberedskap (krav som for tilliggende veg, eller utrykningstid < 4 timer)
- Vegdekke/fast dekke på fortau og g/s-veg (ujevnhet, sprekker, tverrfall, hull, langsgående/tversgående kanter, høydeforskjeller, nivåforskjeller, vegetasjon)
- Frisikt til bom på g/s-veg
- Vegetasjonsskjøtsel – ryddebredde 2 m langs g/s-veg samt spesielle krav ved dyrket mark, krav til vegens frie rom for g/s-veg og fortau (3 m høyde, 0,5 m utenfor vegkant)
- Renhold av g/s-veg, sykkelveg med fortau, fortau, trapp – fri for gjenstander, materialer, belegg og annet avfall, fjerne strøsand
- Vinterdrift av fredselsareal for gående og syklende – to vinterdriftsklasser GsA og GsB

##### Kommuner

De 21 største kommunene i Norge er tilknyttet Vegforum for byer og tettsteder (VBT). VBT har utarbeidet en egen standard for drift og vedlikehold, men som ikke er juridisk bindende for kommunene. Som for R610 er det for noen krav differensiert på vegtype inkl. g/s-veger. Dette gjelder hovedsaklig for renhold av vegbane og vegområde samt for vinterdrift. G/s-veger er for øvrig ikke nevnt spesifikt mange steder i standarden.

I driftskontrakten for Oslo sentrum er det gitt krav om vårrengjøring av g/s-veg skal gjennomføres samtidig med de øvrige vegene i området (innen 30.april/16.mai). Maskinelt renhold for øvrig utføres etter bestilling fra kommunen. Det er gitt krav til utstyr som skal benyttes til renhold av gangarealer skal ha minimum arbeidsbredde på 1,8 m. Oslo kommune har opplegg med driftspatrolje som skal gjennomføre mindre anleggs-, drift og vedlikeholdsarbeider på alle veger inklusive g/s-veger på dagtid mellom kl 07.00 – 15.00 med spesifisert driftskjøretøy med utstyr. For grøntskjøtsel (gressklipping og kantslått) er det ikke gitt spesifikke krav til g/s-veger. I Oslo er det også etablert en egen holdeplasspatrolje som på virkedager på dagtid fra 07.00-15.00 skal patruljere holdeplasser for kontroll av utstyr, renhold av leskur og benker, fjerning av plakater, håndmåking av snø mm. Oslo har også en vaktbil utenom normal arbeidstid som kan kalles ut ved behov.

I øvrige undersøkte kommuner er det ikke kartlagt «komplette standarder for drift og vedlikehold», flere kommuner oppgir at de praktiserer «budsjetstandard» dvs at de kaller ut etter behov og etter tilgjengelige midler.

Kommunene har på sine hjemmesider gjengitt standarden for drift og vedlikehold for de «viktigste» oppgavene som ofte er vinterdrift, vårrengjøring og renhold for øvrig, grøntskjøtsel, dekkevedlikehold og belysning. Et gjennomgående trekk er at g/s-veger ofte har høy prioritet i forhold til det øvrige vegnettet i kommunene.

I Tromsø er det laget forslag til Sykkelstrategi for Tromsø 2016-2026 i samarbeid mellom kommune, Statens vegvesen og fylkeskommunen. I denne strategien skal all vinterdrift på sykkelvegnettet skje etter R610's GsA eller GsB, og nye krav skal implementeres etter hvert som det inngås nye kontrakter. Videre skal sykkelvegnettet kostes og spyles når snøen er smeltet, også gjennom vinteren ved behov. Strategien omfatter også økt fokus på vedlikehold av skader langs sykkelvegnettet for å øke trafikksikkerheten for de syklende, samt årlig vedlikehold av vegmerkingen på sykkelanleggene så tidlig som mulig om våren. Tromsø har tilsvarende også laget forslag til gåstrategi for den samme perioden. Alle gater i Tromsø er her definert som del av hovednettet for gående. Gangvegnettet skal ha god standard hele året, herunder skal alle fortau og gangsoner i sentrum være oppvarmet slik at vinterdriften kan forenkles. Hovedgangstrekninger skal brøytes i god tid før folk starter på arbeids- og skolereiser, og om sommeren skal renholdet prioriteres (fjerne strøsand mm) og vegdekkene skal holde en god standard. I handlingsplanen som følger strategiplanene er det bl.a satt opp et tiltak med å utarbeide en ny standard for drift og vedlikehold i samarbeid med bl.a. Statens vegvesen.

### Huseier/grunneieres forpliktelser

Ansvarsforholdene for gjennomføring av drift/vedlikehold av g/s-veger og fortau i bystrøk kan være noe varierende. Politivedtektene regulerer grunneiers ansvar for flere oppgaver som renhold, strøing og feiing samt ansvaret for å holde sluk og rister ved fortau frie for løv og annet avfall.

Her følger noen eksempler fra to norske kommuner, henholdsvis fra Sør-Norge og Nord-Norge:

Kommune	Huseiers/grunneieres ansvar
Stavanger	<p><b>Politivedtekter, kap. IV. Renhold på offentlig sted</b></p> <p>§ 15. Fortau mv. Eier av hus eller grunn mot offentlig sted plikter å sørge for renhold av fortau og rennestein i tettbygd strøk og rengjøring av lys- og luftegraver i umiddelbar tilknytning til eiendommen. Renholdet skal utføres slik at det blir til minst mulig ulempe. Kloakksluk må ved renhold ikke tilføres oppsop e.l. Etter feiing skal bosset straks fjernes. Det må ikke legges i kjørebanelen eller kloakkslukene.</p> <p>§ 16. Snøfall og takras Eier av hus eller grunn mot offentlig sted plikter etter takras og innenfor tettbygd strøk også etter snøfall, å rydde fortauene utenfor eiendommen for snø og is. Snø etter takras kan kreves fjernet.</p> <p>§ 17. Strøplikt Eier av hus eller grunn mot offentlig sted i tettbygd strøk plikter å strø fortauene utenfor eiendommen når det er glatt.</p> <p>§ 18. Vannavløp Eier av hus eller grunn mot offentlig sted skal sørge for at vannavløp i fortau, rennestein, grøft e.l. holdes åpne.</p> <p>I tillegg har huseier et ansvar for å drifte vegetasjon som vokser ut over eiendomsgrense og ut i trafikkareal:</p> <p>Du som har hage må bidra til at vegetasjon fra din eiendom ikke skaper trafikkfarlige situasjoner. - Klipp hekker og busker slik at de ikke vokser ut over eiendomsgrensen.</p>

Kommune	Huseiers/grunneieres ansvar
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>I soner som krever fri sikt, skal vegetasjonen ikke være høyere enn 50 cm. Også de små trafikantene skal ha oversikt. Også når det har snødd.</i></li> <li>- <i>Fotgjengere, rullestolbrukere, syklistene og andre må ikke tvinges ut i vegbanen på grunn av vegetasjon.</i></li> <li>- <i>Hekk, busker og trær skal ikke skjule trafikkskilt, veinavnskilt, signalanlegg eller gatelys.</i></li> <li>- <i>Trafikanter og vedlikeholdsmaskiner må ikke bli hindret av greiner. Greiner fra trær skal henge minst 2,5 meter over fortau og sykkelfelt. Høyden over selve veibanen skal være minst 4,7 meter.</i></li> <li>- <i>Greiner skal ikke nå opp til ledninger.</i></li> </ul>
Tromsø	<p><b>Politivedtektene Kap. IV. Renhold på offentlig sted</b></p> <p><b>§ 14. Fortau mv.</b>  <i>Eier av bygning eller grunn mot offentlig sted plikter å sørge for rengjøring av lys- og luftgraver. Innenfor tettbygd strøk plikter man også å sørge for rengjøring av fortau og rennestein i umiddelbar tilknytning til eiendommen.</i>  <i>I tørrvær uten frost skal det sprøytes med vann før feiing hvis feiingen ellers medfører støvplager eller andre ulemper. Etter feiing skal oppsopet straks fjernes. Det skal ikke legges i kjørebane eller i gate- og/eller overvannssluk.</i></p> <p><b>§ 15. Snøfall og takras</b>  <i>I tettbygde strøk og opp mot offentlig sted plikter eier av bygning eller grunn etter takras og snøfall å rydde fortauet utenfor eiendommen for snø og is.</i>  <i>Snø og is kan legges langs kanten av fortauet, men skal ikke være til hinder for alminnelig ferdsel. Snø og is skal ikke kastes ut i kjørebane eller legges ved rennesteinen.</i>  <i>Snø eller is fra gårds plass, tomt eller hage må utenom dette ikke kastes/deponeres på offentlig sted.</i></p> <p><b>§ 16. Strøplikt</b>  <i>Eier av hus eller grunn mot offentlig sted i tettbygd strøk plikter å strø fortauet utenfor eiendommen når det er glatt.</i></p> <p><b>§ 17. Vannavløp</b>  <i>Eier av hus eller grunn mot offentlig sted skal sørge for at vannavløp i fortau, rennestein, grøft e.l. holdes åpne.</i></p>

Tab. 3.2 Politivedtekter og grunneieres ansvar i Stavanger kommune og Tromsø kommune

Tabellen viser at det stort sett er de samme forholdene som omtales/reguleres med noen lokale tilpasninger i de to kommunene.

## Danmark

I Danmark er det nylig kommet en høringsutgave av «Håndbog Drift af veje og stier – almen drift» (del av håndbok-serien «Drift af veje og stier») (Vejdirektoratet, 2017). som omhandler alminnelig drift av offentlige veger og stier som renhold, skjøtsel av gressarealer, drenering, skjøtsel av beplantning og ugressbekjempelse. Kravene gjelder generelt for alle «vejmyndighedens arealer» inkl. g/s-veger, det er ikke gitt spesifikke krav knyttet til g/s-veger i denne vejregelen.

I Vejdirektoratets «Paradigme Vinter- og renholdelsesregulativ – Drift» (Vejdirektoratet, 2015) er forpliktelsene for både kommune og grunneiere beskrevet for brøyting, salting/strøing og renhold. Kommunen kan sammen med politi fastlegge at grunneiere som har eiendom i byer eller bymessige områder som grenser opp til kommunal veg og «sti» skal ha ansvaret for å rydde snø, salte/strø ved glatt føre samt renhold på fortau og «sti»:

*Med fortov og sti sidestilles færdselsarealer, der overvejende er bestemt for gående færdsel. Cykelstier, gangtunneler og –broer er ikke omfattet af pligten.*

”Håndbog i cykeltrafikk” (Celis Consult, 2014) er en samling av de danske ”vejrreglene” på sykkelområdet, gir bestemmelser for renhold og vinterdrift.

## **Sverige**

### Trafikverket

Standardbeskrivning för Basunderhåll Väg (SBV) (Trafikverket, 2014) er Trafikverkets tekniske krav for arbeid på veg. SBV beskriver bl.a. krav til vinterdrift, vegdekke, drenering, sideområde og trafikkdelere (skiljeremsor), sideanlegg, vegutstyr mm. Standarden gjelder for både kjøreveg og g/s-veg.

Det er gitt spesifikke krav knyttet til g/s-veg gitt på noen oppgaver/prosesser bl.a. for

- inspeksjon
- tiltakstid ved «brist»
- vinterdrift (egne krav for g/s-veg)
- hull og sprekker i vegdekket
- fri høyde

### Kommunene

Det er ikke gjort noe eget søk mot svenske kommuner, men det finnes flere kilder i litteraturen som gir informasjon om standard for drift og vedlikehold i svenske kommuner.

VTI gjennomførte bl.a en undersøkelse i 2006 som er dokumentert i (Niska 2006). Her ble krav til standard og rutiner ved drift og vedlikehold undersøkt i 13 kommuner med relativt mye sykkeltrafikk. I sammendraget fra denne rapporten er det hentet følgende:

*«Kommunerna följer till stor del Vägverkets standardkrav vid konstruktion av cykelvägar, men har egna riktlinjer för drift och underhåll. Vägverket anses inte alltid vara ett föredöme när det gäller drift och underhåll av cykelvägar och förutsättningarna anses vara så olika att det lämpar sig bäst med lokalt framtagna riktlinjer. I flertalet av de intervjuade kommunerna gäller att cykelvägarna är prioriterade och följer de högsta skötselnivåerna vid drift och underhåll. Ofta är det budgeten som får avgöra vilken standard som kan upprätthållas och i vilken takt åtgärder blir genomförda. Drift och underhåll utförs både av kommunerna själva och av anlitade entreprenörer.»*

Rapporten gir eksempler på krav til standard for drift og vedlikehold i ulike kommuner for ulike typer skader/aktiviteter som:

- ujevnheter, slaghull, setninger, sprekker, tillatte nivåforskjeller
- maskinelt renhold
- vinterdrift -brøyting og salting/strøing

## **Finland**

### Trafikverket

Trafikverket har i Kevyen liikenteen väylien hoito, menetelmätiö (1999) beskrevet standardkrav til drift og vedlikehold. Mange av kravene er angitt for veg, men vil også kunne gjelder for g/s-veg. Det er gitt noen spesifikke krav til g/s-veg bl.a knyttet til vinterdrift, renhold, grøntskjøtsel og vedlikehold av vegdekke.

Spesielt for vinterdrift og brøyting kan det nevnes at dersom g/s-vegen er bredere enn 3 m, så tillater standarden at man kan bruke bredde over 2,5 m til mellomlagring av snø (ofte lagt i området mellom kjørebane og fortau). Kravet er at minst 2,5 m skal være tilgjengelig areal for gående og syklende. Standarden angir kun bruk av strøsand på g/s-veg, og på g/s-veger utenfor tettbygde strøk så kan friksjonsforbedrende tiltak bare utføres på 2 m bredde, resten av bredden skal være tilgjengelig for spark, akebrett eller pulk.

Når det gjelder vårrengjøring så er det krav om å fjerne strøsand så tidlig som mulig etter at snøen har smelte og været er stabilt. Prioritet på tettbygde strøk først, deretter retsen av g/s-vegnettet. Fjerning av strøsand skal gjentas ved behov. Etter vårrengjøring skal godkjent renhetsnivå opprettholdes gjennom sommersesongen. I tettbygde strøk må sand mm feies opp, mens utenfor tettbygde strøk for øvrig er det lov å koste sanden til siden.

Kanstlått langs g/s-veg skal utføres 2-5 ganger i sommersesongen med ryddebredde 2 m, og ved skoler skal dette utføres rett før skolestart.

Alvorlige dekkeskader skal repareres umiddelbart. Andre dekkeskader skal repareres i løpet av 3 døgn og dekkeskader som vesentlig påvirker komfort skal repareres i løpet av 2 uker etter skadene har oppstått. Maks tillatt høydeforskjell i dekket etter reparasjon er 5mm.

#### Kommuner

Det er ikke mottatt eller sett på grunnlag fra finske byer i denne undersøkelsen.

### **3.4 Krav til utforming av vegutstyr på gang- og sykkelveg**

Det er gjort et litteratursøk for å finne evt spesifikke krav til utforming av vegutstyr knyttet til gang- og sykkelveger.

Følgende utstyr er omfattet av undersøkelsen: belysning, rekkverk, skilt, signalanlegg, kantstein, gjerde, mur, indikator, leskur og drenering.

Innsamlet informasjon er dokumentert i egen delrapport:

- Deloppgave 2 Krav til utforming av vegutstyr på gs-veg

#### Belysning

Det er V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning samt N100 Veg og gateutforming som gir føringer for krav til belysning i Norge.

Det er egne spesifiserte krav til belysning på g/s-veger i de fleste land og kommuner. Det omfatter bl.a krav til belysningsklasse, masteplassering fra asfaltkant g/s-veg (min 0,5-1,0m), lampehøyde (4-6m), krav til utforming/farge og fundament mm. Der g/s-veg er parallell eller i nærheten av veg, vil valgt løsning for belysning ofte dekke både veg og g/s-veg.

I Vegnorm for Sør-Rogaland (2017) er det spesielt nevnt at plassering av master må ta hensyn til gjennomføring av vinterdrift og feing.



### Rekkverk

N101 Rekkverk og vegens sideområde omhandler krav til rekkverk for gående og syklende i kap. 3.7, V122 Sykkelhåndboka omtaler også rekkverk flere steder.

Kommunene i Norge henviser i hovedsak til dette regelverket, i tillegg til at noen av dem har noen konkrete, lokale krav knyttet til bl.a. type rekkverk. Behov for rekkverk mellom veg og g/s-veg er i første rekke avhengig av avstand til veg, fartsgrense tilliggende veg, bredde på evt trafikkdel. Behov for rekkverk for g/s-vegen, er i første rekke avhengig av høydeforskjeller i sideterrenget, helninger på sideterrenget og det skal gå trafikk utover driftskjøretøy på g/s-vegen. Krav til rekkverkshøyde 0,9-1,1 m når helning er slakere enn 1:1,5, men dersom høydeforskjellen er > 1,0 m og helning brattere enn 1:1,5 bør det brukes ikke-klatrevennlig rekkverk med høyde 1,2 m.

Danmark har krav i sin Håndbog Autoværn og tilhørende utstyr (2015), og omtaler «cykelstier» i kap. 7.6.4. Her er det angitt at det som hovedregel ikke settes opp rekkverk mellom kjørebane og sykkelveg (cykelstier), men for veger med fartsgrense større enn 80km/t bør de etableres med rekkverk når sykkelvegen ligger innenfor sikkerhetssone. Her er det spesifisert ønsket avstand mellom g/s-vegkant og forkant rekkverk på 0,5 m.

I Sverige angir «Krav for Vägars och gators utformning» (2015) krav til g/s-veg rekkverk. Høyden på ett g/s-veg rekkverk skal være min. 1,1 m, og min. 1,4 m bl.a. der høydeforskjellen er mere enn 3,0 m nærmere enn 1 m fra g/s-vegen eller om det er dypt vann på utsiden av rekkverket.

### Skilt

Det er omfattende krav til skilter i alle land. Det som kanskje er mest relevant for g/s-veger er plassering av stolper i avstand fra g/s-veg og frihøyde i forhold til maskinell utførelse av drift og vedlikehold.

I Norge er det krav om plassering av skiltstolpe eller skiltekant minst 0,3-0,5 m fra kant av g/s-veg og frihøyde til skilt eller fester skal være minst 2-2,2 m. Når skilt står over g/s-veg skal frihøyde være minst 2,5 m. Kommunene har tilsvarende krav, det samme gjelder for Danmark. I Sverige ønskes en avstand på 1 m til «harde objekter».

### Signalanlegg

Det er ikke funnet så mange krav til signalanlegg spesifikke for g/s-veger. Det er i hovedsak tilsvarende krav til avstand fra g/s-vegkant og frihøyde som for skilt, noe fokus på plassering av trykknapper samt oppmerking for syklistere ifm signalregulerte kryss (sykkelboks mm).

### Kantstein

Kantstein er behandlet i tilknytning til de ulike typer g/s-arealer i kap. 3.2, og omtales derfor ikke her.

### Gjerde

Det er ikke funnet spesielle krav til gjerder for g/s-veger.

Gjerde vil i hovedsak ha funksjon i forhold til kjøreveg (trafikkjerde, sikringsjerde) for å redusere risiko for konflikt mellom ulike trafikantgrupper og mellom trafikanter og dyr samt beskytte trafikanter eller andre personer og dyr fra farlige steder (bratte skråninger, fyllinger, stup mm).

### Mur

Det er ikke funnet spesielle krav til mur for g/s-veger.

Murer har funksjon som støttemur for å ta opp høydeforskjeller i terrenget, og krav til mur er uavhengig av vegtypen den hører til.

### Indikator

Det foreligger detaljerte krav til indikatorer, både generelle krav og spesielle krav, knyttet til ulike funksjoner (føle, se, høre). Kravene gjelder i hovedsak uansett hvor indikatoren er plassert, spesielle krav for indikatorer på g/s-arealer foreligger ikke.

I Norge er retningslinjer for bruk av indikatorer bl.a gitt i V129 Universell utforming av veger og gater, samt for holdplasser spesielt i V123 Kollektivhåndboka.

I denne sammenheng er det derfor ikke gjort en samlet fremstilling av krav til indikatorer på g/s-arealer.

### Leskur

I Norge er det i V123 Kollektivhåndboka (2014) krav til utforming av leskur med min. 2,5 m lengde og min 1,6 m bredde. Leskuret bør ha trinnfri atkomst, og nivåforskjeller bør ikke være større enn 20 mm. Leskur skal ha benk med armlene/støttehåndtak. Det bør være søppelbøtte. Ruteinformasjonen plasseres slik at alle kan komme inntil, min. 0,9 m fri bredde. Det skal være fri sikt fra leskuret til ankommende buss. Leskur utføres normalt med glassvegger som ivaretar dette hensynet. Glassfelt kontrastmarkeres tydelig i høyde 0,9 m og 1,5 m over bakken.

I Danmark finnes krav om plassering av leskuret på holdeplass (sikt mot sjåfør av buss).

I Sverige er det indirekte krav til bredde på leskur minst 0,7 m på «våderskydd» for plattform med den høyeste standarden (øvrige plattformer har ikke krav til leskur).

### Drenering

Det er ikke funnet spesielle krav til drenering for g/s-veger.

## **3.5 Krav til d/v av vegutstyr på gang- og sykkelveg**

Det er gjort litteratursøk for å finne evt spesifikke krav knyttet til drift og vedlikehold av vegutstyr på g/s-veger. Litteratursøket omfatter følgende utstyr: belysning, rekkverk, skilt, signalanlegg, kantstein, gjerde, mur, indikator, leskur og drenering.

Statens vegvesens R610 Standard for drift og vedlikehold og Vegforum for byer og tettsteder (VBT) sin tilsvarende standard for drift og vedlikehold omhandler ikke spesifikke krav til vegutstyr tilknyttet g/s-veger. Kravene er generelle og gjelder for alle typer veg og gater. Alle de undersøkte norske kommuner med unntak av Alta, er medlemmer av VBT.

Det er ikke funnet at de undersøkte kommunene har egne, komplette standarder for drift og vedlikehold av vegutstyr, flere henviser til at de har en «budsjettstandard» hvor tilgjengelige midler/ressurser i stor grad styrer når det gjennomføres tiltak på vegnettet deres. Det er ikke undersøkt hvilke krav som ligger i avtaleverk/ driftskontrakter i de

ulike kommunene. Informasjon er hentet fra direkte kontakt med kommune og gjennom søk på kommunenes hjemmesider.

Det er heller ikke kartlagt spesifikke krav til vegstyr tilknyttet g/s-veger i de andre nordiske landene.

Trafikverkets «Standardbeskrivning för Basunderhåll Väg (SBV)» (Trafikverket, 2014) omtaler spesifikke krav til inspeksjon og frist for iverksettelse av tiltak ved «brist» for g/s-veger. Den har også spesifikke krav knyttet til «sprickor och hål» i vegen, til «fri höjd» samt til «röjning/slätter» for g/s-veger, men ikke for aktuelt vegstyr som omfattes av denne undersøkelsen.

GCM-håndboken (Trafikkverket m.fl., 2010) omhandler drift og vedlikehold i et eget kapittel. Kapittelet beskriver generelt og gir råd om utførelse av drift og vedlikehold av dekke, vintervedlikehold, ugressbekjempelse, kantslått samt vedlikehold av vegoppmerking. Det er ikke gitt standardkrav direkte, men anbefalinger om nivå på drift og vedlikehold.

Anna Niska har i sin rapport (Niska, 2011) funnet få spesifikke formuleringer om krav til drift og vedlikehold av vegstyr tilknyttet g/s-veger.

Danmark har nylig sendt ut en høringsutgave av «Håndbog Drift af veje og stier» (Vejdirektoratet, 2017) som omhandler krav til renhold, skjøtsel av gress, drenering, beplantning samt ugressbekjempelse. Arealer for gående og syklende er ikke spesielt håndtert, men inngår i «vejmyndighedens arealer» som kravene er gitt for. «Håndbog Vejdstyr. Drift og vedlikehold» (Vejdirektoratet, 2008) er gjeldende håndbok for oppmerking, belysning og signalanlegg, heller ikke denne har spesifikke krav til vegstyr tilknyttet g/s-veger.

Det er ikke kartlagt spesifikke krav til vegstyr tilknyttet g/s-veg i Finland.

*Litteratursøket viser derfor i hovedsak at det ikke er etablert spesifikke krav til drift og vedlikehold for vegstyr på g/s-veg.*

## **3.6 Krav til dimensjonering av gang- og sykkelveger i Norden**

### **3.6.1 Innledning**

Det er gjennomført en undersøkelse av hvilke krav som stilles til dimensjonering av g/s-veger i Norden, og det er samlet inn informasjon fra følgende land:

- Norge
- Sverige
- Danmark
- Finland
- Island

I tillegg er det samlet noe informasjon om krav/oppbygging som gjelder for en del svenske kommuner samt noen andre land hentet fra (Niska, 2006) og (Niska 2011). Dimensjonering av veger inkludert g/s-veger i de nordiske land er basert på ulike forutsetninger, prinsipper og metoder. Det er derfor vanskelig å lage en ensartet sammenstilling av den innsamlede informasjonen.

### 3.6.2 Norge: Gjeldende N200 Vegbygging

Kravene til dimensjonering av g/s-veger er beskrevet i kap. 516 i håndbok N200 (versjon 2014).

Følgende dimensjoneringsforutsetninger gjelder (N200, kap. 516.0):

- Gang- og sykkelveger skal tåle belastninger fra vedlikeholdsutstyr og sporadisk trafikk av utrykningskjøretøy, renovasjonsbiler, o.l.
- Behovet for telesikring, spesielt risikoen for ujevnt telehiv, bør også vurderes ved dimensjonering av overbygningen for gang- og sykkelveger (se N200, kap. 511)
- Dimensjoneringen skal gi tilstrekkelig bæreevne i teleløsningen, men noe telehiv kan opptre. Vegen bør dimensjoneres, eventuelt frostsikres, for å unngå telesprekker (se N200, kap. 511)

Tab. 3.3 gir dimensjonering og alternative utførelser av vegoverbygningen (hentet fra N200, Figur 516.1).

<b>DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING – GANG- OG SYKKELVEGER (lagtykkelser i cm)</b>		
<b>VEGDEKKE</b>		
Myke dekketyper		4,0
Stive dekketyper		3,0 over 3,0 <sup>5)</sup>
Grus <sup>2)</sup>		5
<b>BÆRELAG</b>		
Ag		4
Fk		10
Gjb I, Ak		10
<b>FORSTERKNINGSLAG PÅ</b>		
Materialtype i grunnen:	Bæreevnegruppe	Tykkelse
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	Evt. Avrettingslag
Grus, Cu ≥ 15, T1	2	Evt. Avrettingslag
Grus, Cu < 15, T1 Sand, Cu ≥ 15, T1 Fjellskjæring, steinfylling, T2	3	30
Sand Cu < 15, T1 <sup>4)</sup> Grus, sand, morene, T2	4	30
Grus, sand, morene, T3	5	40
Silt, leire, T4, cu ≥ 50 kPa	6	50
Silt, leire, T4, 37,5 ≤ cu < 50 kPa	6	50
Silt, leire, T4, 25 ≤ cu < 37,5 kPa	6	50+20 <sup>1)</sup>
Silt, leire, T4, cu < 25 kPa <sup>3)</sup>	6	50+50 <sup>1)</sup>
<p>1) Tall med + foran er knyttet til anleggsfasen, se pkt. 510.6.</p> <p>2) Vanligvis bør det benyttes fast dekke på gang- og sykkelveger.</p> <p>3) For undergrunn av leire med cu &lt; 25 kPa skal forsterkningslagets tykkelse og sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt.</p> <p>4) Sand med Cu &lt; 5 må vurderes spesielt.</p> <p>5) Bindlag kan sløyfes dersom bærelaget består av Ag. Tykkelsen på øvre bærelag skal da økes tilsvarende bindlagets tykkelse.</p>		

Tab. 3.3 Dimensjoneringstabell for gang- og sykkelveg, typiske materialer med lagtykkelser i cm

Følgende spesielle forhold kommenteres (N200, kap. 516.1)

- På undergrunn og fylling av materiale i bæreevnegruppe 1 og 2 trengs det ikke forsterkningslag. Det er likevel nødvendig med et avrettingslag for å oppnå tilfredsstillende jevnhet.
- Anleggsfasen kan være kritisk for overbygningen på gang- og sykkelveger. På undergrunn av silt eller leire med  $c_u < 37,5$  kPa er det dimensjonert for anleggstrafikken.
- Myke slitelag, som f.eks. Ma, er kun aktuelt når øvre bærelag består av ubundne materialer. Minimum tykkelse er 4 cm.
- Stive slitelagstyper (som Agb, Ab og Ska) krever en samlet tykkelse for de bituminøse lagene på minst 6 cm, og de bituminøse massene skal legges i minst to lag. Dersom øvre bærelag består av bituminøst materiale, skal alltid stive asfalttyper velges i bind- og slitelag.

### 3.6.3 Norge: Forslag til revidert N200 Vegbygging

Det arbeides med en ny versjon av N200 Vegbygging.

En foreløpig versjon av denne pr 2017-11-07 har følgende endringer for g/s-veg:

- Alternativet med grusdekke er tatt ut av dimensjoneringstabellen
- For vegdekker og bærelag er det laget et skille mellom gs-veger med lett trafikk og gangarealer hvor belastinger fra kjøretøy er begrenset til nødvendig trafikk for vedlikeholdet av arealene.
- For noen bærelagsalternativer er kravene til bærelagets lastfordelende evne øket.
- For Bæreevnegruppe 1 og 2 hvor det kun var krav til et evt. avrettingslag er det nå krav om 300 mm forsterkningslag.
- For Bæreevnegruppe 6 er kravet til forsterkningslagets tykkelse øket med 100 mm ut fra anleggstekniske forhold.

Tabellen under gir dimensjonering og alternative utførelser av vegoverbygningen (hentet fra forslag til revidert N200, Figur 515.1).

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING PÅ GANG- OG SYKKELVEGER (lagtykkelser i cm)		
VEGDEKKE		
		Med lett trafikk
		Kun gangareal + vedlikeholdsbiler
Ma		4,0
Agb over Agb		3,0 over 3,0
BÆRELAG		
Ag over Ak/Fk		4 over 10
Fk, Gjb		15
Ak		10
FORSTERKNINGSLAG PÅ		
Materialtype i grunnen:	Bæreevnegruppe	Tykkelse
Fjellskjæring, steinfylling, T1	1	30
Grus, $C_u \geq 15$ , T1	2	30
Grus, $C_u < 15$ , T1 Sand, $C_u \geq 15$ , T1 Fjellskjæring, steinfylling, T2	3	30
Sand $C_u < 15$ , T1 Grus, sand, morene, T2	4	30
Grus, sand, morene, T3	5	40
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50+10 <sup>1)</sup>
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50+10 <sup>1)</sup>
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+30 <sup>1)</sup>
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	6	50+60 <sup>1)</sup>
1) Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold. Rød farge angir endringer fra gjeldende N200		

Tab. 3.4 Dimensjoneringstabell for gang- og sykkelveg, typiske materialer med lagtykkelser i cm for forslag til ny N200.

### 3.6.4 Finland

De finske dimensjoneringsregler er beskrevet i Trafikverkets anvisninger *Tierakenteen suunnittelu*. Reglene ble oppdatert i 2017, men har vært uten store endringer siden 1990-tallet.

Alle veger, også g/s-veger dimensjoneres for to forhold; telehiv og bæreevne.

Dimensjonering for telehiv er basert på en gjennomsnittlig teledybde som varierer fra 1,40 m til 2,20 m. Beregnet telehiv er i tillegg til teledybden, basert på en vurdering av materialene i grunnen og deres teleløftende egenskaper, materialene i overbygningen og om forholdene på stedet kan klassifiseres som tørre eller fuktige. Det er videre skilt mellom homogene og varierende grunnforhold.

For g/s-veger er et maksimalt tillatt beregnet telehiv satt til 70 mm for homogene grunnforhold og til 30 mm for varierende grunnforhold. For g/s-veger som er armert med stålnett, er tillatt beregnet telehiv satt til 160 mm for homogene grunnforhold og til 130 mm for varierende grunnforhold.

Dimensjonering for bæreevne er basert på en beregning av teoretisk bæreevne basert på Odemarks formel.

Klasse	Separat g/s-veg Grus	Separat g/s-veg MykASFalt o.l.	Separat g/s-veg Agb og stivere dekketyper	g/s-veg < 2m avstand fra veien Agb og stivere dekketyper
Anbefalt bæreevne på vegdekket	50 - 70 MPa	100 MPa	100 MPa	150 MPa
Vegdekketykkelse		40mm	40mm	40mm
Min. bæreevne på bærelaget	60 MPa	85 MPa	85 MPa	130 MPa

Tab. 3.5 Grunnlag for dimensjonering av finske g/s-veger

I beregningene inngår standardiserte verdier for materialenes E-moduler basert på en inndeling i 6 klasser for de granulære materialene i vegoverbygningen og evt. materialer vegfyllingen og 7 klasser for materialene i grunnen. For alle materialer er det separate verdier for tørre og våte forhold.

### 3.6.5 Island

Det finnes ikke statlige g/s-veger på Island som Vegagerðin (Vegdirektoratet) har ansvaret for, og det finnes derfor ikke noe nasjonalt regelverk for dimensjonering av g/s-veger på Island.

Det opplyses fra Vegagerðin at det generelt er mangler på regler og retningslinjer for dimensjonering av overbygning for sykkelveger på Island, og at dette gjelder både for Vegagerðin og de enkelte kommunene.

Det pågår imidlertid et arbeide med å lage en ny håndbok («anvisning») for utforming av g/s-veger for Reykjavik by (Efla utfører dette arbeidet), og det planlegges nå et samarbeid mellom Reykjavík by, Vegagerðin, the Icelandic Transport Authority m.fl. for å få denne håndboken til å gjelde for hele landet. Man håper at håndboken ikke bare vil omfatte geometrisk utforming av sykkelveger, men at den også inkluderer dimensjonering av overbygningen på sykkelvegene.

Det finnes en håndbok for dimensjonering av vegoverbygninger, som i stor grad er en oversettelse av den norske håndboken (N200 Vegbygging), men den delen som omfatter sykkelveger er ikke inkludert i den islandske utgaven.

[http://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/Burdarholsleidbeiningar\\_vega-2013/\\$file/Burðarpolsleiðbeiningar\\_vega-2013.pdf](http://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/Burdarholsleidbeiningar_vega-2013/$file/Burðarpolsleiðbeiningar_vega-2013.pdf)

Det er innhentet noen eksempler på oppbygging for hhv Akureyri kommune og Reykjavik by, som vist i tabellen under:

Lag i overbygningen	Akureyri kommune	Reykjavik by
VEGDEKKE	Ab11 (AC 11) 5 cm	Ab 11 (AC 11) <sup>1)</sup> 5 cm
Avrettingslag	Maks 5 cm	Maks 5 cm (0-22mm)
BÆRELAG	30-40 cm	60 cm (0-63mm)
FORSTERKNINGSLAG	40 cm <sup>2)</sup>	
Totaltykkelse	80-90 cm	60-70 cm

1) Reykjavik har hatt krav om 10% andel gjenbruksasfalt (fresing) de siste 5-6 årene, i 2017 økte kravet til 25%  
2) De har de senere årene fått samme pris på bærelagsmasser som for forsterkningslagsmasser, selv om det er store kvalitetsforskjeller på massene. De har derfor begynt å sette samme krav til forsterkningslagsmasser som til bærelagsmassene.

Tab. 3.6 Eksempler på oppbygging av sykkelveger på Island



### 3.6.6 Danmark

Kravene til dimensjonering av g/s-veger er beskrevet i håndbok «Dimensjonering af befæstelser og forstærkningsbelægnings. Anlæg og planlægning, Vejregler» (september 2017).

Vejreglene angir to alternative metoder for dimensjonering:

- Katalog
- Simulation (med dimensjoneringsprogrammet MMOPP)

For g/s-veger er det kun katalogalternativet som gjelder.

Vejregelen opererer med flere trafikklasser for å fastlegge dimensjonerende trafikk, som vist i tabellen under hentet fra Vejregelen (Tabell 1):

Trafikklasser	Lastbiler på vejen pr. døgn i begge retninger tilsammen	$N_{\text{E10}}$ , pr. døgn i spor (øvre grænse)	Dimensjoneringstrafik $N_{\text{E10}}$ /år
T0 <sup>1)</sup>	Kun lette køretøjer	-	-
T1	Mindre end 1	0,5	75
T2	Op til 65	20	7.300
T3	65 til 120	50	18.300
T4	120 til 560	200	73.000
T5	560 til 1.200	500	180.000
T6	1.200 til 1.500	800	300.000
T7	Mere end 1.500	1.500 <sup>2)</sup>	500.000 <sup>2)</sup>

Noter

- 1) I trafikklasser T0 bør træffes aktive foranstaltninger mod færdsel med tunge køretøjer (mere end 3.500 kg totalvægt), f.eks. tungt snerydningsmateriel.
- 2) Principielt ubegrænset - de angivne værdier bruges som standardværdier i MMOPP.

Tab. 3.7 Trafikklasser

Det er i tilknytning til Tabell 13 i Vejregelen oppgitt at det er trafikklasser T0 som skal benyttes for «stier»:

*Befæstelsestypen er alene tenkt anvendt til stier i parker og tilsvarende, hvor der er truffet aktive foranstaltninger til at sikre, at der ikke forekommer trafik med tunge kjøretøjer, se endvidere Tabel 1.*

I Tab. 3.7 over er det forutsatt at det iverksettes fysiske tiltak for å sikre at arealene ikke kan trafikeres av tunge kjøretøy ut over det som er nødvendig i forbindelse med drift og vedlikehold av arealene.

Et utdrag av dimensjoneringstabellen, Tabell 13 i Vejregelen er vist nedenfor. For å være mest mulig sammenlignbar med dimensjoneringstabellen i forslag til ny håndbok N200, er det i tabellen under tatt inn et eksempel på dimensjonering av Trafikklasser T1. Dimensjoneringen skiller mellom 10 og 20 års dimensjoneringsperiode

Lag i overbygningen	T0 10 års dim.periode	T0 20 års dim.periode	T1 N ≤ 0,5 Mill, 20 års dim.speriode
VEGDEKKE	3 cm PA 250/330	3 cm PA 250/330	2 cm PA 250/330
BÆRELAG	10 cm SG <sup>5)</sup>	12 cm SG <sup>5)</sup>	4 cm GAB 0 over 10 cm SG
FORSTERKNINSLAG	27 cm BL <sup>5)</sup>	25 cm BL <sup>5)</sup>	24 cm BL
Totaltykkelse	40 cm	40 cm	40 cm
5) Nogle tykkelser der er mindre end de generelt anbefalede minimums tykkelser, men er erfaringsmessigt tilstækkelige			

Tab. 3.8 Eksempler på oppbygging av sykkelveger i Trafikklasse 0 og 1

Forklaring på betegnelser:

- PA 250/330 er en betegnelse for Pulverasfalt med vegbitumen 250/330 som bindemiddel. Massetypen likner Asfaltgrusbetong, øvre siktstørrelse kan i prinsippet variere mellom 6 og 16 mm, men vanlige krav til forholdet mellom lagtykkelse og øvre siktstørrelse gjelder.
- GAB 0 er Grusasfaltbetong 0 som kan sammenliknes med Asfaltert grus (Ag), men bindemiddelmengden er noe større, normalt 5,0% mot 4,5% for Ag. Øvre siktstørrelse er normalt 11 eller 16 mm. I Trafikkgruppe T0 og T1 skal bindemiddelet være vegbitumen 70/100.
- SG betyr Stabil grus som kan sammenliknes med knust grus Gk og knust berg Fk, Andelen knuste partikler skal være minst 50%, øvre siktstørrelse er 32 mm.
- BL betyr Bundsikringslag som kan sammenliknes med vårt forsterkningslag. Det er ikke krav til andelen knuste korn, øvre siktstørrelse skal være mellom 8 og 63 mm.

I Tab. 3.8 over er Pulverasfalt beskrevet som det mest aktuelle asfaltdekket. Tabell 14 i Vejregelen angir imidlertid at så vel tynndekker som asfaltbetong og skjelettasfalt kan være aktuelle dekketyper i Trafikklassene T0 og T1.

Det er i Vejreglene også angitt en dimensjonering mot telehiv med følgende beskrivelse:

*«Den samlede tykkelse af vejbefæstelsen (koblingshøjden) fastlægges ud fra hensynet til frosthævningsrisiko i kombination med trafikklassen. Såfremt strækningens jordarter ikke kan fastlægges ud fra tidligere erfaringer, der giver et vel underbygget kendskab til jord-bundsforholdene, bør der udføres undersøgelse i marken. Er de aktuelle jordarters opfrysningsrisiko ikke bestemt på anden måde, kan værdierne i ne-denstående skema benyttes.»*

For Trafikkgruppe T0 og T1 er det følgende krav:

- For "frostvulksom underbund" er det krav om minst 40 cm total overbygningstykkelse, for frostfarlig underbund er kravet minst 50 cm total overbygningstykkelse.

Overbygningens totale tykkelse er i Tab. 3.8 40 cm for alle tre kolonnene. Den praktiske konsekvens av kravene over er dermed at tykkelsen på forsterkningslaget må økes med 10 cm på undergrunn av frostfarlig materiale.

Ved vurdering av danske dimensjoneringsregler må man ta hensyn til at grunnforholdene i Danmark ikke har like store variasjoner som vi er vant til i Norge. Susanne Baltzer i Vejdirektoratet har i mail av 8.11.2017 presisert følgende:

*«Sand og moræneler er stort sett det eneste vi har, - undtaget lige på Bornholm hvor vi har fjeld/klippe. Der kan være mindre områder med blødt organisk materiale, men områderne er så små at materialerne typisk graves væk.»*

### 3.6.7 Sverige

Krav til dimensjonering av g/s-veger er gitt av PMS Objekt og Trafikverkets TRVK Väg. Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion (TRV 2011:072).

I henhold til TRVK Väg, Kap. 4.4.2.7 GC-vägar skal g/s-veger dimensjoneres for en trafikkbelastning på 150 000 standardaksler (PMS Objekt, sum ekvivalente 10t aksellastpasseringer i dimensjoneringsperioden).

Svært ofte er det kravet om maksimalt 160 mm telehiv som er dimensjonerende (VVFS 2004:031, Vägverkets föreskrifter om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator).

Det er gjennomført beregninger med PMS Objekt versjon 5.01 for 3 ulike klimasoner i Sverige, og resultatene de tre eksemplene er vist i tabellen nedenfor:

Lag i overbygningen	Klimasone 1	Klimasone 3	Klimasone 7
	Blekinge	Dalarna	Norrbottn
VEGDEKKE	Agb11 4,5 cm	Agb11 4,5 cm	Agb11 4,5 cm
BÆRELAG	Fk 8 cm	Fk 8 cm	Fk 8 cm
FORSTERKNINGSLAG + EVT FROSTSIKRINGSLAG			
Berg, sprengt stein	20 cm	20 cm	20 cm
Grovkornig jord	42 cm	42 cm	42 cm
Leire	42 cm	42 cm	87 cm
Silt	42 cm	62 cm	117 cm

Tab. 3.9 Eksempler på oppbygging av g/s-veger i tre klimasoner i Sverige

Materialer som er tillatt brukt i forsterkningslag og frostsikringslag, er beskrevet i:

*TRVKB 10 Obundna lager*  
*Trafikverkets Krav Beskrivningstexter för Obundna material i*  
*vägkonstruktioner*  
*TRV 2011:083, TDOK 2011:265*

Skyddslag (norsk frostsikringslag) kan i Trafikverkets regelverk også kalles «nedre forsterkningslag». Forsterkningslaget kan bestå av knust berg eller knust grus (maks 30% helt runde korn + div andre krav), som frostsikringslag tillates brukt grus uten krav til andel knuste korn.

### 3.6.8 Sverige: Eksempler fra kommuner

VTI har kartlagt konstruksjonskrav for enkelte kommuner i Sverige (Niska, 2006). Nesten alle kommunene i denne undersøkelsen fulgte dimensjoneringsprinsippene i VÄG94. Vanligvis ble prinsippene i VÄG94 fulgt med hensyn til total tykkelse på vegoverbygningen, mens materialvalg og de enkelte lagtykkelser kunne avvike.

Dette ga typiske overbygningstykkelser som vist i tabellen nedenfor:

Kommun	Slitlager	Bärlager	Förstärkn.-lager	Total tjocklek	Anmärkingar
Borlänge				700 mm	Siltjord gör att så mäktig överbyggnad krävs
Göteborg	45 mm (ABT)	255 mm (0–40 mm)		300 mm	För separerade gc-vägar, på undergrund av materialtyp 2–3
Helsingborg				300 mm	
Lund	40 mm (MABT 8)	80 mm	240 mm	360 mm	Starkare konstruktioner på landet
Malmö	25 mm (ABT 8)	Bundet bärlager: 35 mm (AG 16)	Krossat bärlager: 240 mm (0–40mm)	300 mm	Asfalt på cykelbanor, plattor på gångbanor
Örebro	40 mm (ABT 11)	100 mm	250–280 mm (0–90 mm)	400 mm	I centrum ofta asfalt på cykelytor och plattor på gångtytor

Tab. 3.10 Eksempel på overbygningstykkelser i svenske kommuner på g/s-veger

Ca. halvparten av kommune anså konstruksjonskravene i VÄG94 som tilstrekkelige, de øvrige savnet først og fremst tilpassede dimensjoneringsprinsipper for tyngre laster på sykkelvegen.

## 4 Erfaringer med drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger

### 4.1 Innledning

Drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger er utfordrende. Et g/s-vegnett, spesielt i tettbygde strøk/bystrøk, er mangfoldig og sammensatt. For den enkelte trafikanten vil start- og stoppested variere, og tilsvarende vil valg av rute kunne variere. Det innebærer at den gående og syklende på sin rute vil kunne bevege seg på mange ulike typer g/s-arealer som kan ha ulike vegholdere (offentlige og private grunneiere/huseiere), som driftes og vedlikeholdes i ulike kontrakter, til ulike tidspunkter og med ulike metoder, utstyr og standard.

Anlegg for gående og syklende som er separert fra biltrafikken er det enkleste å håndtere i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv, hvor man i stor grad kan gjennomføre drift og vedlikehold av det ene systemet uten at det påvirker det andre systemet i nevneverdig grad med unntak av de steder hvor de krysser hverandre (Karhula, 2014). Separerte systemer er enklere å få til utenfor tettbygde strøk pga bedre tilgang på arealer, men er samtidig mere krevende å få til i tettbygde strøk/bystrøk hvor det er stor «konkurranse» om arealene til ulike formål.

Svenske kommuner (Niska, 2006) vurderer vinterdrift, og da først og fremst tine/fryse-syklusen med vekslende føreforhold, spor- og isdannelse, som det vanskeligste med drift og vedlikehold av g/s-veger. I tillegg pekes det på utfordringer med å holde et jevnt dekke som tilfredstiller syklistenes krav til komfort. Niska henviser til en amerikansk undersøkelse (Ardekani m.fl., 1995) som fant at ujevnheter i dekket, som f.eks slaghull, sprekker og spor samt sand, grus og annet avfall, er de to største risikomomentene for syklistene i forhold til ulykker. Dårlig belysning skaper følelse av utrygghet, og utgjør også en sikkerhetsrisiko da feil/mangler med dekketilstand og andre forhold blir vanskeligere å oppdage for syklistene.

For de gående og syklende er følgende forhold av stor betydning for dem:

Vinterdrift	Fremkommelighet, friksjon og sikt
Renhold (grus, sand, løv, søppel)	Friksjon, fremkommelighet, estetikk
Vegetasjonsskjøtsel (busker, trær, hekker)	Sikt, fremkommelighet, trafiksikkerhet
Belysning	Trygghet, komfort
Dekkevedlikehold	Komfort, trafiksikkerhet

Tab. 4.1 Forhold av betydning for gående og syklende

Dette er også blant de aktivitetene som er mest ressurskrevende for vegholderne som vist i figuren på nesete side (beregnet med Statens vegvesens kostnadsmodell for drift og vedlikehold, MOTIV) for en typisk g/s-veg med vinterdriftstandard GsB (dvs ikke bar veg-strategi) og med hhv 10 og 100 feiinger som kan representere en g/s-veg i henholdsvis tettbygd strøk og i bystrøk.

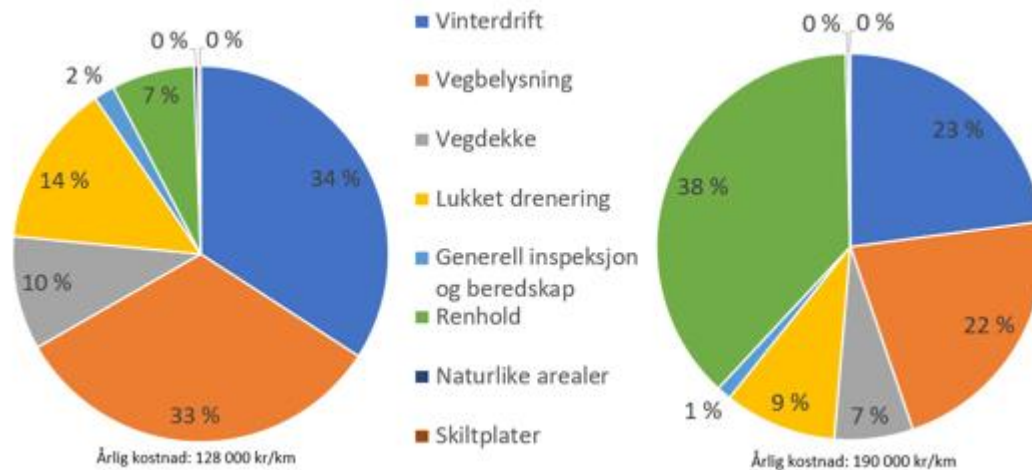


Fig. 4.1: Kostnader fra MOTIV for g/s med vinterdriftsstandard GsB med hhv 10 (venstre) og 100 (høyre) feiinger (representerer tettbygd strøk og bystrøk)

Grunnlaget for vurderinger av drift og vedlikehold er i hovedsak hentet fra litteratursøk, gjennomført spørreundersøkelse samt innspill fra workshop i forbindelse med Teknologidagene 2017 i Trondheim. En sentral kilde har også vært Statens vegvesen sin erfaringsamling kalt «Fra Plan til Drift og Vedlikehold» (Statens vegvesen, 2013), som også omhandler erfaringer knyttet til g/s-veger med tema og eksempler på gode/dårlige løsninger i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv.

Her følger først noen generelle betraktninger knyttet til erfaringer med drift og vedlikehold av g/s-veger og hvilke forhold som er premissgivende for omfang og gjennomføring av driften og vedlikeholdet. Senere følger erfaringer med de ulike typene g/s-veger med eksempler på gode/dårlige løsninger.

## 4.2 Generelle erfaringer – premisser for drift og vedlikehold

### Standard for drift og vedlikehold av g/s-veger

Som kap. 3.3 viser så prioriterer vegholderne å ha en høy standard/prioritet på g/s-vegnettet i de fleste nordiske land. Spesielt det prioriterte hovedsykkelvegnettet har standardnivåer for både sommerdrift og vinterdrift som er høye/like høye som det øvrige vegnettet. Men Niska (Niska, 2011) antyder at det synes å være en forskjell mellom den standarden som syklistene opplever og den som vegholderne sier at de tilbyr. Eksempelvis opplever mange syklistere at vinterdriftsstandarden er dårligere på g/s-veg enn på veg for øvrig, selv om g/s-vegene skal prioriteres.

Niska (Niska, 2011) finner at det er gjennomført begrenset med dokumentert forskning på standardnivåer for drift og vedlikehold, og at bakgrunnen for de retningslinjer og standardkrav som gjelder for g/s-veger i Sverige i større grad er basert på erfaringer enn på effektsammenhenger. Standardkrav som gjelder for biltrafikken samt tilgjengelig budsjett har i større grad påvirket fastsettelsen av krav enn syklistenes egne behov.

I Statens vegvesens Nasjonal gåstrategi (Statens vegvesen, 2012) påpekes det viktigheten av et godt drift og vedlikehold:

*«God drift og vedlikehold av gangarealer er en forutsetning for at flere skal kunne velge å gå til sine daglige gjøremål. Det er avgjørende for at anleggene skal være attraktive, trafiksikre, framkommelige og tilgjengelige gjennom hele året.»*

Den nasjonale gåstrategien peker i sine målsatte innsatsområder (kap. 2) på å bedre vedlikeholdet av gangarealer generelt (opprettholde bygget kvalitet), samt bedre vinterdriften spesielt slik at standarden blir mere enhetlig og forutsigbar (uavhengig av ansvarsforhold). I forslag til virkemidler og tiltak er det bl.a nevnt innføring og implementering av krav fra Statens vegvesens R610 (2012), spesielt GsA-standard med barvegstrategi, også på arealer som tilhører andre vegholdere.

Forhold av stor betydning for gående er:

- fremkommelighet og friksjon om vinteren
- skader i vegdekket
- fungerende belysning
- vegetasjon og grøntarealer som er skjøttet, som ikke hindrer sikt eller fremkommelighet eller som øker allergiplager
- renhold/feiing for holde gangarealene rene og fri for søppel/gjenstander/sand og grus mm.

I bystrøk/tettbygde strøk hvor ansvar for drift og vedlikehold er delt mellom ulike vegholdere og private grunneiere/huseiere (ansvar gitt av politivedtektene), er det viktig at både ansvarsforhold og standardkrav er avklart og at dette følges opp i den praktiske gjennomføringen av drift og vedlikehold av disse gangarealene. Niska (Niska 2011) påpeker viktigheten av å organisere, planlegge og samordne opplegg og avtaler mellom de ulike vegholderne, og at dette er et viktig grep for å kunne effektivisere drift og vedlikehold av g/s-veger.

### **Lokalkunnskap om g/s-veg**

Det er viktig med god lokalkunnskap om g/s-vegen og det området g/s-vegen skal ligge i, og at denne kunnskapen tas med inn og hensyntas i planprosessen (Niska, 2011).

Kartlegging av informasjon/kunnskap om geografi/omgivelser, spesielle problemstrekninger/-områder/-objekter (grunnforhold, lokale klimatiske forhold, mm), gir grunnlag for å utvikle løsninger som i størst mulig grad tar hensyn til disse forholdene samt grunnlag for utvikle et driftsopplegg for gjennomføring av drift og vedlikehold som reduserer/minimerer ulempene.

### **Drift og vedlikehold gjennomføres med riktig utstyr og metoder**

Det er viktig at utstyr og driftskjøretøyer som skal brukes i drift og vedlikehold av g/s-veg er tilpasset det vegnettet det skal brukes på, for å unngå skader på konstruksjonen samt for å sikre tilgjengelighet alle steder slik at tiltakene kan gjennomføres med et godt resultat. Nye metoder og utstyr har blitt utviklet og testet de siste årene, spesielt knyttet til vinterdrift av g/s-veger, men det er fortsatt et potensial for å videreutvikle mere effektivt og tilpasset utstyr for g/s-veger (Niska, 2011).

Veidekke Industri Kompetansesenter gjennomførte i 2015 en litteraturundersøkelse (Veidekke Industri, 2015) knyttet til utstyr og metoder for vinterdrift for g/s-veg og områder med universiell utforming som del av Statens vegvesens «Etatsprogram Vinterdrift». Rapporten viser at det finnes mye tilpasset utstyr for dette formålet, men konkluderer likevel med at man kan forvente at det skjer en videreutvikling av metoder og utstyr hos leverandørene som følge av økt fokus på «bar veg-strategi» på g/s-veger



og dermed økt etterspørsel etter slikt utstyr. Utstyrsleverandørene i Norge bekrefter at det pågår utvikling og testing av nytt og tilpasset utstyr for g/s-veger.

Det er en utfordring å sørge for at det er økonomi og nok intensiver for entreprenøren til å ta i bruk nytt og tilpasset utstyr på g/s-veger. Her vil kontraktsmessige forhold, volum/ mengder, entreprenørens investeringsvilje mm være avgjørende rammebetingelser for at dette skjer. I de fleste nye driftskontraktene til Statens vegvesen er det nå satt krav til det utstyret som skal brukes på g/s-veger (bl.a. begrensninger på bredde og aksellast).

### **Drift og vedlikehold må gjennomføres til riktig tid**

Det er viktig å gjennomføre drift og vedlikehold rettidig, og dermed unngå at man får et vedlikeholdsetterslep. Niska (Niska, 2011) påpeker at venter man for lenge med tiltak, risikerer man at g/s-vegoverbygningen brytes ned og man må inn med langt dyrere tiltak for å gjenopprette g/s-vegen til riktig standard igjen. Ved valg av dekketype for g/s-veg bør tekniske egenskaper som gir et fleksibelt dekke med god aldringsmotstand prioriteres da g/s-veger utsettes i liten grad for piggdekkslitasje.

Kvaliteten på dekketilstanden innvirker også andre drifts- og vedlikeholdsaktiviteter. Ujevnt/dårlig dekke på g/s-veg kan bl.a. påvirke både gjennomføringen og resultatet av snøbrøytingen. (Trafikverket m.fl., 2010).

Flere av kommunene peker imidlertid på manglende ressurser i forhold til å kunne holde en god standard på sykkelvegnettet, og at dette er en av hovedutfordringene med g/s-vegnettet (Niska 2006). Gjennomføring av drift og vedlikehold blir derfor i stor grad styrt av tilgjengelige rammer i budsjettene.

### **Samordning og koordinering mellom ulike vegholdere**

Som nevnt i innledningen kan en g/s-rute tilhøre ulike vegholdere og kan derfor også inngå i ulike kontrakter/avtaler med hensyn til hvilke krav som gjelder og hvem det er som gjennomfører drift og vedlikehold på ruten. Niska (Niska 2011) påpeker viktigheten av å organisere, planlegge og samordne opplegg og avtaler mellom de ulike vegholderne, og at dette er et viktig grep for å kunne effektivisere drift og vedlikehold av g/s-veger.

### **Dimensjonering av g/s-veganlegg – dimensjonerende kjøretøy**

En vesentlig forutsetning for at man skal kunne drifte og vedlikeholde g/s-veger kostnadseffektivt er at de er dimensjonert i henhold til gjeldende retningslinjer/normaler, bygget med riktig kvalitet og at de ikke trafikeres med tyngre kjøretøyer enn de er dimensjonert for (Niska, 2011). Dette støttes også av flere andre kilder, bl.a. i den danske håndboken om Supercykelstier (Vejdirektoratet, 2016).

Det er viktig i en planprosess å kartlegge hvilke typer kjøretøy som skal kunne benytte g/s-vegen. Dette kan omfatte driftskjøretøy for drift/vedlikehold, nødeters kjøretøyer, driftskjøretøy for renovasjon eller det kan være nyttekjøretøy (lastebiler o.l.) som leverer varer til næringsvirksomhet e.l. Dette forholdet er også påpekt i prosjekteringsmanual for separate sykkelveger i USA (FHWA, 2015).

I en driftsfase er det like viktig å passe på at g/s-vegene ikke brukes av tyngre og større kjøretøy enn de er dimensjonert for. AASHTO's guide for the development of Bicycle Facilities (AASHTO, 1991) peker spesielt på at det ikke bør benyttes tunge kjøretøyer

som har en aksellavstand som tilsier at hjulene kjører på vegkantene til g/s-vegen, og som kan skade konstruksjonen.



Figur 4.2 Traktor som kjører på vegkantene av g/s-vegene (Foto: ViaNova)

### Valg og prioritering av løsninger i planfasen

Valg som gjøres i planfasen gir direkte føringer og premisser for opplegg og gjennomføring av for drift og vedlikehold i driftsfasen. «Feil» valg av løsninger kan gi store driftsmessige konsekvenser som må ivaretas gjennom hele g/s-vegens levetid.

Det er derfor viktig at driftspersonell er med i planprosessen, og at drift og vedlikehold som fagområde blir en sentral premissgiver for valg av løsninger i et levetidspespektiv. «Alle» (CROW, 2016) (Niska 2006) er opptatt av dette forholdet, men erfaringene er at dette ikke blir godt nok ivaretatt mange steder og at man ender opp med å velge løsninger som man ikke ser konsekvensene av i forhold til drift og vedlikehold.

Krav/hensyn til drift og vedlikehold må i sterkere grad innarbeides i prosjekteringsnormaler og håndbøker, og det må tilrettelegges enda bedre for at drift og vedlikehold er deltager og premissgiver i selve planprosesser (roller, metoder og verktøy må tilpasses og videreutvikles)

### 4.3 Erfaringer alle typer gang- og sykkelveg

Dette kapitlet omhandler forhold som er viktige for en god og effektiv drift og vedlikehold av g/s-veg, og som vil skape problemer for driften, driftspersonell og/eller trafikantene dersom forholdene ikke er ivaretatt på en tilfredstillende måte.

Forholdene som omtales her vil kunne gjelde for alle typer g/s-arealer, forhold som er spesielle for hver type omtales i kap. 4.4.

**Bredde** Fremkommelighet for driftskjøretøy  
Konflikter mellom driftskjøretøy og trafikant under utførelse av drift og vedlikehold

Smale bredder: Driftskjøretøy må tilpasses tilgjengelig bredde  
Variable bredder på rode: Behov for flere typer utstyr eller redusert utførelseeffektivitet pga bruk av utstyr med lavere kapasitet



Foto: ViaNova



Foto: Statens vegvesen

**Frihøyde** Fremkommelighet driftskjøretøy

Lav frihøyde: Driftskjøretøy må tilpasses aktuell frihøyde  
Variabel frihøyde på rode: Behov for flere typer utstyr eller redusert utførelseeffektivitet pga bruk av utstyr med lavere kapasitet



Foto: ViaNova

**Bredde skulder** Innspenning av vegkropp og bæreevne

Manglende skulder kan gi kantskade på vegdekket, spesielt ved bruk av tungt driftskjøretøy med stor bredde



Foto: ViaNova

Foto: Statens vegvesen

**Tverrfall** Vannavrenning: Avrenning og borttransport av overvann

Manglende eller feil tverrfall kan innebære økt fare for glatt vegbane pga vann som fryser (overvann, smeltevann)  
Marginale resulterende fall øker fare for problemer i levetid pga setninger, reasfaltering mm



Foto: Statens vegvesen

**Nivåforskjeller g/s-vegdekke** Effektivitet og kvalitet på utførelse av drift og vedlikehold, spesielt renhold og vinterdrift  
(kantstein, kum, sluk, overganger mot annen belegning, mm) Vannavrenning: Kan bli forstyrret - vann på avveie, etablering av dam, mm  
Faremoment ved vinterdrift (brøyteskjær), kan skade både vegobjekt og driftskjøretøy  
Sikre kvalitet i valg av løsning og utførelse ved bygging



Foto: ViaNova

**Gatestein  
i g/s-veg**

Nivåforskjell (setninger, feil utførelse, mm)  
Skade (stein løsner pga overbelastning, feil utførelse,  
driftskjøretøy mm)

Faremoment ved utførelse av vinterdrift (eksempelvis  
brøyteskjær)



Foto: Statens vegvesen

Foto: ViaNova

**Heller  
i g/s-veg  
(fortau,  
fortgjenger-  
overgang)**

Nivåforskjell (setninger)  
Skade på heller, brudd pga overbelastning eller feil utførelse ved  
bygging (fundamentering/legging)

Faremoment ved utførelse av vinterdrift



Foto: Statens vegvesen

Foto: ViaNova



Foto: ViaNova

## Kantstein

Nivåforskjeller/ujevnheter mellom tilstøtende steiner  
Skade på kantstein, løsriving av kantstein

Faremoment ved utførelse av vinterdrift (brøyteskjær)

Kantstein med kurvatur i kurver og fas for å unngå at driftskjøretøy e.l hekter seg opp i ujevnheter/kanter



Foto: Statens vegvesen

## Taktile og visuelle indikatorer

Taktile og visuelle elementer – tilstand og funksjon vinter  
Kvalitet i utførelse under bygging  
Kvalitet i utførelse av drift og vedlikehold

Feil utførelse ved bygging eller vinterdrift – fare for skade ved utførelse av vinterdrift



Foto: Statens vegvesen

Foto: ViaNova

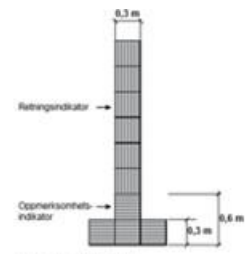


Foto: V123 Kollektivhåndboka



Foto: Statens vegvesen

### **Snøopplag for g/s-veg**

Areal tilgjengelig for midlertidig eller permanent lagring av snø for g/s-veg og i noen tilfeller også fra kjøreveg

Avbøtende tiltak ved manglende areal:

- bortkjøring av snø, redusert effektivitet i utførelsen og økt forstyrrelse for trafikantene
- installasjon av gatevarme, energikostnader, sikre avrenning av smeltevann (som for overvann)



Foto: ViaNova



Foto: Statens vegvesen

### **Avstand til kjøreveg – utkast av snø**

Tilstrekkelig avstand til kjøreveg, for å unngå at snø kastes fra kjøreveg inn på g/s-veg

Redusere brøytehastighet for å redusere utkast

Alternativt må snø håndteres flere ganger (kjørebane og g/s-veg)



Foto: Statens vegvesen

**Avstand til vegutstyr - plassering**

Tilgjengelighet og fremkommelighet for driftskjøretøy samt plass til snøopplag

Redusert effektivitet og mulighet for å skade vegutstyr under utførelse



Foto: ViaNova

**Overvannssystem**

Kapasitet på overvannssystem ift store vannmengder  
Type og plassering av kummer og sluk – nivåforskjeller når plassert i g/s-veg, helst utenfor g/s-veg  
Fallforhold for å sikre vannavrenning til vegkant/lukket system

Skade på g/s-veg og omkringliggende arealer



Foto: ViaNova



## Vegetasjon

Fremkommelighet for driftskjøretøy - vegens frie rom  
Omfang av grøntskjøtsel, bevisst valg av type og plassering av planter og trær.  
Forhold til private grunneiere - politivedtekter

Skade i vegoverbygning pga røtter  
Skade på planter og trær under utførelse  
Løvfall



Foto: ViaNova

## Tilstand på vegdekket (sprekker, ujevnheter, slag hull mm)

Effektivitet og kvalitet på utførelse av annen drift og vedlikehold, spesielt renhold og vinterdrift  
Vannavrenning: Kan bli forstyrret - vann på avveie, etablering av dam mm. Vanninntrengning i vegkropp.

Faremoment ved vinterdrift (brøyteskjær), kan skade både vegobjekt og driftskjøretøy

Holde drift og vedlikeholdstandard – rettidig utførelse av drift og vedlikehold



Foto: ViaNova

**Driftskjøretøy** Tilpasset driftskjøretøy – bredde, høyde og vekt

Effektivitet i utførelse og kvalitet i resultat  
Skade på vegobjekt/vegutstyr/vegkonstruksjon



Foto: Statens vegvesen

**Graving  
i g/s-veg**

Istandsettelse etter graving i g/s-veg – kvalitet i utførelse og metode  
Skader i vegoverbygning og vegdekke  
Nivåforskjeller asfaltkanter og nivåsprang



Foto: ViaNova

**Bommer,  
pullerter og  
bilsperrer**

Reduserer eller hindrer fremkommelighet for driftskjøretøy

Redusert effektivitet i gjennomføring av drift og vedlikehold.  
Fare for skade på vegobjekt



Foto: ViaNova

**Farget belegg  
på g/s-veg**

Kostnader for drift og vedlikehold – dyrere

Valg av løsning – varighet på fargeeffekt

Kvalitet i utførelse samt ulik frekvens på vedlikehold av dekke -  
fare for nivåforskjeller, sprekkdannelse og svake kanter/ over-  
ganger mellom dekketyperne



Foto: ViaNova

## 4.4 Erfaringer spesielle typer gang- og sykkelveg

I tillegg til de felles temaene som er vurdert i kap. 4.3, så er det noen forhold som er spesielle for de ulike typene av g/s-veg.

### Erfaringer med sykkelveg med fortau

<p>Nivåforskjell mellom sykkelveg og fortau</p>	<p>Effektivitet i gjennomføring av drift og vedlikehold – krever flere gjennomkjøringer, vanskelig å holde driftsstandard (renhold, vinter)</p> <p>Fremkommelighet for driftskjøretøy – kan innebære bruk av flere utstyrsenheter</p> <p>Fare for skade på ikke avvisende kantstein</p> <p>Fare for skade på driftskjøretøy (brøyteskjær henger seg opp i kantstein)</p>
---	--



Foto: Statens vegvesen



Foto: ViaNova

<p>Tverrfall</p>	<p>Effektiv utførelse av vinterdrift</p> <p>Tverrfall som sikrer vannavrenning og som hindrer at overvann og smeltevann renner tilbake på g/s-veg (ising/frysing) – «håndtere vann og snø en gang»</p>
------------------	--



Foto: Statens vegvesen

## Erfaringer med sykkelfelt

Renhold og vinterdrift av sykkelfelt

Lagringsplass for støv, grus, sand, løvfall, glass mm fra kjørebane  
Lagringsplass for snø, slaps mm fra trafikk på kjøreveg  
Plass til snø - snøopplag

Høy frekvens renhold/vinterdrift, pga syklisters følsomhet mot ujevnheter og lav friksjon

Driftsopplegg for håndtering av snø/snødeponi for brøyting av kjørebane, sykkelfelt samt fortau – spesiell utfordring med kantsteinsparkering – driftes i utgangspunktet som del av veg

Ved innsnevring:

- Fremkommelighet for driftskjøretøy samt effektivitet i gjennomføring av drift og vedlikehold - behov for tilpasset driftsutstyr evt flere enheter



Foto: ViaNova



Foto: Statens vegvesen

Oppmerking sykkelfelt

Bortslitt oppmerking pga slitasje fra ordinær trafikk og driftskjøretøy

Evt oppmerking i planfrest spor for å beskytte linje, men gir nivåforskjell og reduserer effektiv bredde av sykkelfelt



Foto: ViaNova

## Erfaringer med fortau

Møblering og plassering av vegutstyr

– fri bredde/høyde

Fremkommelighet for driftskjøretøy

Effektiv gjennomføring av drift og vedlikehold (maskinell)

Fri bredde/høyde tilpasset driftskjøretøyer, spesielt for utførelse av renhold og vinterdrift



Foto: ViaNova

Gatevarme

Effektiv vinterdrift – men ressurskrevende (strøm, oppvarming)  
Sikrer gode forhold for gående og syklende, og forenkler gjennomføring av vinterdrift.

*Eksempel under: to sider av samme gate, samme dag, men med oppvarming i fortau på den ene siden (Sandvika)*



Foto: ViaNova

## Erfaringer med bussholdeplass

Areal til snø –  
snøopplag på  
holdeplass

Effektiv gjennomføring av vinterdrift – «flytte snø en gang»  
Plass til snø på/ved holdeplass – for både busslomme og  
holdeplassareal, alternativt tilrettelegge for mellomlagring og evt  
bortkjøring  
Siktforhold  
Ikke stenge/hindre av-/påstigning på buss



Foto: ViaNova

Adkomst for  
driftskjøretøy  
inkludert  
snumulighet

Fremkommelighet for driftskjøretøy – tilpasset bredde, kurvatur  
Adkomst for driftskjøretøy til holdeplass samt gjennomkjørings-  
mulighet eller trafikksikker snumulighet (unngå at driftskjøretøy  
må ut i trafikert kjørebane)



Foto: ViaNova



Foto: Google Maps

## Erfaringer med bruer og underganger (inkl ramper)

Bredde ift  
driftskjøretøy

Fremkommelighet for driftskjøretøy  
Konflikter mellom driftskjøretøyer og trafikanter under utførelse

Effektiv gjennomføring av vinterdrift – må bruke eget utstyr med  
tilpasset bredde



Foto: ViaNova

Vinterdrift på  
bruer med  
underliggende  
aktivitet

Driftsopplegg for bruer hvor snøutkast ikke kan foretas pga  
underliggende aktivitet må avklares, spesielt viktig på lange g/s-  
bruer

Alternativer: Lagre på bru, mellomlagre + kjøre bort eller bruk av  
gatevarme på bru?

Vurdere bredde bru ift lager/mellomlager for snø – øke bredde  
eller akseptere reduserte bredder om vinteren?

Vurdere lokale snødeponier ved bru

Ved lagring av snø på bru – fokus på tverrfall ift avrenning  
(fryse/tine smeltevann)



Foto: ViaNova



Hærverk  
underganger

Estetikk og trygghet for gående og syklende  
Utforming og møblering som reduserer fare for hærverk og dermed omfang av drift og vedlikehold



Foto: ViaNova

Geometri  
bruer og  
underganger

Fremkommelighet for driftskjøretøyer  
Effektiv og sikker gjennomføring av drift og vedlikehold, sikker både for utførende og trafikanter

Svingradius for driftskjøretøy (samt sikt)



Foto: ViaNova

## Erfaringer med gangfelt

Nivåforskjeller

Effektivt gjennomføring av drift og vedlikehold  
Kvalitet i utførelse (bygging)  
Kvalitet i utførelse av drift og vedlikehold

Fare for driftskjøretøy for å henge seg opp (brøyteskjær)  
Fare for skade på vegobjekter/vegutstyr



Foto: ViaNova

Vinterdrift av  
arealer som ikke  
dekkes av  
brøyting av  
kjøreveg eller  
g/s-veg

Kvalitet på utførelse – manglende brøyting av arealer utenom  
kjøreveg og g/s-veg

Driftsopplegg må tilpasses (manuell innsats ofte nødvendig)



Foto: ViaNova

## 5 Utforming av gang- og sykkelveg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv

### 5.1 Kjennetegn på en god gang- og sykkelveg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv

Med utgangspunkt i det grunnlaget som er kartlagt for hvordan g/s-veger bygges samt hvilke erfaringer man har med drift og og vedlikehold av dem, så kan det utvikles et sett med kjennetegn på hva som er en god g/s-veg i et driftsperspektiv som vist nedenfor.

G/s-veg som er planlagt og bygget med drift og vedlikehold som premissgiver for valg av utforming:

- Strategi for drift og vedlikehold er avklart og lagt til grunn for utforming.
- Driftsopplegg for hovedaktivitetene er avklart og lagt til grunn for utforming (vinterdrift inkl plan for lokal håndtering av snø/snøopplag, renhold, dekkevedlikehold, grøntskjøtsel).
- Drift og vedlikehold kan gjennomføres effektivt og med minst mulig stengning eller redusert fremkommelighet for trafikantene.
- Hensynet til SHA og trafikksikkerhet under utførelsen av drift og vedlikehold er ivaretatt.

G/s-veg som har en vegoverbygning er riktig dimensjonert og som tåler belastning fra driftskjøretøy og andre tyngre kjøretøy (renovasjonskjøretøyer, nødetater o.l) som kan komme til å bruke den. Tilsvarende gjelder for bruer.

G/s-veg som har et vegdekke som er robust med hensyn til levetid (oppretholder funksjon/tilstand over tid), er drifts- og vedlikeholdsvennlig og har en kvalitet/overflate som gjør det mulig å utføre øvrig drift og vedlikehold effektivt og til riktig resultat.

G/s-veg inkludert bruer og underganger som har bredder, frihøyder og geometri som tillater bruk av standardiserte driftskjøretøyer og utstyr med minimale konflikter med trafikanter under utførelse av drift og vedlikehold.

G/s-veg som har kapasitet i drens- og overvannshåndtering og er robust i forhold til å takle store, unormale nedbørsmengder slik at fremkommeligheten opprettholdes og at g/s-veg og dens sidearealer ikke ødelegges av vann og erosjon.

G/s-veg som har utforming, plassering og mengde av vegutstyr, møbler og vegetasjon som ikke er til hinder for gjennomføring av drift og vedlikehold, utsettes for skade pga gjennomføring av drift og vedlikehold eller som medfører et omfang av drift og vedlikehold som det ikke er budsjettmessig dekning for.

G/s-veg som har kryssløsninger som ivaretar hensynet til gjennomføring av drift og vedlikehold (plass til snø, nivåforskjeller, tilgjengelighet for driftskjøretøyer, siktforhold, mm).

G/s-vegnett som har ruter med enhetlig vegstandard (uten standardsprang) slik at drift og vedlikehold kan gjennomføres effektivt med standardiserte metoder, driftskjøretøyer og utstyr og med minimal forstyrrelse for trafikantene.

G/s-veg som driftes og vedlikeholdes til rett tid og med riktig metode slik at funksjoner og tilstand opprettholdes i henhold til fastlagt standard for drift og vedlikehold

## 5.2 Sentrale utformingskrav til gang- og sykkelveger i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv

### Gang- og sykkelveg/Sykkelveg/Gangveg

#### Dimensjonering

Dimensjonering av vegoverbygning i henhold til krav i N200 Vegbygging

Dimensjonering av g/s-veg bru i henhold til krav i N400 Bruprosjektering

#### Bredde

Bredde 2,5 – 3,5 m slik det er gitt i dagens N100 er tilfredstillende med hensyn til drift og vedlikehold (fremkommelighet for driftskjøretøy) forutsatt at det er plass til snøopplag langs g/s-vegen. Bredde 3,5 m gir mindre konflikter med trafikanter under utførelse av drift og vedlikehold enn bredde 2,5 m.

Sykkelekspressveger med stor andel transportsyklister og volum sykklister bør ha større bredder, 4-5 m, forutsatt at det er plass til snøopplag langs sykkelekspressvegen.

Dersom det ikke er plass til snøopplag langs g/s-veg må deler av g/s-vegen brukes som permanent snøopplag, som innebærer redusert breddestandard om vinteren. Alternativt må det etableres driftsopplegg med bortkjøring av snø, bruk av gatevarme, e.a.

Tilsvarende gjelder for g/s-veg bru med underliggende aktivitet hvor det ikke er mulig å brøyte snø over rekkverk på brua.

#### Tverrfall

Tverrfall i henhold til krav i N100 Veg- og gateutforming og V122

Sykelhåndboka.

Valg mellom takfall/ensidig fall og retning for tverrfall, må gjøres utifra en vurdering av avrenningsforhold for overvann og smeltevann (fra snøopplag).

Mindre tverrfall for å bedre forholdene for rullestolbrukere, barnevogner mm kan håndteres, men da må kravene til jevnhet på tvers og på langs skjerpes (eller følges opp) for å sikre vannavrenning.

#### Frihøyde

Frihøyde i henhold til krav i N100.

Krav til frihøyde bør vurderes lokalt, sikring av fremtidig handlingsrom kan tilsi behov for større frihøyde, f.eks. 4 m (større kjøretøy, justere vertikalkurvatur på g/s-veg, dekkevedlikehold, mm).

#### Geometri – vertikalkurvatur og horisontalkurvatur

Krav til kurvatur i henhold til krav i N100.

Unngå avvik, spesielt i forbindelse med ramper til/fra bruer og underganger («unngå 90 graders sving»).

### Vegutstyr

Plassering og frihøyde slik at det ikke er til hinder for drift og vedlikehold med standardiserte metoder, driftskjøretøy og utstyr.

Ikke plassering i g/s-veg, men min 0,5 m fra g/s-vegkant eller veggmontert.

### Vegetasjon – naturlig og parklik

Det må gjøres lokale vurderinger av omfang, utforming og plassering av vegetasjon (vedlikeholdsvennlighet, vegens frie rom, mm).

### Drenering og overvann

Dimensjoneres i henhold til N200 Vegbygging.

Spesialløsninger må vurderes der hvor lokale forhold tilsier det (vegutforming, nedbørsfelt, fremtidige endringer i omgivelser, flomfare, mm).

Unngå plassering av kummer og sluk i g/s-veg (setninger, nivåforskjeller, mm).

### Dekketype

Ved valg av andre belegningstyper enn asfaltdekke, må man ha fokus på

- friksjon
- nivåforskjeller
- reparasjonsmetoder
- kombinasjonsløsninger/overganger mellom ulike dekketyper

## **Sykkelveg med fortau**

Som for g/s-veg over, med unntak av forhold som nevnt nedenfor

### Bredde

N100 angir bredde på fortau fra 1,5 m til 2,5 m. Bredde på fortau bør av hensyn til driftskjøretøy være min 2,5 m.

Bredde sykkelveg i henhold til krav i N100.

Krav til bredde på både fortau og sykkelveg forutsetter at det er plass til snøopplag langs sykkelveg med fortau.

Dersom det ikke er plass til snøopplag langs sykkelveg med fortau må deler av vegen brukes som permanent snøopplag, som innebærer redusert breddestandard om vinteren. Det må avklares hvilket areal som skal brukes som snøopplag og hvilket areal som skal prioriteres for ferdsel.

Alternativt må det etableres driftsopplegg med bortkjøring av snø, bruk av gatevarme, e.a.

### Skille mellom sykkelveg og fortau

N100 angir krav om ikke avvisende kantstein med høydeforskjell 2-4 cm som skille mellom fortau og sykkelveg.

Alternative metoder for skille mellom sykkelveg og fortau bør vurderes (uten høydeforskjell).

## Sykkelfelt

### Dimensjonering

Dimensjonering av vegoverbygning i henhold til krav for veg i N200

Vegbygging

### Bredde

N100 Veg- og gateutforming angir krav til bredde på 1,5 m til 1,8 m.

På delstrekninger med sidehinder mellom sykkelfelt og kjørebane (trafikkdeler e.l) vil disse breddene hindre driftskjøretøy i å gjennomføre maskinelt renhold eller vinterdrift av sykkelfeltet. Dersom det i tillegg er sidehinder (rekkverk, vegutstyr, mur, mm) også på den andre siden, vil dette hindre driftskjøretøyets gjennomkjøring. Dette vil kunne medføre behov for manuelt arbeid eller bruk av tilpasset utstyr på denne delstrekningen.

Bredder angitt i N100 med en situasjon uten sidehindre, er generelt tilfredstillende forutsatt at det er plass til snøopplag langs sykkelfeltet. Men disse breddene forsetter en intensiv drift med hensyn til renhold og vinterdrift fordi smuss, løv og snø/slaps transporteres og akkumuleres langs ytterkant av sykkelfeltet. Dette reduserer sykkelfeltets effektive bredde om det ikke fjernes raskt. En økning av bredden på sykkelfelt vil trolig bedre denne situasjonen.

Dersom det ikke er plass til snøopplag langs sykkelfeltet må deler av sykkelfeltet brukes som permanent snøopplag, som innebærer redusert breddestandard eller manglende sykkelfelt om vinteren.

Alternativt må det etableres driftsopplegg med bortkjøring av snø, bruk av gatevarme, e.a.

### Tverrfall

Tverrfall i henhold til krav for veg i N100 Veg- og gateutforming.

### Frihøyde

Frihøyde i henhold til krav for veg i N100 Veg- og gateutforming.

### Geometri – vertikalkurvatur og horisontalkurvatur

Krav til kurvatur i henhold til krav for veg i N100 Veg- og gateutforming.

### Vegutstyr

Plassering og frihøyde i henhold til generelle krav for veg

### Drenering og overvann

Dimensjoneres i henhold til krav for veg i N200 Vegbygging.

Spesialløsninger må vurderes der hvor lokale forhold tilsier det (vegutforming, nedbørsfelt, fremtidige endringer i omgivelser, flomfare, mm).

Unngå plassering av kummer og sluk i sykkelfelt (setninger, nivåforskjeller, mm).

### Dekketype

Ved valg av belegningstype med farge, må man ha fokus på:

- friksjon
- reparasjonsmetoder
- overganger mellom ulike dekketyper

## Fortau

### Dimensjonering

Dimensjonering av vegoverbygning for fortau er ikke spesielt håndtert i N200 Vegbygging. Normal praksis er å bruke kravene for g/s-veg.

### Bredde

Krav til ferdselsareal 2,0-2,5 m i dagens N100 Veg- og gateutforming er tilfredstillende med hensyn til drift og vedlikehold (fremkommelighet for driftskjøretøy).

For fortau må det i tillegg til vurdering av bredde, gjøres lokale vurderinger av behov for areal for ulike formål: ferdselsareal, veggsone, møbleringsareal, kantsteinssone samt areal for driftsformål.

Det må gjøres lokale vurderinger av driftsopplegg for vinterdrift (snøopplag, bortkjøring, gatevarme, tverrfall vannavrenning mm).

Det må gjøres lokale vurderinger av omfang, utforming og plassering av vegutstyr, møblering og vegetasjon (tilgjengelighet, fremkommelighet for driftskjøretøy, vedlikeholdsvennlighet, vegens frie rom, mm).

### Tverrfall

N100 angir ikke krav til tverrfall på fortau.

Tverrfall må vurderes lokalt i forhold til aktuell situasjon med hensyn til snøopplag, vannavrenning (overvann og smeltevann) og utforming av sidearealene (bebyggelse, mur, grøft, e.a.)

### Frihøyde

Frihøyde i henhold til krav i N100 tilsier 2,25 m for byggverk og skilt.

Økt frihøyde gir fleksibilitet i forhold til å kunne bruke standardisert driftskjøretøy og utstyr, normal frihøyde for g/s-veg på 3,1 m bør tilstrebes.

### Geometri – vertikalkurvatur og horisontalkurvatur

Krav til kurvatur er gitt av krav til veg/gate inkludert ulike kryssløsninger

### Vegutstyr, møblering og vegetasjon

Plassering og frihøyde slik at det ikke er til hinder for drift og vedlikehold med standardiserte metoder, driftskjøretøy og utstyr, se beskrivelse for bredde over

Det må gjøres lokale vurderinger av omfang, utforming og plassering av vegutstyr, møblering og vegetasjon (tilgjengelighet, fremkommelighet for driftskjøretøy, vedlikeholdsvennlighet, vegens frie rom, mm), se beskrivelse for bredde over.

#### Drenering og overvann

Dimensjoneres i henhold til N200 Vegbygging, se også i forhold til beskrivelse for bredde over.

Spesialløsninger må vurderes der hvor lokale forhold tilsier det.

#### Dekketype

Ved valg av andre belegningstyper enn asfaltdekke, må man ha fokus på

- friksjon
- nivåforskjeller
- reparasjonsmetoder
- kombinasjonsløsninger/overganger mellom ulike dekketyper

### **Bussholdeplass**

Som for g/s-veg over, med unntak av forhold som nevnt nedenfor

#### Bredde

Bredde i henhold til krav i N100 Veg- og gateutforming tilsier 2,5-2,7 m med tilleggskrav om min. 2,0 m fri passasje. Det bør tilstrebes 2,5 m fri passasje.

Det må gjøres lokale vurderinger av driftsopplegg for vinterdrift (snøopplag, bortkjøring, gatevarme, tverrfall vannavrenning, sikt mm).

#### Adkomst for driftskjøretøy inkludert snumulighet

Det må gjøres lokale vurderinger for å sikre adkomst for driftskjøretøy til holdeplass samt gi driftskjøretøy gjennomkjøringsmulighet eller trafiksikker snumulighet (ikke ut i trafikert kjørebane).

#### Leskur med utstyr

Det må gjøres lokale vurderinger av utforming og plassering av leskur med utstyr (vedlikeholdsvennlighet, mm). Løsninger må standardiseres for ruter/områder.



### 5.3 Hvordan oppnå en god gang- og sykkelveg i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv

Det må arbeides på flere nivåer og i ulike faser for å legge til rette for å utvikle g/s-veger som er gode i et drifts- og vedlikeholdsperspektiv. Dette omfatter innarbeiding av hensynet til drift og vedlikehold i normaler og retningslinjer for utforming av g/s-veg, sikre at drift og vedlikehold er en sentral premissgiver i planprosesser samt sørge for god gjennomføring av drift og vedlikehold i driftsfasen.

#### Drift og vedlikehold i normaler og retningslinjer for utforming av g/s-veg

Hensynet til drift og vedlikehold må innarbeides som krav i normaler og retningslinjer som legges til grunn for planlegging/prosjektering og dermed utforming av g/s-arealer samt i relevante veiledninger.

De siste revisjonene av N100 Veg- og gateutforming, N400 Bruprosjektering og N500 Vegtunneler har medført økt fokus på drift og vedlikehold. Denne utviklingen må videreføres.

Mulige tema som kan innarbeides er:

- Prosjekteringsforutsetninger med hensyn til drift og vedlikehold for ulike typer g/s-veg, eksempelvis
  - o Dimensjonerende (drifts)kjøretøy
  - o Bredde, frihøyde, kurvatur ift dimensjonerende (drifts)kjøretøy
  - o Tverrfall – også ift håndtering vannavrenning (overvann og smeltevann)
  - o Differensiert vegstandard for g/s-veg sommer og vinter
  - o Driftsopplegg sommerdrift og vinterdrift
    - § Spesielt fokus på håndtering av snø/snøopplag/snødeponi
- Normerte løsninger hvor hensynet til drift og vedlikehold er ivarett/innarbeidet gjennom krav til bredde, frihøyde, kurvatur, tverrfall, snø, mm

#### Drift og vedlikehold i plan- og byggeprosess

Det er behov for å vri fokus i planprosesser slik at hensynet til bruken av anlegget inkludert drift og vedlikehold i anleggets levetid blir en sentral premiss for utforming og bygging av g/s-vegen. Det er også behov for å endre fokus fra dagens praksis med å planlegge for en «sommersituasjon» til å få inn helårsperspektivet med å planlegge også for en «vintersituasjon».

Sentrale grep i planprosessen er:

- Fagområdet drift og vedlikehold må inkluderes i prosjektbestilling samt etterspørres i kravspesifikasjon for rådgivningsoppdrag.
- Personell med kompetanse og ansvar for drift og vedlikehold må inkluderes i planprosessen som premissgiver, løsningsutvikler, beslutningstaker og med kontrollfunksjon (revisjon)
- Strategi for drift og vedlikehold av g/s-vegarealer er avklart og lagt til grunn for valg av løsninger.
- Driftsopplegg for gjennomføring av drift og vedlikehold på g/s-vegarealer er avklart (metoder, utstyr, driftskjøretøy, frekvenser mm) og lagt til grunn for valg av løsninger, både for endelig situasjon (ferdig g/s-areal), men også i de ulike fasene i anleggsgjennomføringen.

- Gjennomføre drifts- og vedlikeholdsrevisjon på nesten ferdig plangrunnlag fra fase, for å fastlegge om premissene for drift og vedlikehold er ivaretatt i de prosjekterte løsningene.

Personell med kompetanse og ansvar for drift og vedlikehold må også inkluderes i anleggsfasen for å bistå med å håndtere evt endringer samt kontrollere gjennomføringen av anlegget.

På ferdig bygget anlegg må det gjennomføres drifts- og vedlikeholdsinspeksjon for å fastlegge om premissene for drift og vedlikehold er ivaretatt for den ferdige g/s-veg samt legge grunnlag for evaluering av måloppnåelse for g/s-vegen.

### **Driftsfase**

Det må utarbeides et driftsopplegg basert på fastlagt standard for drift og vedlikehold (og tilgjengelig budsjett) som innebærer gjennomføring til riktig tid og med riktig metode.

Driftspersonell må ha god lokalkunnskap, dvs kunnskap om g/s-vegnett, trafikk, vær, mm, slik at gjennomføring av drift og vedlikehold kan gjøres mest mulig målrettet og effektivt.

Driftspersonell må ha relevant kompetanse om drift og vedlikehold av g/s-veger og disponere egnede maskiner og utstyr.

Ved utførelse av drift og vedlikehold i entrepriser, må kontraktene utformes slik at riktig metode, driftskjøretøy og utstyr blir benyttet, samt at utførende driftspersonell har riktig kompetanse.

Utførelsen av drift og vedlikehold må koordineres mellom ulike g/s-vegtyper, ulike kontraktsonråder samt ulike vegholdere (offentlige og private med ansvar for drift og vedlikehold) slik at g/s-vegruter til enhver tid fremstår som sammenhengende og ensartede ruter.

## 6 Forslag til videre arbeid

I arbeidet med kunnskapsundersøkelsen er det kartlagt noen områder hvor det mangler kunnskap med hensyn til drift og vedlikehold av g/s-veger. Slike områder er oppsummert nedenfor.

### Normaler og retningslinjer for utforming av g/s-veg

Krav knyttet til drift og vedlikehold av g/s-veger er ikke innarbeidet i tilstrekkelig grad i normaler og retningslinjer (gjelder i realiteten alle veger og gater)

#### Spesielle tema

- Utvikle prosjekteringsforutsetninger for drift og vedlikehold i planprosessen inkl strategi for drift og vedlikehold og driftsopplegg, spesielt håndtering av snø, snøopplag, tverrfall
- Innbygging av krav og normerte løsninger i normaler og retningslinjer
- Utrede konsekvenser av nye sykkeltyper på utforming av g/s-veg
- Utrede konsekvenser av gjeldende gang- og sykkelstrategi (0-vekst målet for biltrafikk i byer og tettsteder) med tilhørende endring i transportform
- Utrede differensierte vegstandard (bredde) sommer og vinter for g/s-veger

### Utforming av g/s-veger

Kontinuerlig utvikling og utprøving av alternative og nye utforminger av g/s-veg samt utprøving og implementering via pilotforsøk.

#### Spesielle tema

- Utredning og utprøving sykkelveg med fortau med alternative metoder for å skille mellom sykkelveg og fortau (kantstein med 0-vis, hvitstripe, mm), effektivisering av utførelse av renhold og vinterdrift
- Utredning og utprøving bredt sykkel felt som kan ha snølagringsfunksjon (differensiert vegstandard sommer og vinter, snølagringsfunksjon på sykkel felt eller langs sykkel felt)
- Status/oppsummering av erfaringer med ulike dekketyper (materialer, farger, mm) inkludert overganger mot ordinært asfaltdekke. Evt videre utprøving av utvalgte dekketyper (eksisterende og nye).

### Standard for drift og vedlikehold

Felles (nasjonal) standard for offentlig veg for alle vegholdere samt private med ansvar for g/s-arealer (viktig også mht. endringer i vegsektoren og regionreformen)

## Referanser

AASHTO (1991). *Guide for the Development of Bicycle Facilities*. AASHTO Task Force on Geometric Design. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington DC.

Ardekani, S A; Govind, S; Mattingly, S P; Demers, A; Mahmassani, H S och Taylor, D (1995): *Detection and Mitigation of Roadway Hazards for Bicyclists*, Center for Transportation Research, Report 1394-2F, Bureau of Engineering Research, University of Texas. Austin.

Celis Consult (2014). *Håndbog i cykeltrafik. En samling af de danske vejregler på cykelområdet*.

CROW (2016). *Design Manual for Bicycle Traffic*.

FHWA (Federal Highway Administration) (2015). *Separated bike lane planning and design guide*. U.S. Department of Transportation.

Hedström (2013). *Cykling och gående vid större vägar. Några aspekter på anläggning, drift och underhåll samt kostnader för GC-lösningar vid större vägar*. VTI rapport 777.

*Idekatalog for cykeltrafikk*, Vejdirektoratet (2000). Forfattere: Søren Underlien Jensen, Troels Andersen, Winnie Hansen, Erik Kjærgaard, Thomas Krag m.fl.

Karhula (2014) *Best practice for cycle path winter maintenance processes. Part of Pykälä II research project*. Tampere University of Technology. Transport Research Centre Verne.

Liikenneviraston (2014) *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu*. Liikenneviraston ohjeita 11/2014.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo\\_2014-11\\_jalankulku\\_pyorailyvaylien\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-11_jalankulku_pyorailyvaylien_web.pdf).

Niska (2006). *Cykelvägars drift- och underhållstandard. Intervju med 13 cykelkommuner*. VTI-rapport 558.

Niska (2011) *Cykelvägars standard. En kunskapssammanställning med fokus på drift och underhåll*. VTI rapport 726.

Rantala m.fl. (2014) *Vitality from walking and cycling. Finalreport from Pykälä-project 2009-2013*. Tuuli Rantala, Pasi Metsäpuro, Terhi Luukkonen, Kaisa Karhula, Kalle Vaismaa & Jorma Mäntynen. Tampere University of Technology, Transport Research Centre Verne

Reitan (2016). *Standardkrav for vinterdrift på g/s-arealer i Norden. Oppsummering av spørreundersøkelse*. Statens vegvesen rapporter nr 496.

Trafikverket, Sveriges Kommuner och Landsting (2010). *GCM-handbok. Utforming, drift och underhåll med gång-, cykel- och mopedtrafik i fokus*.

Trafikverket (2014). *Standardbeskrivning för Basunderhåll Väg (SBV)*

Trafikverket (2015). TRVK *Krav for Vägars och gators utforming*. Publikasjonsnr 2015:086.

TRL (2003). *Footway and cycle route design, construction and maintenance guide. Application Guide AG 26 (version 2)*. Prepared for Highways Infrastructure Group, Highways Agency. Transport Research Laboratory. Crowthorne, Berkshire.

Vejdirektoratet (2008) *Vejregel Håndbog Vejudstyr. Drift og vedlikehold*.  
Vejdirektoratet/Danmark.

Vejdirektoratet (2015) *Vejregel Paradigme Vinter- og renholdelsesregulativ. Drift*.  
Vejdirektoratet/Danmark.

Vejdirektoratet (2016) *Vejregel Håndbog Supercykelstier Anlæg og planlægning*.  
Vejdirektoratet/Danmark.

Vejdirektoratet (2017). *Vejregel Håndbog Drift af veje og stier – almen drift*.  
Høringsutgave oktober 2017. Vejdirektoratet/Danmark.

Statens vegvesen (2012) *Nasjonal gåstrategi. Strategi for å fremme gåing som transportform og hverdagsaktivitet*. Statens vegvesens rapporter nr 87

Statens vegvesen (2013). *Fra plan til Drift og Vedlikehold. Erfaringssamling*. Statens vegvesens rapporter nr 209.

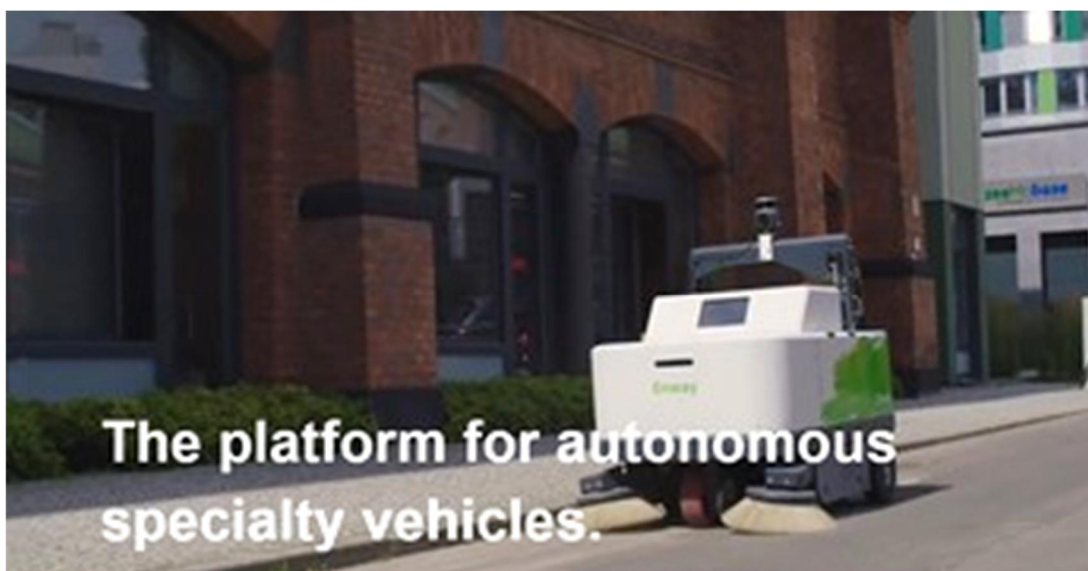
Veidekke Industri (2015) *Statusrapport/ litteraturundersøkelse vinterdrift for G/S- veg og områder med universell utforming*. Lab.rapport: 455-2015. Veidekke Industri Kompetansesenteret.

## Vedlegg

Deloppgave 2 har ikke egne vedlegg, men innsamlet informasjon fra litteratursøket er samlet i egne delrapporter:

- Deloppgave 2 Krav til utforming av arealer for gående og syklende
- Deloppgave 2 Krav til drift og vedlikehold av gs-veg
- Deloppgave 2 Krav til utforming av objekter på gs-veg

### **Del 3: Kostnadseffektiv drift ved hjelp av ny teknologi**



# 1 Hva er «ny teknologi» og hva er «kostnadseffektiv drift»?

Arbeidet i denne oppgaven går ut på å finne fram til, beskrive og vurdere ny teknologi med hensyn til om den kan bidra til kostnadseffektiv drift dersom den tas i bruk i drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger. Som grunnlag for dette arbeidet gis det i dette kapitlet en omtale og drøfting av hva som er lagt i «ny teknologi» samt hvordan kriteriet «kostnadseffektiv drift» kan forstås.

Med «ny teknologi» forstås framvoksende teknologier med et vidt spekter av modenhet, fra idéstadiet via forsøk/prototyping til (nær) implementert. Vi anser det også som ny teknologi dersom teknologien er implementert på andre områder, men foreløpig ikke prøvd ut eller tatt i bruk innen drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger. Disse fortolkningene av «ny teknologi» innebærer at aktuelle teknologier kan være relativt gamle, i hvert fall 5-10 år, og allikevel bli inkludert i arbeidet.

Vi benytter følgende kategorisering av de nye teknologiene, både i søke- og kartleggingsfasen og i drøfting/beskrivelsesfasen:

- Selvstyrende (autonome) driftskjøretøy (fjernstyrte driftskjøretøy kan inkluderes)
- Smart gang- og sykkelveg (objekter for gang- og sykkelveg med innebygget intelligens mht. gang- og sykkelvegens bruk eller drift/vedlikehold)
- Overvåking av tilstand på gang- og sykkelvegen og tilhørende objekter
- Behovsvurdering, planlegging og styring av drift/vedlikehold (både på kort sikt, f. eks. vinterdrift, og på lang sikt, f. eks. vegdekkevedlikehold)
- Spesielle utforminger, metoder, teknikker, materialer mm for bygging av gang- og sykkelveg eller tilhørende objekter med potensiale for forenkling av drift/vedlikehold
- Spesielle metoder, teknikker, maskiner/utstyr, materialer mm for gjennomføring av drift/vedlikehold (eksklusive selvgående (autonome) driftskjøretøy, se pkt. 1)

Det kan forekomme noe overlapp mellom disse kategoriene, særlig mellom pkt. 2 og 3. Kostnadseffektiv drift vurderes prinsipielt ut fra effekten av den nye teknologien i ferdig implementert form. Primært vurderes kostnadseffektivitet med hensyn til vegholders kostnad, men med et sideblikk på samfunnsvirkninger av teknologien:

Kostnadseffektiv drift:

- Vegholders kostnader
  - o Drift/vedlikeholdskostnad for aktuell aktivitet eller objekt
  - o Livsløpskostnad, dersom teknologien innebærer spesielle utforminger, metoder, teknikker, materialer mm for bygging av gang- og sykkelveg eller tilhørende objekter
- Trafikksikkerhet/SHA-forhold
- Forstyrrelser for trafikantene, oppetid for gang- og sykkelvegen
- Miljøvirkning og bærekraft

Avhengig av teknologiens modenhet, må det også vurderes hva videre utvikling og implementering vil koste, samt tidsperspektivet for denne prosessen, opp mot potensiell framtidig nytte:



- Nytte/kost for utvikling og implementering
- Tidsperspektiv for utvikling og implementering
- Sannsynlighet for å lykkes med utvikling og implementering

Både kriteriet kostnadseffektiv drift og nytte/kost for utvikling/implementering er vanskelig å fastlegge for framvoksende teknologier og teknologier under utvikling. Vurdering av ny teknologi må derfor baseres på antagelser om sannsynligheten for at de aktuelle teknologiene kan bli en suksess for drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger. Slike antagelser er selvsagt vanskeligere jo tidligere i utviklingsfasen teknologien befinner seg.

Drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger omfatter en lang rekke aktiviteter knyttet til flere objekter. Søket etter ny teknologi bør rettes inn mot de mest kostnadsunge postene innen drift og vedlikehold.

Fig. 1.1 nedenfor viser kostnadsfordeling for drift og vedlikehold av en typisk gang- og sykkelveg i vinterdriftsklasse GsB med vegbelysning og lukket drenering (beregnet med kostnadsmodellen MOTIV).

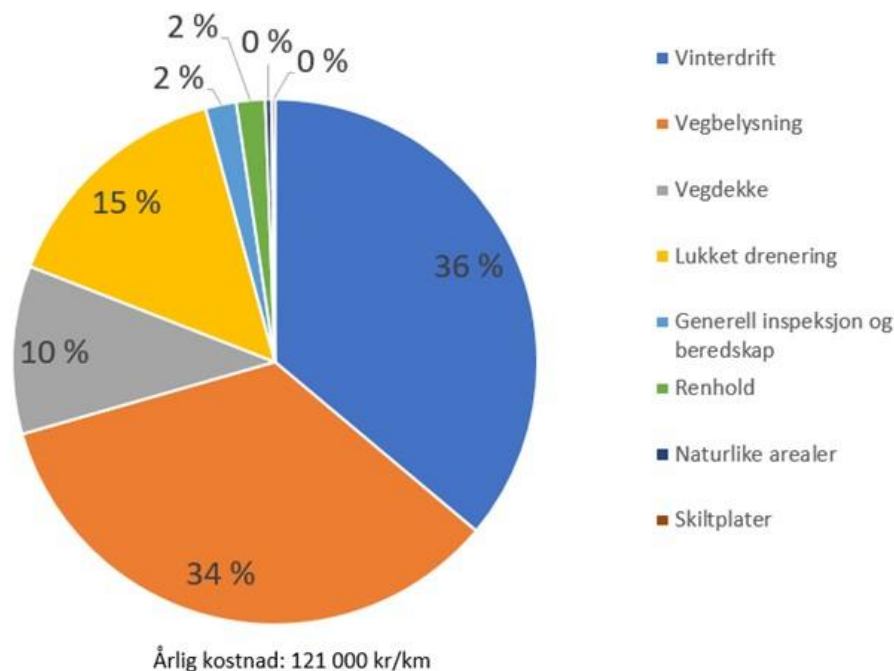
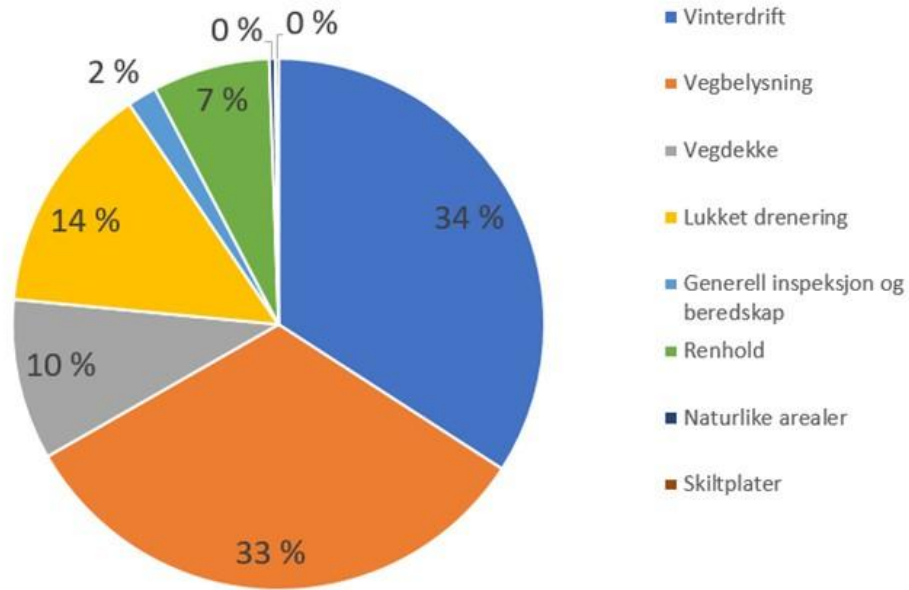


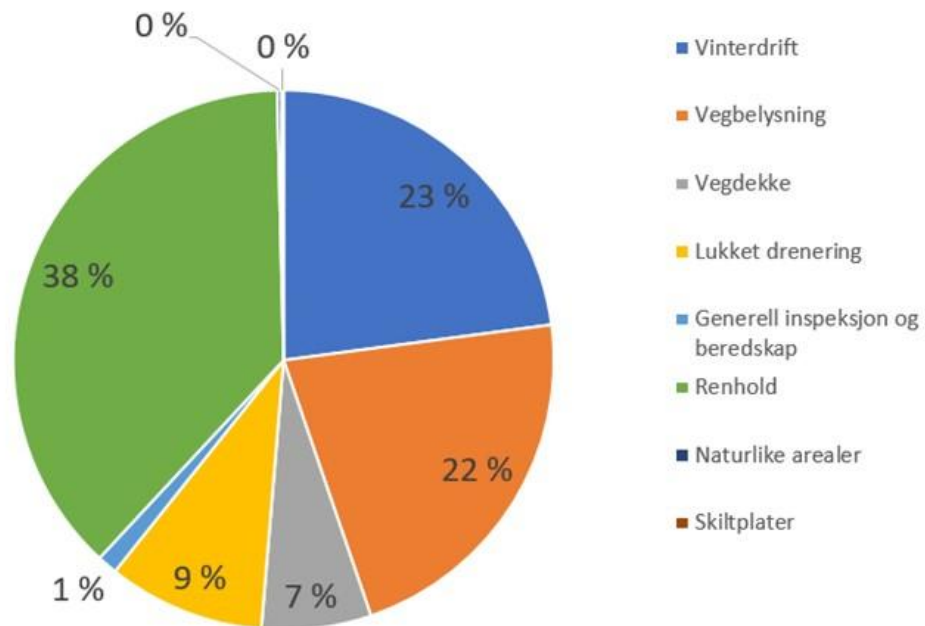
Fig. 1.1 Kostnadsfordeling drift og vedlikehold for g/s-veg - GsB

For denne gang- og sykkelvegen utgjør renhold i hovedsak bare en vårrengjøring samt søppelplukking. For å gjøre gang- og sykkelvegene attraktive på helårsbasis er det nødvendig med feiing av strøsand flere ganger gjennom vinteren. Fig. 1.2-4 nedenfor viser samme gang- og sykkelveg som over, men med henholdsvis 10 vinterfeiinger og 100 vinterfeiinger (Oslo-forhold med feiing nesten daglig).



Årlig kostnad: 128 000 kr/km

Fig. 1.2 GsB – 10 vinterfeiinger (typisk tettsted)



Årlig kostnad: 190 000 kr/km

Fig. 1.3 GsB – 100 vinterfeiinger (typisk bystrøk)

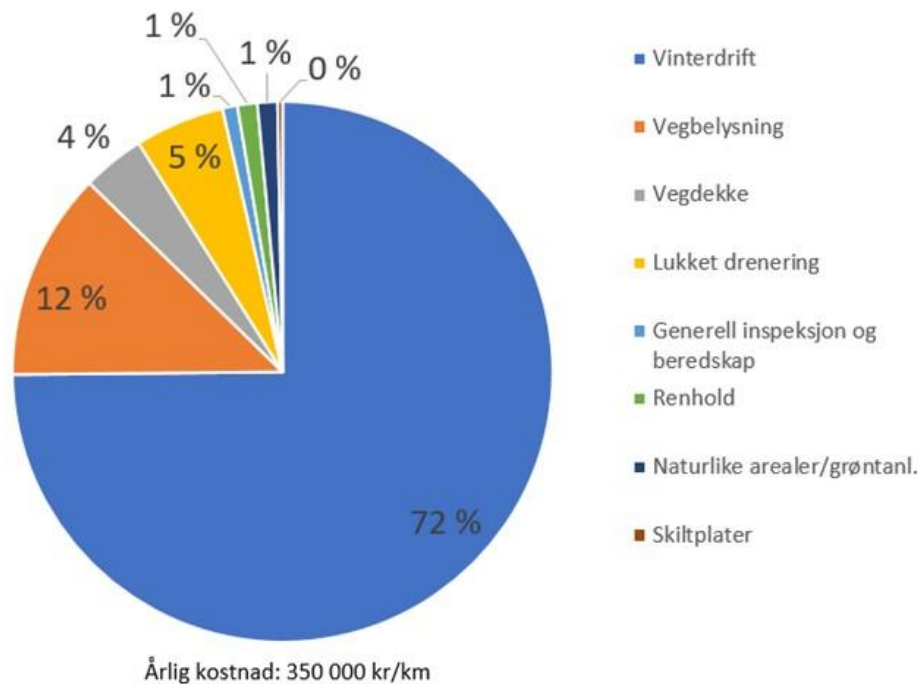


Fig. 1.4 Kostnadsfordeling drift og vedlikehold for g/s-veg - GsA

Kostnadsfordelingen for GsA-vegen forutsetter at salt kan benyttes gjennom hele vinterseongen og at vinterfeieing av strøsand dermed ikke er aktuelt, men det er inkludert 2 vinterfeieinger for støv og annet fra omgivelsene.

Kostnadsfordelingene over viser at de største kostnadspostene er vinterdrift, vegbelysning, vegdekke, overvanns- og drens-system samt renhold, med kostnadsfordeling som vist i tab. 1.1 nedenfor.

Kostnadsfordeling (%)	GsB	GsB med 10 vinterfeieinger	GsB med 100 vinterfeieinger	GsA
Vinterdrift	36	34	23	72
Vegbelysning	34	33	22	12
Vegdekke	10	10	7	4
Drenering	15	14	9	5
Renhold	2	7	38	1
Sum	97	98	99	94

Tab. 1.1 Kostnadsfordeling for de største kostnadspostene

For å finne fram til nye teknologier som kan bidra til mer kostnadseffektiv drift bør derfor søket rettes inn etter metoder knyttet til aktivitetene vinterdrift, vegbelysning, vegdekke, overvanns- og drens-system samt renhold.

## 2 Informasjonsøk

Søk etter informasjon til denne deloppgaven har hovedsakelig rettet seg mot andre kilder enn faglitteratur siden temaet er muligheter med ny teknologi. Faglitteratur og vitenskapelige rapporter omhandler oftest eksisterende produkter, materialer og løsninger som allerede er i bruk, og det er derfor mindre tilfang av dette knyttet til vurderinger rundt bruk av ny teknologi.

Vi har derfor konsentrert søket mot internett der våre viktigste kilder til informasjon har vært søkemotoren Google samt filmsnutter som er delt på Youtube. I tillegg til egne søk har vi mottatt lenker til prosjektrelevante artikler på internett fra deltagerne i prosjektgruppa. Artikkene som er funnet har ofte ført med seg lenker til lignende artikler som også er undersøkt i den grad de har sett relevante ut. For filmsnutter på Youtube får man automatisk fram forslag om lignende filmsnutter som i noen grad er fulgt opp videre. Det oppleves ikke som mulig å få systematiske og heldekkende søkeresultater fra søkemotorene Google og Youtube. Søkeresultatet kan bli ulikt ift den enkelte brukers subjektive valg knyttet til videre undersøkelse av søketreffene. I dette arbeidet er det flere personer som har utført informasjonssøk på internett, og dermed har vi fått flere ulike treff som gjør at vi føler å dekke et bredere område og dermed mye av det som kan være relevant, men vi er også samtidig klar over at det finnes nok relevant info om temaet som ikke har blitt fanget opp.

Funn av informasjon har i noen tilfeller blitt fulgt opp med direkte henvendelser for avklaringer knyttet til teknologien via telefon eller e-post.

## 3 Nye teknologier

### 3.1 Generelt

Funn av teknologier, materialer og metoder som har eller synes å kunne gi et potensiale for kostnadseffektivisering av drift og vedlikehold er beskrevet i de følgende kapitlene.

### 3.2 Selvstyrende (autonome) driftskjøretøy

Det pågår en rask utvikling av autonome kjøretøyer innenfor personbilmarkedet og også innenfor kollektivområdet f.eks. i forbindelse med førerløse småbussar.

Teknologiutviklingen som gjøres knyttet til disse områdene som har enormt store potensielle brukergrupper, vil være overførbart til kjøretøy som brukes til drift av gang- og sykkelveger også. Aktuelle hendelser som må håndteres er i prinsippet de samme på en bilveg som på en gang- og sykkelveg (følge vegen, andre trafikanter, gående, syklende, dyr mm). Det at brukergruppen til gang- og sykkelveger bare er myke trafikanter gjør at det bør avklares om autonome driftskjøretøy er ønskelig å ha på dette vegnettet. I arbeidet vårt videre har vi ikke tatt hensyn til eventuelle forskjeller på dette i forhold til andre vegtyper.

En gang- og sykkelveg har ulikheter ift både bilveg og andre arealer det i dag finnes eller utvikles autonome kjøretøy for. Noen ulikheter/momentene som må håndteres før bruk på gang- og sykkelveger er:


- Bredder – gang- og sykkelveger er ofte smale, 2-3 m, behov for smale driftskjøretøy og nøyaktig navigasjon for å følge vegen
- Krapp kurvatur, kortere siktstrekninger (kompenseres mye av lavere fart på brukerne)
- Myke trafikanter (gående, syklende, hunder i bånd mm)
- Ville dyr (har ikke viltgjerd langs gang- og sykkelveger)
- Trafikantenes vilkårlige plassering i tverrprofilen (høyre/venstre-regler praktiseres i mindre grad enn på veg, mange går/sykler i midten)


- Siden vegen er smal vil det være mer overhengende vegetasjon som dekker for fri sikt og kan gi forstyrrelser/hindre mottak av GPS-signaler enn for bilveger som er bredere


Eksempler på autonome kjøretøy/redskaper som synes å kunne ha potensiale for mer kostnadseffektiv drift av gang- og sykkelveger er:

- Autonom feiemaskin
- Arbeids-/transportkjøretøy som kan settes i autonom modus ved behov
- Autonom gressklipper (mindre aktuell for gang- og sykkelveger, grøntarealer er oftest knyttet til bilvegen)
- Fjernstyrt kantklippemaskin/redskapsbærer

I tab. 3.1 under er funnene beskrevet mer detaljert:

Tema	Forklaring Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
Autonom feiemaskin	<p>Firmaet ENWAY utvikler programvare for autonom drift av kjøretøyer/redskaper, og fokuserer på søppelbiler og feiemaskiner.</p> <p>Eksempel på utstyr (demofilm):  <a href="http://enway.ai/">http://enway.ai/</a></p>  <p>Nettstedet har landskode ai i domenenavnet. Dette er koden for Anguilla som er et britisk oversjøisk territorium i Karibia.</p>	<p>Demofilmen på hjemmesiden til ENWAY viser en førerløs feiemaskin. Modenheten til utstyret framkommer ikke av informasjon på hjemmesiden, og utstyret er nok derfor ikke kommersielt tilgjengelig.</p> <p>Dersom en slik autonom feiemaskin hadde vært tilgjengelig på markedet til bruk på gang- og sykkelveger/arealer, ville det medført muligheter for hyppigere feiinger og dermed renere arealer for gående og syklende. For arealer i bymiljøer og tettsteder med behov for hyppige eller daglige feiinger kan dette kanskje være kostnadseffektivt, ref. figurer med kostnadsfordeling i kap. 1, men det er ikke aktuelt å regne på dette siden vi ikke har opplysninger om hva slikt utstyr vil koste i investering og drift.</p> <p>Kostnadseffektivitet synes å være knyttet til redusert bemanningsbehov for framføring av feiemaskinen, og mulighet for hyppigere feiing med fordelene det har brukerne (gående og syklist) og for naboene/nærmiljøet mht f.eks. svevestøv. Eventuell feiing om natt må vurderes opp mot eventuelle støyplager for naboer.</p>

Tema	Forklaring Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
Redskap følger operatør	<p>Eksempelet viser en søppelbil som kan settes i autonom modus ved behov og følge etter operatøren.</p>   <p>Dette er et pågående forsøksprosjekt som Volvo har sammen med Renova i hemhold til artikkel hos CNN.com:  <a href="http://money.cnn.com/2017/05/18/technology/volvo-garbage-truck/index.html">http://money.cnn.com/2017/05/18/technology/volvo-garbage-truck/index.html</a></p> <p>Demofilm på Youtube:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zJSHXr8i-ZU">https://www.youtube.com/watch?v=zJSHXr8i-ZU</a></p>	<p>Dette er et pågående forsøksprosjekt der Volvo benytter teknologien fra selvkjørende biler overført til andre områder.</p> <p>Dette eksempelet med søppelbiler er ikke relevant for gang- og sykkelveger, men teknologien vil nok være overførbart til andre kjøretøy/redskaper som kan benyttes på gang- og sykkelveger. Effektivitetsøkning kan oppnås mht redusert bemanning (sjåfør), eller raskere utførelse av arbeid ved at operatør slipper å gå ut/inn av bilen.</p> <p>Eventuell kostnadseffektivitet vil avhenge av tilleggene i investerings- og driftskostnader for å få dette utstyret på et aktuelt driftskjøretøy.</p> <p>Gang- og sykkelveger vil neppe være drivende område for å gjøre dette utstyret til en hyllevare pga arbeid på gang- og sykkelveger som kan effektiviseres på denne måten normalt utgjør en liten del av driftskostnadene (søppelplukking, vegetasjonskontroll, o.l.).</p>
Autonom gressklipper	<p>Det benyttes autonome robotgressklippere for å klippe gress langs rullebanen på Sola flyplass. En robotklipper har klippebredde på ca en meter og kapasitet til å håndtere 20 dekar. Totalt på området brukes 16 robotklippere. Et autonomt system med solceller og batteri sørger for nødvendig strøm til lading av klipperne.</p>  <p>Kilde og foto: Artikkel i Kommunalteknikk nr 5-2017, "Innovasjonsprosjekter på Stavanger Lufthavn, Sola".</p>	<p>Småskala selvgående gressklippere til hagebruk har funnes på markedet i mange år. Klippeområdet til disse har vanligvis vært avgrenset fysisk med en tråd.</p> <p>På Sola er klippeområdet avgrenset vha styringsprogram og gps.</p> <p>Normalt er det ikke store gressflater knyttet til gang- og sykkelveger. På parklignende arealer som rasteplasser, og på gressflater som er vanskelig tilgjengelig pga trafikkstrømmene (trafikkøyer og kryssområder), synes en selvgående gressklipper å kunne være aktuelt og muligens kostnadseffektivt.</p>

Tema	Forklaring Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
Fjernstyrt kantklipper/ redskaps- bærer	<p>Fjernstyrt beltegående maskin med klippeapparat til kantklipping.</p>  <p>Demofilm på Youtube: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=pYfQtwoag">https://www.youtube.com/watch?v=pYfQtwoag</a></p>	<p>Dette er utstyr som har vært tilgjengelig i markedet i over 5 år og er derfor ingen nyhet, men tas allikevel med i oversikten her. Det finnes lignende utstyr fra mange fabrikanter.</p> <p>Siden dette utstyret er fjernstyrt og ikke selvstyrt er det ikke nødvendigvis ressursbesparende og kostnadseffektivt, men en fordel med bruk av slikt utstyr til kantklipping er at kantklippingen ikke foregår fra traktor på vegskulder og arbeidet er derfor ikke er til hinder eller fare for trafikken. Bruk av dette utstyret vil også medføre mindre belastning av tyngre kjøretøyer på skulder. Ift HMS er det også sånn at operatøren som fjernstyrer også normalt vil/kan oppholde seg utenfor vegarealet, og er dermed mindre utsatt fra fare enn om han sitter i traktor på skuldra. Bruk av fjernstyrt utstyr fjerner også faren for skade på driftspersonell pga velting i bratt sideterreng.</p>

Tab. 3.1 Eksempler på autonome kjøretøy/redskaper

Andre ideer som er funnet beskrevet, men som synes å være på et tidlig utviklings-/idé-stadium og pr nå ikke har åpenbare potensialer for å være kostnadseffektive for drift og vedlikehold av gang- og sykkelveg er:

- Robot som bærer av 3D-printer for tetting av sprekker og fylling av slaghull  
<http://www.forconstructionpros.com/asphalt/article/12188999/can-robots-help-repair-roads>
- Drone brukt til inspeksjon og mindre reparasjonsoppgaver på veglys  
<http://newatlas.com/maintenance-drones-repair-cities-leeds/40008/>

For øvrig finnes eller utvikles autonome løsninger for drift og vedlikehold som pr nå er mer usikre mht nytte for gang- og sykkelveger fordi de er bygget for bruksområder som har helt andre egenskaper enn gang- og sykkelveger. Eksempler på dette er:

- Brøytetog på flyplasser
- Autonome brøytebiler på flyplasser
- Anleggsmaskiner (som dumpere til massetransport) inne på avgrensede, definerte områder
- Landbruksredskaper som gps-styrte traktorer og roboter som plukker ugress mm

Dette er mer spesialiserte maskiner og redskaper som optimaliseres ift oppgaven de skal utføre, og siden arbeidsområdet er avgrenset og normalt ikke har annen type ferdsel er det antagelig mindre fokus knyttet til andre eventualiteter/hindringer. Overføringsverdien til drift av gang- og sykkelveg antas å være liten eller ikke

eksisterende med den utformingen som er beskrevet, men muligens er det elementer av teknologien/løsningen som kan overføres til gang- og sykkelveg.

### 3.3 «Smarte» gang- og sykkelveger

Med "smart" menes i denne sammenheng fast utstyr på gang- og sykkelvegen som selv initierer en handling eller aktivitet basert på informasjon fra sensorer og tilhørende styringsprogrammer.

Følgende tema er behandlet:

- Adaptiv belysning
- Sandfangskummer som melder fra når det er behov for tømming
- Temperaturmåling som supplement til eksisterende beslutningsstøttesystemer for vinterdrift

Tema	Forklaring/bakgrunn Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
Adaptiv (Aktivitetsstyrt) belysning	<p>Med bruk av LED som lyskilder i veglys har mulighetene til regulering av lysstyrke økt betraktelig ift mulighetene med regulering av konvensjonell belysning. På vegstrekninger som ikke er i bruk tilnærmet hele tiden, som vil være tilfelle på alle gang- og sykkelveger og på bilveger som ikke har veldig høy trafikk, vil det med LED-lyskilder være mulig å dempe belysningen i de periodene strekningen ikke brukes av fotgjengere eller syklist. Ulike teknikker/bevegelsessensorer for detektering av trafikanter finnes fra ulike leverandører.</p> <p>Det finnes ulike leverandører med hver sine tekniske løsninger for aktivitetsstyrt belysning. Man kan velge å styre lengre strekninger samlet, eller armaturer enkeltvis.</p> <p>Leverandør til Statens vegvesen Region sør, Fv 155 Utstranda: <a href="http://www.comlight.no/home">http://www.comlight.no/home</a></p> <p>Annen leverandør: <a href="https://www.tvilight.com/">https://www.tvilight.com/</a></p> <p>Demofilm som viser eksempel på en type dimming på gang- og sykkelveger: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=x7NangP6lKU">https://www.youtube.com/watch?v=x7NangP6lKU</a></p>	<p>Ulike systemer for dette er kommersielt tilgjengelig, og tas i bruk og prøves ut på stadig nye steder.</p> <p>I henhold til kostnadsmodeller i MOTIV utgjør strømkostnader 20-30% av totale kostnader til sykkelvegbelysning. Og i henhold til figur med kostnadsfordeling for GsB-veg uten spesielle krav til feiing i kap. 1, utgjør vegbelysningskostnadene 34% av en typisk sykkelveg med GsB vinterstandard. Det betyr at hvis trafikken er sånn at man kan dempe belysningen i f.eks. 60% av tiden til 20% av normalt strømforbruk, vil strømforbruket halveres. Dermed reduseres de totale drifts- og vedlikeholdsutgiftene med i dette tilfellet ca 5% hvert år. Besparelsen vil være størst på de strekningene som brukes minst.</p> <p>Siden dette er ganske ny teknologi har man ikke vunnet så mye erfaringer fra bruk av dem ennå, men det kan tenkes å oppleves problematisk for naboer med hyppig opp- og neddimming av belysningen. Likedan er det påpekt at belysning som «følger» en gående gjør det veldig synlig for omverdenen hvor den gående befinner seg, noe som kan være ubehagelig i gitte situasjoner.</p>



Tema	Forklaring/bakgrunn Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
Sensor som varsler om at kum er full	Udokumentert mulighet: Hvis kummen selv varsler om at den er full kan dette redusere fare for oppslamming av rørledninger, og redusere omfang av tømning i kummer som samler lite slam	Under utvikling. Ikke kommersielt tilgjengelig.  Potensialet for kostnadseffektivisering er lite for gang- og sykkelveger generelt, men kan være aktuelt for enkelte kjente problemkummer som fylles raskt eller uregelmessig. Kan spare ekstra inspeksjoner og unngå følgearbeid pga. fulle sandfang.
Temperatursensorer i vegdekket	Udokumentert mulighet: Billig temperatursensorer med lang batterilevetid og kommunikasjonsløsning for kobling til internett kan monteres i øvre del av asfaltdekket langs en gang- og sykkelveger med vinterdriftsklasse GsA for å avdekke plutselige temperaturfall og muligens behov for strøtiltak. Dette som et supplement til eksisterende beslutningsstøttesystemer.	Idé-fase.  Dette vil eventuelt være bruk av ny teknologi til et formål det ikke er benyttet før.  Tiltaket vil på ingen måte være kostnadsbesparende, men vil kanskje kunne avdekke situasjoner med behov for strøing og indirekte redusere ulykker pga glatt veg på gang- og sykkelveger med GsA standard.

Tab. 3.2 Eksempler på «smarte» g/s-veger

### 3.4 Overvåking av tilstand på gang- og sykkelveg

Knyttet til overvåking av tilstand for å ivareta eller forbedre dagens oppgaver er det ikke funnet informasjon om nye teknologier eller løsninger som forventes å gi en mer kostnadseffektiv drift og vedlikehold.

Men informasjonssøket generelt har gitt kjennskap til ulike teknologier som har gitt idéer til bruk av nye teknologier som kan ha en nytteverdi for drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger. To slike tema er beskrevet i tab. 3.3 nedenfor:

Tema	Forklaring/bakgrunn Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
Droner	Udokumentert mulighet: Bruke droner til inspeksjon av gang- og sykkelveger. Generell inspeksjon skal utføres hver uke. Med droner vil man kunne utføre inspeksjoner med filming atskillig oftere. Men for at dette skal ha noen nytte må det også utvikles delvis automatiserte metoder for håndtering av filmene fra inspeksjonen.  Lignende, men mer ambisiøse tanker knyttet til bruk av droner for overvåking og inspeksjon og mindre reparasjoner er framsatt i denne artikkelen fra Leeds: <a href="https://newatlas.com/maintenance-drones-repair-cities-leeds/40008/">https://newatlas.com/maintenance-drones-repair-cities-leeds/40008/</a>	Idé-fase  Her er neppe potensiale til besparelse siden dronebilder neppe kan erstatte den ukentlige manuelt utførte generelle inspeksjonen. Men fordelene kan være at det kan utføres inspeksjoner hyppigere, eventuelt særskilte inspeksjoner når det er behov for det, f.eks. for å kontrollere at brøyting eller strøing eller andre driftsoppgaver er utført.

<p>Mobil optisk føreforholdssensor</p>	<p>Udokumentert mulighet: Kombinere en autonom robot som redskapsbærer med en mobil optisk føreforholdssensor. Ved å programmere denne kombinasjonen til å måle føreforhold på en GsA veg kan den detektere is og derav behov for salting.</p> <p><i>Autonom redskapsbærer:</i></p>  <p>+</p> <p><i>Optisk føreforholdssensor:</i></p> 	<p>Idé-fase</p> <p>Dette vil være en kombinasjon av nye teknologier både ift den optiske sensoren og ift et autonomt bærekjøretøy.</p> <p>Det er neppe potensiale for kostnadseffektivisering, men systemet vil kunne avdekke saltingsbehov som ellers ikke oppdages, og kan dermed medføre at det blir færre gang- og sykkelulykker.</p>
--	---	---

Tab. 3.3 Eksempler på ideer på ny bruk av teknologi

### 3.5 Behovsvurdering, planlegging og styring

I forhold til behovsvurdering, planlegging og styring er det ikke funnet nye systemer som er basert på helt nye teknologier. Eksisterende management-systemer for veg har oftest også samme funksjonaliteter eller mulighet for å lage samme funksjonaliteter for g/s-veger.

Et snev av nyheter finnes i eksemplene nedenfor, en app for publikumsinnmelding av feil, og et innsynsverktøy (web) tilpasset syklistene slik at de kan se når sykkelvegen sist ble brøytet:

Tema	Forklaring/bakgrunn Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
<p>App og nettløsninger for innmelding av feil og mangler</p>	<p>Mange kommuner har tatt i bruk systemer (web-løsninger og apper til smarttelefoner) for at publikum skal kunne melde inn feil knyttet til infrastruktur og tjenester som kommunen har ansvar for. Web-løsninger for dette har funnes i mange år, mens apper med denne type funksjonalitet er nyere.</p> <p>Som eksempel kan nevnes løsningen til Bærum kommune som har navnet «Meld en feil».</p>	<p>Systemet er i drift.</p> <p>Systemet kan være kostnadseffektivt på den måten at hvis det kommer tilbakemeldinger fra brede lag av folket og fra alle geografier i kommunen, kan man spare særskilte inspeksjoner for å vurdere behov for tiltak. Dette synes å være et ganske subjektivt beslutningsgrunnlag, men det gir indikasjoner på områder og objekter som behøver drift og vedlikehold. Kostnadseffektiviteten har et pluss i form av redusert behov for inspeksjon.</p>

Tema	Forklaring/bakgrunn Referanse/lenke	Vurdering - modenhet - potensiale for kostnadseffektiv drift
Brøyteweb for syklist	<p>Dette er et system som skal gi en oversikt over hvilke sykkelveger det er brøytet. Visning med 15-30 min forsinkelse i sanntid. Under snøvær skal dermed syklist kunne planlegge sykkelreisen sin ift. at det skal være mest mulig nybrøytet.</p> <p>Teknologi for dette finnes i hyllevareprodukter for flåtestyring og dokumentasjon av aktiviteter. F.eks. har Statens vegvesen hatt krav om elektronisk registrering av vinterdriftsaktiviteter i mange år. Men det som er nytt er at man nå arbeider med å skreddersy applikasjoner for syklende.</p>	<p>Under utprøving til begrenset brukergruppe i Bærum kommune denne vinteren. Lignende systemer skal også testes ut i Kristiansand og Trondheim. Stavanger er litt mere tilbakeholden til å bruke brøyteweb, da «ikke tiltak» noen dager kan misforstås og tolkes som at tilstanden er dårlig på g/s-vegen</p> <p>Det finnes også tilsvarende brøyteweb i Finland.</p> <p>Dette temaet er egentlig ikke en del av det vi har søkt etter i dette prosjektet, for her er det ikke potensiale til kostnadseffektivisering av drift og vedlikehold. Dette verktøyet utvikles for brukerne, dvs syklistene, slik at de kan få mest mulig nytte av vinterdriftstiltakene, og sykle når forholdene er som best.</p>

Tab. 3.4 Eksempler på «nyheter»

## 3.6 Bygging av g/s-veger eller tilhørende objekter

### 3.6.1 Innledning

Dette kapittelet dreier seg om spesielle utforminger, metoder, teknikker, materialer mm for bygging av gang- og sykkelveg eller tilhørende objekter med potensiale for forenkling av drift/vedlikehold

Knyttet til dette temaet er det funnet en del eksempler på bruk av ny teknologi, eller kjent teknologi på ny måte. Følgende tema behandles videre:

- smelting av snøen istedenfor brøyting
- polyuretan-lag for å tette sprekker og hindre at det blir værende is på vegoverflaten
- selvlysende asfalt
- ferdige elementer med vegoverbygning av plastmateriale

### 3.6.2 Metoder for smelting av snø istedenfor brøyting

Tradisjonelt har elektriske varmekabler eller vannbåren varme vært benyttet på enkelte gangarealer som fortau og plasser i bymiljø. Men det er også mye benyttet på krysningsfelt/driftsåpninger på motorveger, dvs på arealer som må være klare for å ta imot trafikk på kort varsel, men som ikke er lett tilgjengelig for brøyting. Det finnes også installasjoner med varmekabler på bruer som er særlig utsatte for tilfrysing/rimdannelse.

Det er flere grunner til at oppvarming av dekket på gang- og sykkelveger for å holde den fri for snø- og is gjennom vinteren kan være aktuelt. Bl.a.:

- det er ikke tilgjengelig areal for brøytetekant, og snø må derfor kjøres bort etter hvert snøfall. Dette gjelder både g/s-veger på bru og "på bakken" i områder der sidearealene av ulike årsaker er svært kostbare

- g/s-veger har hindringer som gjør at man må bruke spesialutstyr til brøyting og strøing
- UU-tiltak (universell utforming) som må være bare
- g/s-veger med GsA-standard som går gjennom et område der man ikke kan bruke salt
- redusere risiko for glatt g/s-veg på utsatte strekninger
- mm.

Dagens løsninger for oppvarming av vegarealer er normalt basert på enten elektriske varmekabler eller vannbåren varme fra fjernvarmeverk eller en el-kjele, og er regnet for å være energikrevende og dyre i drift. Fra (Karhula, 2014) oppgis at på anlegg med vannbåren oppvarming for snøsmelting og hindre isdannelse på gang- og sykkelvegareal i Umeå er kostnadene 2,5-3 ganger mer enn for ordinær vinterdrift. Høy energibruk medfører også utslipp av klimagasser, og er lite ønskelig i disse tider.

#### Lagring av varme fra sommer til vintersesong

Men det pågår for tiden forskningsprosjekter knyttet til mer energieffektive løsninger for tining av snø på veg. Under "Ferjefri E39-prosjektet" pågår bl.a. arbeid knyttet til disse tema som kan være overførbare til gang- og sykkelveger dersom arbeidet gir gode resultater for E39. Følgende 4 doktorgradsarbeider har relevans knyttet til vinterdrift og oppvarming av veg:

- Safe and ice-free bridges using renewable thermal energy sources (2 stk)
- Graphene reinforced composite for asphalt pavements
- Graphene enhanced cementitious materials in the E39 infrastructures

Arbeidene i første punkt gjelder lagring av varme fra solinnstråling i sommerhalvåret i et varmelager i bakken, og gjenbruk av denne varmen til å holde bruer snø- og isfrie vinterstid. Det bygges inn et omfattende rørsystem i vegkroppen som sirkulerer varmt/kaldt vann fra/til vegkropp/varmelager som vist i følgende fig. 3.1 fra (Johnsson, 2017):

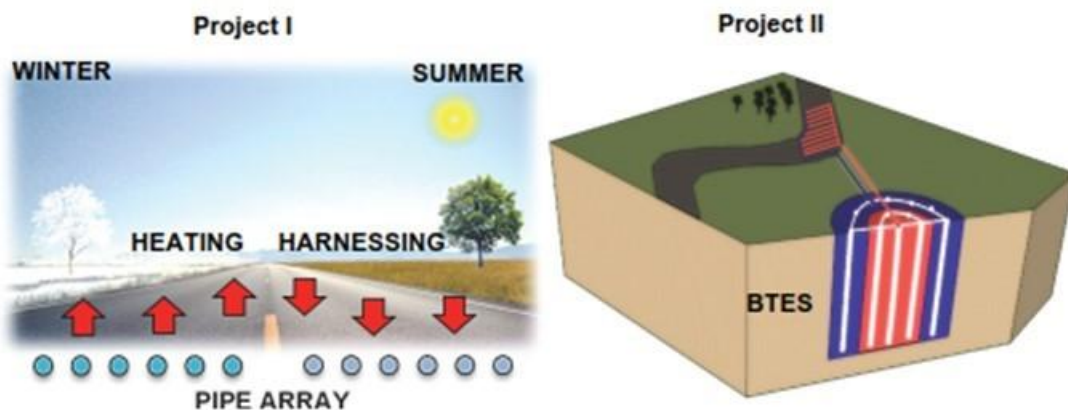


Figure 3. Division of research area between project I – Pavement design and project II – Energy storage.

Fig. 3.1 Lagring av energi i bakken

I arbeidene i kulepunkt 2 og 3 søkes det etter å øke varmeledningsevnen til vegdekker av asfalt og betong ved å tilsette grafen som har en høy varmeledningsevne. Dette

gjøres for å øke effektiviteten og utnyttelsesgraden til varmelagringsanlegg som baserer seg på solvarme.

Dette synes pr nå å ha ganske store investeringskostnader slik at det i en sammenligning av livsløpskostnader neppe er billigere enn brøyting og strøing på vanlig måte der det er mulig. Men på strekninger uten plass til brøytekanter, noe som medfører at snøen må fjernes etter hvert snøfall, må slike løsninger vurderes. I licensiatavhandlingen (del 1 av PhD studiet) til (Johnsson, 2017) framkommer det at denne teknologien kan egne seg i relativt mildt kystklima. Teknologien vil i driftssituasjonen forhåpentligvis være mer kostnadseffektivt enn konvensjonelle tinseløsninger som er matet med strøm eller fjernvarme. Kanskje det også blir billigere enn brøyting og strøing?

#### *Varme fra sjøvann og varmepumpe*

En annen mulig løsning for å varme opp vann til vannbåren varme for smelting av snø som kan være aktuelt å vurdere i kystnære områder, er vannbåren oppvarming basert på varmepumpe og sjøvann. Dette er ikke ny teknologi, men bruk av eksisterende kjent teknologi på nytt område.

#### *Strømførende og varmeutviklende betong*

En forholdsvis ny teknologi som bare er aktuell på betongdekker, dvs antagelig bare aktuell for broer på gang- og sykkelveger, er utviklet og tatt i bruk i Nebraska jfr. informasjon i denne artikkelen:

<http://news.unl.edu/newsrooms/today/article/de-icing-concrete-could-improve-roadway-safety/>

Metoden er basert på at jernspon og karbon blandes inn i betongen. Dette gjør at betongen blir strømførende og utvikler varme som smelter snø og rimfrost. Det framgår ikke opplysninger om energiforbruk og energieffektivitet, men det er neppe forhold med denne metoden som gjør at den bruker mindre strøm enn en installasjon med elektriske varmekabler ville ha gjort for å smelte samme mengde snø. Men etableringskostnadene og levetid til systemet kan være annerledes enn for elektriske varmekabler.

### **3.6.3 Polyuretan-belegg over asfaltdekket**

Ved Universitetet i Tromsø har en forskergruppe funnet at polyuretan-plast har egenskaper som kan være nyttige for veger. Polyuretan er, i henhold til en artikkel om dette i avisa Nordlys, mykt og elastisk og tåler temperaturer ned til 45 kuldegrader, det skal også være vanntett, slitesterkt, erodere lite og forurenser ikke i form av veistøv, og i tillegg skal materialet holde seg isfritt av seg selv!

Dette arbeidet synes å være på et tidlig stadium, det har ikke vært testet annet enn som små prøvestykker, og kan bare sees på som et forprosjekt ennå.

Påstanden om at dekket holder seg isfritt av seg selv ble undersøkt nærmere, og det viser seg at det er plastmaterialets mykhet som forskergruppa mener vil gjøre at et islag vil knuse fordi plastdekket tøyres/synker ned ved belastningen som oppstår når et kjøretøy passerer. De knuste isbitene vil lett bli blåst eller brøytet bort. På gang- og sykkelveg er lastene normalt så små at man ikke kan forvente samme effekter der. Dette materialet anses derfor ikke å være aktuelt å bruke på gang- og sykkelveger for å gjøre vinterdriften mer kostnadseffektiv.

Artikkelen fra Nordlys finnes på denne lenka (NB! Krever abonnement):

<https://www.nordlys.no/veistandard/veidekke/forskning/de-vil-revolusjonere-veiene-i-nord-og-bytte-ut-asfaltdekke-asfalt-er-ikke-sa-lurt-i-kaldt-klima/s/5-34-646215>.

Artikkelen er også lagt inn i sin helhet i Vedlegg.

### **3.6.4 Selvlysende asfalt**

Selvlysende asfalt finnes det eksempler på både i Polen og Nederland.

**Strekningen i Polen** har et belegg av partikler som lades av solstråling om dagen, og som lyser om natta i opptil 10 timer i henhold til kilder nevnt i artikkelen i følgende lenke:

<https://www.good.is/articles/glow-in-the-dark-bike-path>

Dette er laget som en forsøksstrekning, og hensikten er å øke sikkerheten for gående og syklistene på en strekning der man ikke har ordinær belysning.



Fig. 3.2 Eksempel med selvlysende asfalt fra Polen

**En strekning i Nederland** på 600 m har også slike selvlysende partikler som virker etter samme prinsipp som strekningen i Polen, og som "lades" opp av solstråling om dagen og avgir lys når det blir mørkt. Men denne strekningen har, som det ser ut på bildene, atskillig færre lysende partikler pr areal, og fungerer nok mer som en hjelp til optisk ledning for trafikantene enn til å lyse opp vegarealet.

<https://www.outsideonline.com/1927506/netherlands-unveils-starry-night-solar-bike-path>

Men i henhold til beskrivelsen i artikkelen som er lenket ovenfor er denne strekningen laget for utsmykningsformål. Mønsteret er inspirert av mønsteret i van Gogh's maleri *Starry Night*, og strekningen er en del av den 335 km lange van Gogh sykkelruta.

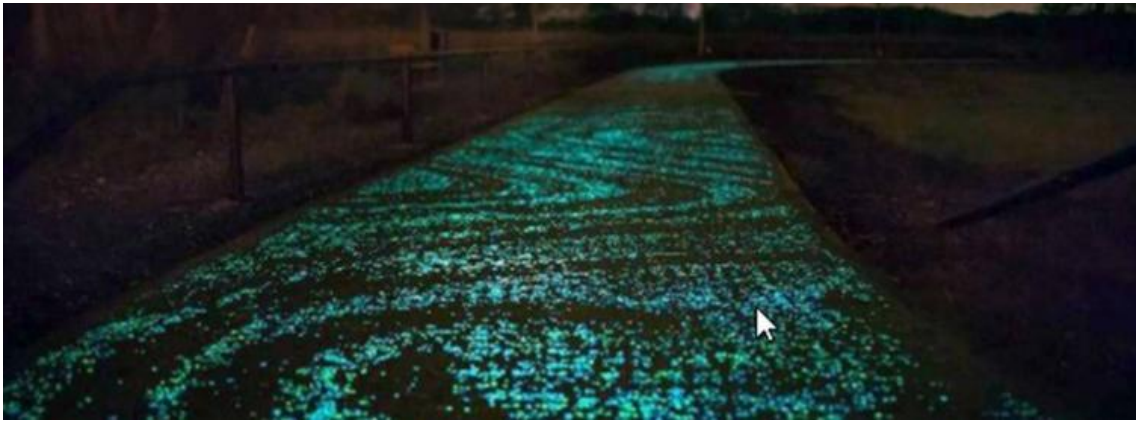


Fig. 3.3 Eksempel på selvlysende veg fra Nederland

Siden disse strekningene er etablert av andre årsaker enn for kostnadseffektivisering av drift og vedlikehold er teknologien med selvlysende partikler ikke vurdert videre i dette arbeidet.

### 3.6.5 Ferdige elementer med vegoverbygning av plastmateriale

Prefabrikerte elementer for rask bygging av gang- og sykkelveg kan være aktuelt, men for å få et varig og godt resultat vil det være en forutsetning med at undergrunnen er homogen og uten telefarlige materialer. Dette er neppe tilfelle mange steder i Norge uten at man foretar omfattende masseutskiftinger. Hvis man må gjøre større arbeider med underbygningen er det mindre aktuelt å legge ut prefabrikerte elementer for vegoverbygningen, for da er en av de store gevinstene med å bruke prefabrikerte elementer, kort byggetid, allikevel ikke oppnådd. Eksempel på prefabrikkert element i plast for bilveg er vist i dette utklippet fra en brosjyre fra nederlandske KWS:



Fig. 5.8 Eksempel prefabrikerte elementer fra Nederland

Det er ikke gjort noen videre undersøkelser av modenhet til denne løsningen, om dette er i bruk, kostnader, drift- og vedlikehold mm siden det ikke anses å være aktuelt for bruk i Norge.

### 3.7 Gjennomføring av drift og vedlikehold

Dette kapittelet dreier seg om spesielle metoder, teknikker, maskiner/utstyr, materialer mm for gjennomføring av drift/vedlikehold (eksklusive autonome driftskjøretøy, se pkt. 3.2).

Videreutvikling, forbedringer og tilpasninger av eksisterende utstyr foregår kontinuerlig inkludert spesielle tilpasninger av utstyr til g/s-veger. Dette arbeidet forventes å fortsette og også øke ettersom det stilles strengere driftskrav til flere og flere sykkelveger.

Men det er ikke identifisert relevante nye teknologier under dette temaet.

## 4 Forslag til videre arbeid

Ny teknologi som pr nå synes å ha mest potensial for å gjøre drift og vedlikehold av gang- og sykkelveger mer kostnadseffektivt er:

- Aktivitetsstyrt belysning
  - dette er i bruk/under utprøving og flere leverandører finnes.
- Nye metoder for mer energieffektiv oppvarming av overflaten for smelting av snø samt hindre is/rim på steder som krever et omfattende driftsopplegg
  - lange bruer uten snøopplag, trapper, UU-arealer med krav til bar veg mm.
- Autonom feiemaskin på strekninger med behov for hyppig feiing (bystrøk)
  - utvikling pågår, modenhet er ukjent.

I tiden som kommer forventes en rask utvikling med hensyn til å ta i bruk sensortechnologi i stort omfang og knytte disse til internett. Billigere sensorer og nye tilpassede kommunikasjonsløsninger som f.eks. NarrowBand-IoT vil gjøre det mulig å overvåke objekter i større omfang enn det har vært hensiktsmessig å gjøre til nå.

Praktiske løsninger for å gjøre seg nytte av denne teknologien vil formodentlig utvikles på ulike arenaer (smarte byer o.l.), og dette fagområdet bør følges nøye opp videre for å ta i bruk relevante løsninger som utvikles og som har overføringsverdi til gang- og sykkelveger mht mer kostnadseffektiv drift.

## Referanser

Karhula (2014) *Best practice for cycle path winter maintenance processes. Part of Pykälä II research project.* Tampere University of Technology. Transport Research Centre Verne.

Johnsson (2017) *Winter Road Maintenance using Renewable Thermal Energy*, Josef Johnsson, Licensiatavhandling, Chalmers.



## Vedlegg

Artikkel fra Nordlys 12.september 2017:

### De vil revolusjonere veiene i nord og bytte ut asfaltdekke: - Asfalt er ikke så lurt i kaldt klima



Disse forskerne fra Universitetet i Tromsø tror de kan frelse nordnorske veier fra hull og sprekker, Hassan Abbas Khawaja (t.v.), Hans-Kristian Norum Eidesen, Tor Schive, Kåre Edvardsen og Tanveer Ahmad. Foto: Privat

Av Torgeir Braathen  
08. juni 2017, kl. 06:35

Forskere ved Universitetet i Tromsø har funnet et nytt plastdekke som de mener er mye bedre enn asfalt.

Du ser forvitringen nær sagt overalt på veiene. Hull i asfalten og sprekker som blir verre og verre for hver vinter som går. Nå tror en gruppe forskere ved Universitetet i Tromsø at de er på sporet av løsningen på problemet. De har funnet et nytt materiale som de mener har store fordeler framfor asfalt, og som kan revolusjonere kvaliteten på veiene. Et plastmateriale de har gitt navnet «icefree/isfri».

Vann er den største fienden for veiene. Det ekspanderer når det fryser og lager humper i veien. Når det tiner etterlater det seg «lommer» som fører til sprekker og hull. Dette er et omfattende problem i Nord-Norge, sier førsteamanuensis Hassan Abbas Khawaja ved Institutt for ingeniørvitenskap og sikkerhet ved UiT – Norges arktiske universitet.

### **En rekke fordeler**

Forskningsprosjektet for bedre veier har pågått i et år, og Khawaja sier det nye materialet av polyuretan er mykere enn asfalt i kulde, og tåler opp til 45 kuldegrader. Det skal også være vanntett, slitesterkt, eroderer lite og forurenser ikke i form av veistøv. I tillegg holder materialet seg isfritt av seg selv, ifølge forskerne, noe som skal gjøre strøing unødvendig.

**- Materialet kan både brukes til å fylle i sprekker og hull som har oppstått i veien, og som et nytt toppdekk oppå asfalt, sier han.**

Det er gjort laboratorietester av materialet, men det er ikke testet ute på ekte veier ennå.

- Nei, så langt har vi ikke kommet, men det må bli gjort på et tidspunkt. Vi har kontakt med vegvesenet som er positive, men trenger også mer støtte for å gå videre. Vi er veldig ivrige etter å få prøvd ut dette, sier han.

### **Må teste dekk og veigrep**

Hvordan materialet virker på bildekk er et av de ubesvarte spørsmålene som må testes, både med hensyn til slitasje og veigrep.

- *Materialet vil vel også være dyrere enn asfalt?*

- Ja, men ettersom man ikke trenger så store mengder, bare et tynt lag, så blir ikke kostnadene uoverkommelige. Kostnader må også vurderes ut fra hvor lang levetiden er, og det forsker vi også på, sier han.

- *Så om 20 år er kanskje alle veiene våre her nord dekket med dette plastmaterialet?*

- Ja, det vil være min drøm som går i oppfyllelse, sier Hassan Abbas Khawaja.

### **- Verdt å undersøke dette**

Seniorrådgiver Gunn Sissel Dobakk i Statens vegvesen bekrefter at man kjenner til prosjektet.

- Ja, vi har fått presentert prosjektet, og er såpass nysgjerrige at vi ser fram til å få dette testet ut, sier hun.

Dobakk sier vegvesenet er åpne for nytenking.

- Det er lenge siden vi fikk asfalt, og vi tror det er verdt å se på nye ting og sjekke ut dette. Så får vi se om det har noe for seg, sier hun.

Vegvesenet vil være behjelpelig med å legge til rette for testing når forskerne er klare, og hun sier dette må gjøres på kontrollerte områder, som for eksempel øvingsbaner.

- Det må testes over tid, med både regn, tele og frost. Det er tidlig i prosessen, og det må undersøkes og prøves og feiles først, men det blir spennende å se hva man får ut av det.

Hun sier vegvesenet ikke er direkte samarbeidspartner til prosjektet, men at man hilser gode ideer fra universitetsmiljøet velkommen.

- Vi skal være tilgjengelige for dem, og er positive og forventningsfulle til dette arbeidet, sier Gunn Sissel Dobakk.



BEDRE VEIER: Førsteamanuensis Hassan Abbas Khawaja viser fram det nye materialet sammen med masterstudent Hans-Kristian Norum Eidesen (t.v.), instituttleder Tor Schive, førsteamanuensis Kåre Edvarden og masterstudent Tanveer Ahmad ved Universitetet i Tromsø. Foto: Privat