

Test av brøytestikk vinteren 2020/2021

brøytestikk, test, plaststikk, bambusstikk, furustikk, pil, trestikk, skrubrøytestikk

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 886



Tittel

Test av brøytestikk vinteren 2020/2021

Undertittel

brøytestikk, test, plaststikk, bambusstikk, furustikk, pil, trestikk, skrubrøytestikk

Forfatter

Inge Bolme, Veidekke Industri
Kompetansesenteret

Avdeling

Teknologi Drift og vedlikehold

Seksjon

Prosjektnummer

C13434

Rapportnummer

886

Prosjektleder

Øystein Larsen

Godkjent av

Dagfin Gryteselv

Emneord

brøytestikk, test, plaststikk, bambusstikk, furustikk, pil, trestikk, skrubrøytestikk
plastforsøpling

Sammendrag

Vinteren 2020/2021 ble det gjennomført tester av ulike brøytestikk på prøvefelt flere steder i landet. Egenskapstester har blitt gjennomført både i felt og lab, og miljøbelastning er belyst gjennom en LCA-analyse utført av Multiconsult.

Åtte brøytestikktyper har blitt testet. Fire typer plaststikk, to typer bambus i tillegg til stikker av furu og pil. Røde stikker gir best synlighet. Plaststikk ser ut til å tåle påkjenning best og kan i størst grad gjenbrukes. Stikker av pil og bambus har noe dårligere styrke mens furu er for svak og ansees for uegnet.

Title

Testing of snow poles winter 2021/2022

Subtitle

Visibility, functionality and environmental impact for different types of snow poles

Author

Inge Bolme, Veidekke Industri
Kompetansesenteret

Department

Technology Operation and Maintenance

Section

Project number

C13434

Report number

886

Project manager

Øystein Larsen

Approved by

Dagfin Gryteselv

Key words

snow poles, test, plastic poles, bamboo poles, pine poles, willow, wooden poles, screw plow poles, plastic litter

Summary

In the winter of 2020/2021, tests have been carried out of various snow poles on test fields several places in the country. Tests have been carried out both in the field and in laboratory, and environmental impact has been highlighted through an LCA analysis carried out by Multiconsult.

Eight snow pole types have been tested. Four types of plastic poles, two types of bamboo in addition to pine and willow. Red poles provide the best visibility. Plastic poles seem to withstand stress best and can be reused to the greatest extent. Poles made of willow and bamboo have a little less strength, while pine is too weak and is considered unsuitable.



Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
Summary	4
1. Innledning.....	5
2. Bakgrunn.....	6
3. Brøytestikk.....	7
3.1 Generelt	7
3.2 Krav til brøytestikk	7
3.3 Mengder på årsbasis	7
4. Stikketyper.....	9
5. Aktiviteter.....	16
5.1 Prøvefelt vei	16
5.1.1 Rv9 Setesdal	16
5.1.2 E6 Dovrefjell	18
5.1.3 E6 Fauske	20
5.2 Prøvefelt flyplass.....	22
5.3 Egenskapstesting i laboratorium.....	23
6. Vær og klima	24
6.1 Prøvefelt vei	24
6.1.1 Rv9 Setesdal	24
6.1.2 E6 Dovrefjell	28
6.1.3 E6 Fauske	31
6.2 Prøvefelt flyplass.....	33
7. Resultater og vurderinger	36
7.1 Prøvefelt vei	36
7.1.1 Erfaringer fra utsetting og opptaking.....	36
7.1.2 Synlighet.....	38
7.1.3 Funksjonalitet.....	44
7.2 Prøvefelt flyplass.....	50
7.2.1 Erfaringer fra utsetting.....	50
7.2.2 Påkjenning fra brøyting og slag.....	52
7.2.3 Bruddflater	57
7.3 Egenskapstester i laboratorium	61

7.3.1	Egenskaper i kaldt vær.....	62
7.3.2	Egenskaper i varmt vær	63
7.3.3	Solinnstråling/varmeeksponering.....	65
7.4	Tilbakemeldinger og erfaringer fra øvrige områder og tidligere arbeid.....	66
7.4.1	Erfaringer fra Kristiansand kommune	66
7.4.2	Erfaringer fra Agder fylkeskommune.....	67
7.4.3	Erfaringer fra Dk0702 Vestfold Syd.....	67
7.4.4	Erfaringer fra OPS E18 Grimstad – Kristiansand	68
7.4.5	Erfaringer med skrubrøytstikk i Rørosregionen vinteren 2020/2021.....	69
8.	Livsløpsanalyser og -vurderinger for brøytstikker	70
9.	Oppsummering – konklusjon	72
10.	Videre arbeid	75
11.	Referanser.....	76
	Vedlegg 1 – Skjema for registrering av synlighet.....	77
	Vedlegg 2 – Skjema for registrering av funksjonalitet	78
	Vedlegg 3 – Registreringer utsetting flyplass	79

Sammendrag

Mikroplast, plastforsøpling og forurensing er tema det jobbes mye med i dagens samfunn. I den senere tid har dette fokuset også gjort seg gjeldende knyttet til plastforsøpling fra brøytestikker på avveie. Det finnes alternativer til plast, men lite objektiv kunnskap om disse med tanke på viktige faktorer så som synlighet og funksjonalitet. Beregninger knyttet til miljøbelastning fantes heller ikke for hverken tradisjonelle brøytestikk eller nylig tilkomne alternativer.

Vinteren 2020/2021 har det derfor blitt jobbet med ulike temaer knyttet til brøytestikk. Prøvefelt ble etablert på ulike steder rundt om i landet for å samle data. Egenskapstester har blitt gjennomført både i felt og lab, og miljøbelastning er belyst gjennom en LCA-analyse utført av Multiconsult.

I alt åtte brøytestikktyper har blitt testet. Fire typer plaststikk, to typer bambus i tillegg til stikker av furu og pil. Resultatmessig er konklusjonen at røde stikker gir best synlighet. Plaststikker ser ut til å tåle påkjenning best og kan i størst grad gjenbrukes. Brøytestikk av furu ansees for uegnet, mens stikker av pil kan vise seg å ende opp som et bra alternativ, med visse forbehold. Bambus oppnår middels score når det gjelder synlighet, men kommer godt ut miljømessig. Synligheten vil i mange tilfeller kanskje være god nok, samtidig som man nok må regne med mer resetting og mindre gjenbruk ved bruk av bambus. Samtlige stikketyper ser ut til å kunne gi spisse/farlige brudd, men furu og pil vurderes som farligst i trafikkikkerhetsperspektiv. Umalte trestikker (bambus, furu og pil) og stikker av resirkulert plast gir lavest miljøbelastning ifølge Multiconsult sine beregninger.

Summary

Microplastics, plastic waste and pollution are topics of great concern today. In recent years focus on these topics has reached the road winter maintenance society regarding plastic littering from snow poles. There are alternatives to plastic poles, but little knowledge available regarding important factors such as visibility and functionality. Calculations related to environmental impact were also not available for any of the alternatives, neither traditional snow poles nor available alternatives.

During the winter 2020/2021, work has been conducted on various topics related to snow poles. Tests have been conducted both in field and laboratory to collect data and investigate visibility and functional properties. Environmental impacts have been evaluated through an LCA-analysis carried out by Multiconsult.

A total of eight types of snow poles have been tested: four types of plastic poles, two types of bamboo in addition to poles from pine and willow.

In terms of visibility red poles were found to be best. Plastic snow poles seem to withstand stress best and can be reused to the greatest extent. Pine poles are considered unsuitable, while willow snow poles may prove to be a good alternative, with certain reservations. Bamboo poles achieves medium scores in terms of visibility but perform well in terms of environmental impact. In many cases, the visibility may be sufficient, but at the same time more extensive supplementation and less reuse are to be expected when using bamboo snow poles. All types of poles could cause sharp and/or dangerous fractures, but pine and willow are considered the most dangerous from a traffic safety perspective. Unpainted wooden poles (bamboo, pine and willow) and poles made from recycled plastic have the lowest environmental impact according to Multiconsult's calculations.

1. Innledning

Statens vegvesen (SVV) er aktive på forskning og utvikling (FOU). Hvert år bruker samfunnet store ressurser relatert til vinterdrift av vei. Det er derfor ikke unaturlig at SVV bruker en del ressurser på vinterdriftsrelaterte problemstillinger. Veidekke Industri (VDI) har her vært engasjert av Statens vegvesen divisjon Drift og vedlikehold, for å bistå i forbindelse med gjennomføring og rapportering fra ulike feltforsøk.

Vinteren 2020/2021 har det blitt jobbet med ulike temaer knyttet til brøytestikk. Prøvefelt ble etablert på ulike steder rundt om i landet for å samle data knyttet til synlighet og funksjonalitet. Ulike egenskapstester har også blitt gjennomført, både i lab og felt, i tillegg til at miljøbelastning har blitt vurdert gjennom en LCA-analyse utført av Multiconsult.

Denne rapporten oppsummerer arbeidet som har blitt gjort, samt erfaringer og resultater fra prosjektet. Arbeidet vinteren 2020/2021 bygger videre på arbeid initiert i 2019. Resultater herfra inngår derfor også til dels i rapporten.

Øystein Larsen har vært ansvarlig for gjennomføringen fra SVV sin side, men mange har vært involvert i forbindelse med gjennomføring, registrering og oppfølging av prøvefeltene i Setesdal, Fauske og på Dovrefjell. Sentrale bidragsyttere i prosjektet har vært: Per Brandli ansvarlig fra SVV ved Bjorli testsenter, Tellef Kristian Skaiaa og Harald Åge Helle fra SVV Setesdal, Wenke Hagelund Vedum og Hans Skartlien fra SVV Dovre, Roald Birkeli og Erling Hansen fra SVV Fauske, samt Ivar Opås fra Våler Vekst, Jan Valle fra DW Støyskjerm og Peder Strømsvåg i RoadTech. Takk til byggherre lokalt og entreprenørene Mesta og Stian Brenden for god oppfølging.

Bård Nonstad og Øystein Larsen fra SVV Trondheim og Inge Bolme (VDI) har stått for bearbeiding av data. Inge Bolme har stått for utarbeidelse av rapport, men deltakerne i prosjektet nevnt over har bidratt med nyttig innspill her, samt i forbindelse med kvalitetssikring av rapporten. Bjørn Ove Lurfald fra Veidekke Industri har også bidratt i arbeidet med kvalitetssikring av rapporten.

Livsløpsanalyser med tilhørende vurderinger for brøytestikk er utarbeidet av Julie Sandnes Galaaen i Multiconsult. Egen rapport (1) er utarbeidet i tilknytning til dette arbeidet, men de viktigste resultatene er inntatt også her.

2. Bakgrunn

Det jobbes for tiden mye med mikroplast, plastforsøpling og forurensing generelt. I den senere tid har fokuset økt på plastforurensning fra brøytestikker på avveie. Det finnes ulike alternativer til plast, men objektiv kunnskap om disse med tanke på faktorer så som synlighet, funksjonalitet, miljøbelastning og totalkostnad kan sies å være begrenset.

For å utvide kunnskapsgrunnlaget knyttet til brøytestikk generelt, og alternativer til plast spesielt, gjennomførte Statens vegvesen et prosjekt vinteren 2019/2020. Det ble etablert to korte prøvefelt på E6 Dovrefjell og Fv65 i Surnadal for å samle erfaringer og data knyttet til blant annet synlighet og funksjonalitet. Hovedkonklusjonene fra 2019/2020 var at rødfargede stikk syntes best. Plaststikker så ut til å tåle mer, kreve mindre supplering og ha høyere gjenbruk enn bambus. Det ble videre foreslått at prosjektet burde videreføres, med lengre prøvefelt og flere stikketyper, i tillegg til miljøanalyser knyttet til produksjon og bruk av ulike stikk (2).

Prosjektet ble derfor videreført og oppskalert vinteren 2020/2021, med flere stikketyper, flere og lengre prøvefelt, samt arbeid med miljøbelastningsanalyser.

3. Brøytestikk

3.1 Generelt

Brøytestikk skal gi optisk/visuell ledning i forhold til veikant, markere brøyteareal, varsle om spesielle forhold eller objekter i og utenfor veien med mer. Både for de som brøyter og for trafikantene. Brøytestikkene har derfor en viktig funksjon der synlighet og funksjonalitet må vurderes sammen med miljøhensyn og kostnad.

3.2 Krav til brøytestikk

Statens Vegvesens Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger lister opp gjeldende krav til brøytestikk. I driftskontraktene kan det i tillegg være spesielle beskrivelser og krav utover det som står i R610. Tidligere ble kravene i R610 i stor grad brukt både for riks- og fylkesvei, mens de nå, etter skille mellom stat og fylke fra januar 2020, ikke nødvendigvis trenger være gjeldende for fylkesvei (3).

Generelt (forenklet) kan en si at følgende krav til selve brøytestikken følger av håndbok R610:

- Brøytestikk kan være av plast (25 mm) eller bambus (rotmål minst 16/20 mm (avhengig av høyde)).
- Stikkene skal ha ett felt med hvit refleks i folieklasse 2. Høyden på refleksfeltet skal være 10 cm og underkant refleksfelt skal være 1 meter over bakken.
- Brøytestikk langs gang- og sykkelvei og lommer, samt stikker som settes for å markere objekter utenfor veien skal ikke ha refleks.
- Fluoriserende brøytestikk kan brukes etter spesiell beskrivelse.
- Høyden på brøytestikk skal tilpasses lokale snøforhold.
- Minst 3 brøytestikk skal være synlige samtidig på samme side av vegen. Synlighet skal vurderes fra bil med nærlys i mørke.

Brøytestikkene skal settes opp i løpet av september og tas ned før 1. mai, evt. etter avtale. Det er også regler knyttet til reseting av skadede eller ødelagte stikk. Hovedregelen er at skadede eller manglende stikker skal erstattes innen 4 uker, med kortere frist (2 uker) dersom to eller flere mangler eller feilen/mangelen er av mer sikkerhetskritisk art (1 uke).

Utover dette er det per nå ikke satt krav til farge eller øvrige styrke-/varighetsegenskaper.

3.3 Mengder på årsbasis

Basert på informasjon fra driftskontraktene høsten 2019 blir det satt ut omkring 2,9 millioner brøytestikk på riks- og fylkesvei hver vinter, inklusive supplering. I tillegg finnes en del fastmonterte brøytestikk på høyfjellsveger og på rekkverk. På noen veier med lite snø erstatter kantstolper brøytestikk.

Av disse var ca. 2,3 millioner plast og 0,6 millioner bambus. Dette gir en fordeling i størrelsesorden 80% plast og 20% bambus. 60% av kontraktene brukte bare plast, 8% bare bambus og 32% begge deler. Bambus brukes mest på lavtrafikkveger. Ca. 80% av de som brukte plaststikk brukte rød plast.

Behovet for supplering i løpet av vinteren som følge av skadede eller manglende stikk ble anslått til ca. 10% for plaststikkene og 25% for bambusstikkene. Det ble anslått at ca. 70% av plaststikkene og 20% av bambusstikkene ble gjenbrukt (gjennomsnitt for alle driftskontraktene). Anslagene er grove, og det er store variasjoner mellom kontraktene på grunn av ulike forhold (3).

I tillegg settes det mye stikk langs privat og kommunal vei. Årlig utsatt mengde her er uviss.

Ordinære plaststikker veier i størrelsesorden 250-300 gram. Bambusstikker vil typisk veie noe mindre, omkring 200-250 gram. Gitt 80/20 fordeling plast vs. bambus håndteres/settes det da ut omkring 600-650 tonn plast og 130-140 tonn bambus per år på riks- og fylkesveiene.

Videre, gitt gjenbruk som anslått over, ca. 70% for plast og 20% for bambus, vil omkring 0,7 mill. plaststikker og 0,5 mill. bambusstikker måtte fornyes/vrakes per år (riks og fylkesvei). I tonnasje utgjør dette i størrelsesorden 180-200 tonn plast og 100-110 tonn bambus.

Avhengig av forståelse, ståsted og egne preferanser vil vel kanskje mange si at 100 tonn trevirke (bambus) ikke er veldig mye, mens 200 tonn plast gjerne oppfattes som ganske betydelig. Basert på tallene forstår en at forskjeller knyttet gjenbruk (levetid) og supplering vil være av stor betydning med tanke for bruk, kostnad og miljøbelastning. Tiltak for å forlenge levetiden likeså.

Trestikk av furu og pil veier typisk 500-600 gram. Med andre ord 2-3 ganger mer enn bambus og plast. Dersom disse stikketyper tas i bruk i større grad vil mengden materiale som må fornyes eller vrakes per år trolig øke betydelig.

4. Stikketyper

Figur 1 viser stikketyperne som ble testet vinteren 2020/2021.



Figur 1: Testede stikketyper vinteren 2020/2021. Plast SVART (f.v.), Plast RØD, Bambus TYKK, Bambus TYNN, Furu, Pil, Plast Resirk SVART og Skrustikk RØD.

Følgende notasjon benyttes i det påfølgende (iht. benyttet gjennom prosjektet) knyttet til type stikk, jfr. figurtekst figur 1:

- Plast SVART
- Plast RØD
- Bambus TYKK
- Bambus TYNN
- Furu
- Pil
- Plast Resirk SVART
- Skrustikk RØD

Plast SVART og Plast RØD ble levert av Våler Vekst AS. Våler Vekst er også importør og forhandler av bambusstikkene som ble benyttet. Furstikkene produseres av Stangeskovene AS, men ble av praktiske hensyn levert forsøkene av Våler Vekst. Pilstikkene har sitt opphav i Danmark og leveres av DW Støyskjerm AS. Plast Resirk SVART og Skrustikk RØD produseres av Pipelife AS i Surnadal og leveres av Trollheim Vekst AS.

Samtlige testede plast- og furustikker var i størrelsesorden 25-27 mm tykke. Bambus TYKK og TYNN hadde rotmål mellom henholdsvis 18-20 og 16-18 mm. I mange tilfeller vil det derfor ikke være stor forskjell mellom tynn og tykk bambus. For pilstikkene varierte tykkelsen mye, med variasjon i rotmål mellom 18-45 mm, i tillegg til en del krokete form.

Figur 2-9 viser prøvestikkene oppsatt på E6 Dovrefjell. Samtlige bilder tatt ved første stikk retning sør/vest mot nord/øst, med unntak av Skrustikk RØD (figur 9). Her er bildet tatt ved første stikk i motsatt retning. Skrustikk RØD ble satt ut noe senere enn de øvrige prøvestikkene, derav annet tidspunkt og lysforhold for denne stikken.

Figur 10-13 eksemplifiserer forskjellene knyttet til tykkelse og krokete form. Av figur 10 og 11 ser en at det kan være stor forskjell tykkelsesmessig (synlig areal) mellom de tynneste stikkene (Bambus TYNN) og de grovste variantene (Pil) som ble testet.

Samtlige stikker skulle leveres med refleks i folieklasse 2 iht. beskrivelse i håndbok R610. Pil, Plast Resirk SVART og Skrustikk RØD ble ved en feil levert med refleks i folieklasse 3. Folieklasse 3 har bedre retrorefleksjon enn folieklasse 2 og vises derfor bedre i mørke ved belysning fra billykter. Refleksjonen som var påmontert pilstikkene løsnet i løpet av kort tid etter utsetting og ble derfor erstattet med ny refleks i riktig folieklasse, jfr. figur 14 og 15.

Plast Resirk SVART og Skrustikk RØD hadde innvendige riller til forskjell fra Plast SVART og Plast RØD, jfr. figur 16. Innvendige riller vil kunne være av betydning både med tanke på plastforbruk (mengde plast), men også egenskapsmessig (funksjonalitet).

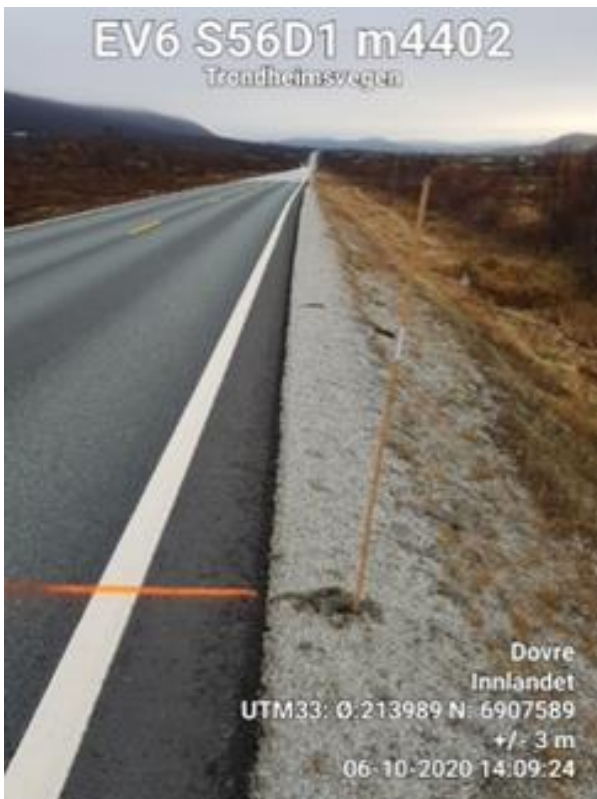
For Skrustikk RØD er nedre del av stikken erstattet av en konisk plastskrue. Denne stikken skrues ned mens bilen er i bevegelse. Skrue benyttes primært for at stikken skal sitte bedre fast, samt for å kunne sette stikk uten bruk av spett, der dette er mulig. Utsetting skjer i bevegelse av kapasitets- og trafikksikkerhetshensyn (bedret sikkerhet ifbm utsetting). Det vises her til figur 17.



Figur 2: Plast SVART



Figur 3: Plast RØD



Figur 4: Bambus TYKK



Figur 5: Bambus TYNN



Figur 6: Furu



Figur 7: Pil



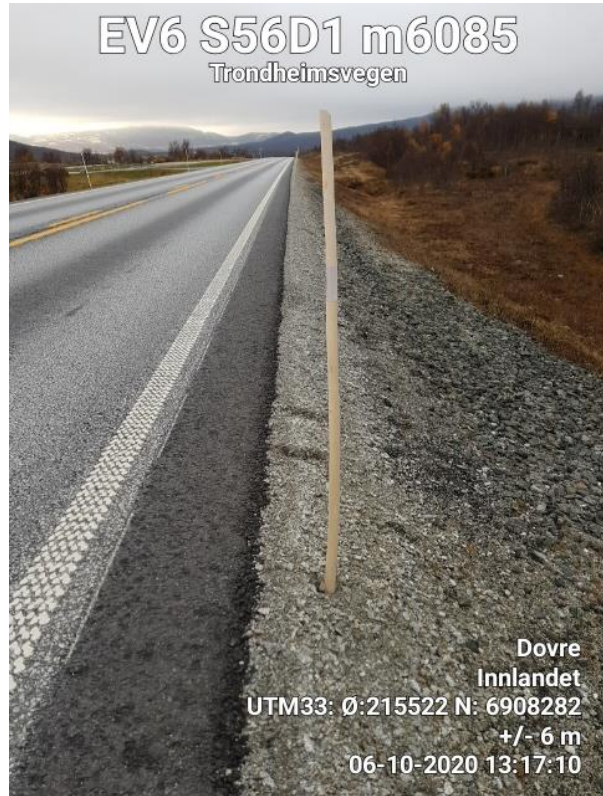
Figur 8: Plast Resirk SVART



Figur 9: Skrustikk RØD



Figur 10: Eksempel Bambus TYNN



Figur 11: Grovt eksemplar av Pil



Figur 12: Tynt (og krokete) eksemplar av Pil



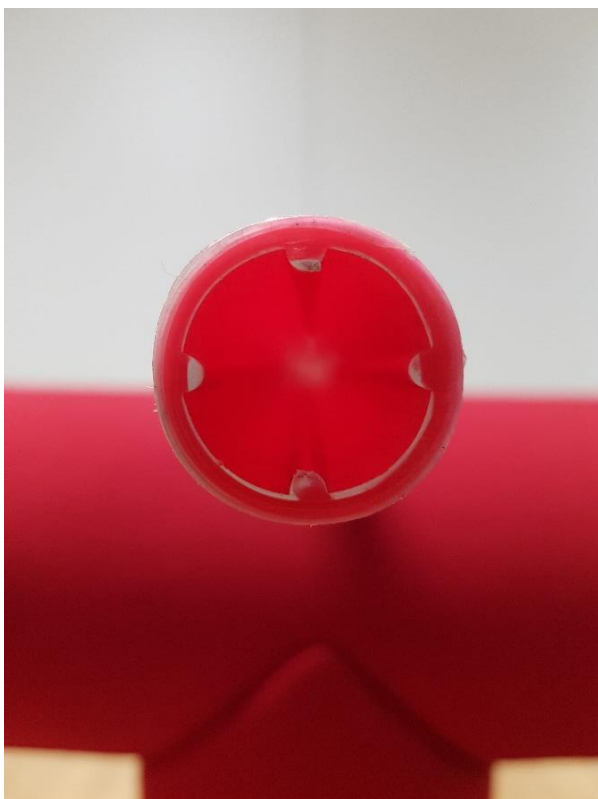
Figur 13: Eksempel på krokete form (Pil)



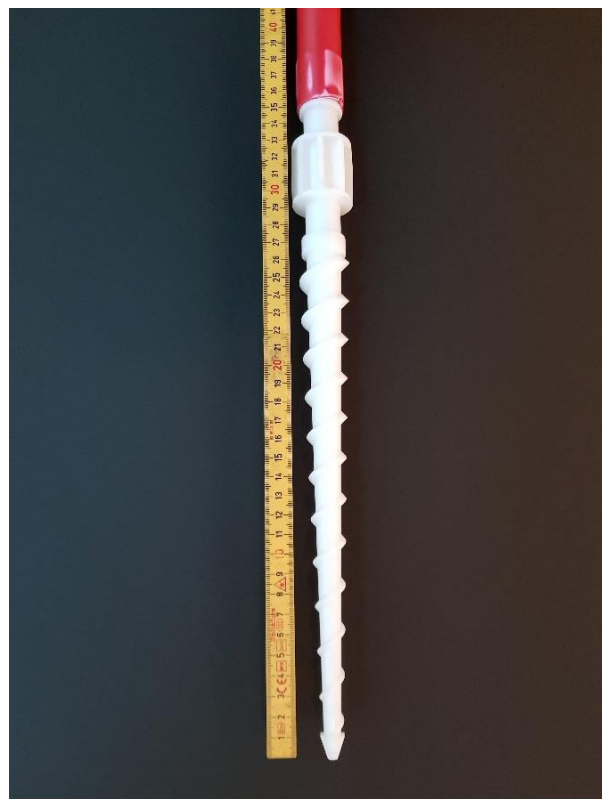
Figur 14: Refleks på tur til å løsne



Figur 15: Refleks som har løsnet



Figur 16: Innvendige riller («forsterkning»)



Figur 17: Plastkrue Skrustikk RØD

Type plastblanding har mye å si for plaststikkens egenskaper. For stiv plastblanding resulterer i stikker som ryker lett («sprøbrudd») når det er kaldt. For myk plastblanding kan medføre at stikkene krokner eller blir stående å pendle i trafikken eller vinden på varme høstdager.

Ulike typer bambus kan oppføre seg ulikt. Noen typer knekker, mens andre typer heller spjæres. En spjæret stikk kan opprettholde funksjon, mens en knekt må erstattes. Furustikk vil nok være sårbare med tanke på kvist, mens det for pil vil være krokete form og varierende tykkelse som skaper utfordringer.

For brøytstikk av resirkulert materiale (Plast Resirk SVART) vil homogenitet i plastblandingen trolig være viktig. Det motsatte vil ellers kunne resultere i stikker med svake punkt/partier. For skrustikk vil det som er skrevet over være gjeldende med tanke på stikkedelen. Det samme gjelder skruedelen. Muligens må en benytte en stivere plasttype her for at skruen skal bli tilstrekkelig stiv. Tverrsnittsforskjeller og skarpe overganger vil, sammen med stivere plast, kunne resultere i spenningstopper som leder til brudd her.

For plaststikk er det derfor svært viktig med kunnskap om stikkens (plastblandings) egenskaper i kaldt og varmt vær. Likedan er det viktig å være klar over at kvaliteten kan variere, fra år til år eller fra parti til parti og fra leverandør til leverandør. Godstykkelse og riller vs. ikke riller har mye å si for det totale plastforbruket. Små forskjeller her vil kunne ha stor betydning i landssammenheng.

Knyttet til furu vil det være mengden kvist en må ha kontroll på, mens ditto for bambus vil kunne være relatert til valg/bruk av riktig type bambus. Også her vil det trolig kunne være forskjeller fra år til år og leverandør til leverandør etc. For pil vil nok utfordringene primært være knyttet til utsetting og håndtering som følge av varierende tykkelse og krokete form.

5. Aktiviteter

Aktiviteten gjennom vinteren har bestått i etablering og oppfølging av tre prøvefelt langs vei, et prøvefelt på flyplass for diverse testing i kontrollerte former og laboratorietester av egenskaper i kaldt vs. varmt vær med mer. I tillegg har en samlet inn erfaringer fra steder rundt om i landet der det jobbes med tilsvarende tematikk.

5.1 Prøvefelt vei

Prøvefelt langs vei ble etablert i Setesdal, på Dovrefjell og nord for Fauske. Stikkene ble her testet som en del av den ordinære driften, herunder utsatt for vær og vind, og belastning fra trafikk og brøyting.

Det ble satt ut 20 par stikk av hver type med stikkeavstand 25 meter. Dette gav 500 meter lange felt per stikketype og 3½-4 km lange prøvefelt totalt. Skrustikk RØD ble kun satt ut på Dovrefjell, ellers like forsøksfelt.

Hensikten med prøvefeltene var primært å samle data knyttet til synlighet og funksjonalitet. Blant annet ønsket en tall mtp skader og resettingsbehov for stikketyperne der erfaringsgrunnlaget fra tidligere er tynt.

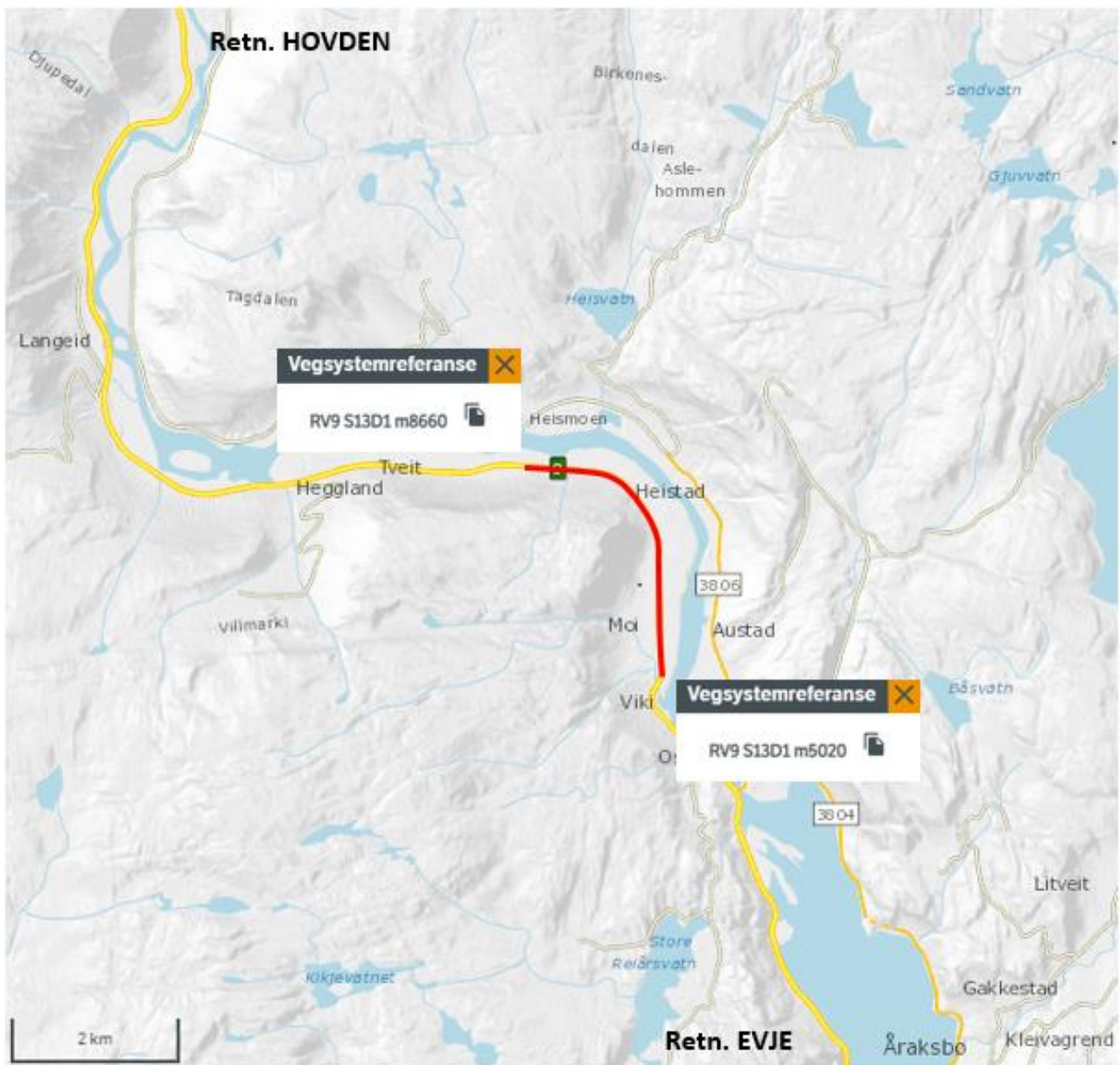
Furu og pil er stikketyper som har kommet på markedet de senere år, men som ikke har vært brukt i driftskontraktene. Skrustikk og skrustikkmetoden er også ny og under utvikling. Særlig for disse stikketyperne trengs det data for å kunne vurdere og sammenligne egenskaper.

Figur 18-26 viser hvor de ulike prøvefeltene var lokalisert, og noen tilhørende bilder.

5.1.1 Rv9 Setesdal

Prøvefeltet langs Rv9 i Setesdal ble etablert 5-6 mil nord for Evje, jfr. figur 18. Lokalisert i dalbunn, 200-225 moh., med forholdsvis bratte fjellsider rundt. Typisk en god halv meter snø i løpet av vinteren. Jevne forhold og god skulder, men mulighet for varierende lysforhold som følge av fjell som sperrer for solen og retningsendring, nord-sør til øst-vest, for veitraseen. Varierende lysforhold kan tenkes å påvirke synlighetsvurderingene i enkelte tilfeller. Se figur 19 og 20.

Ifølge vegdatabanken NVDB er ÅDT på strekningen 1600. Første brøytetur vinteren 2020/2021 ble gjennomført 19. oktober. Siste brøytetur den 9. april.



Figur 18: Lokalisering prøvelfelt Rv9 Setesdal.

Bilde i figur 19 er tatt ved feltet med Plast Resirk SVART lengst nord/vest i retning nord-/vestover på prøvelfeltet. Bildet i figur 19 er tatt ved Plast RØD i søndre del av prøvelfeltet mot sør. Her skinner solen mens fjellene stenger for solen på øvrige deler av prøvelfeltet.



Figur 19: Plast Resirk SVART – Rv9 Setesdal, retn. nord

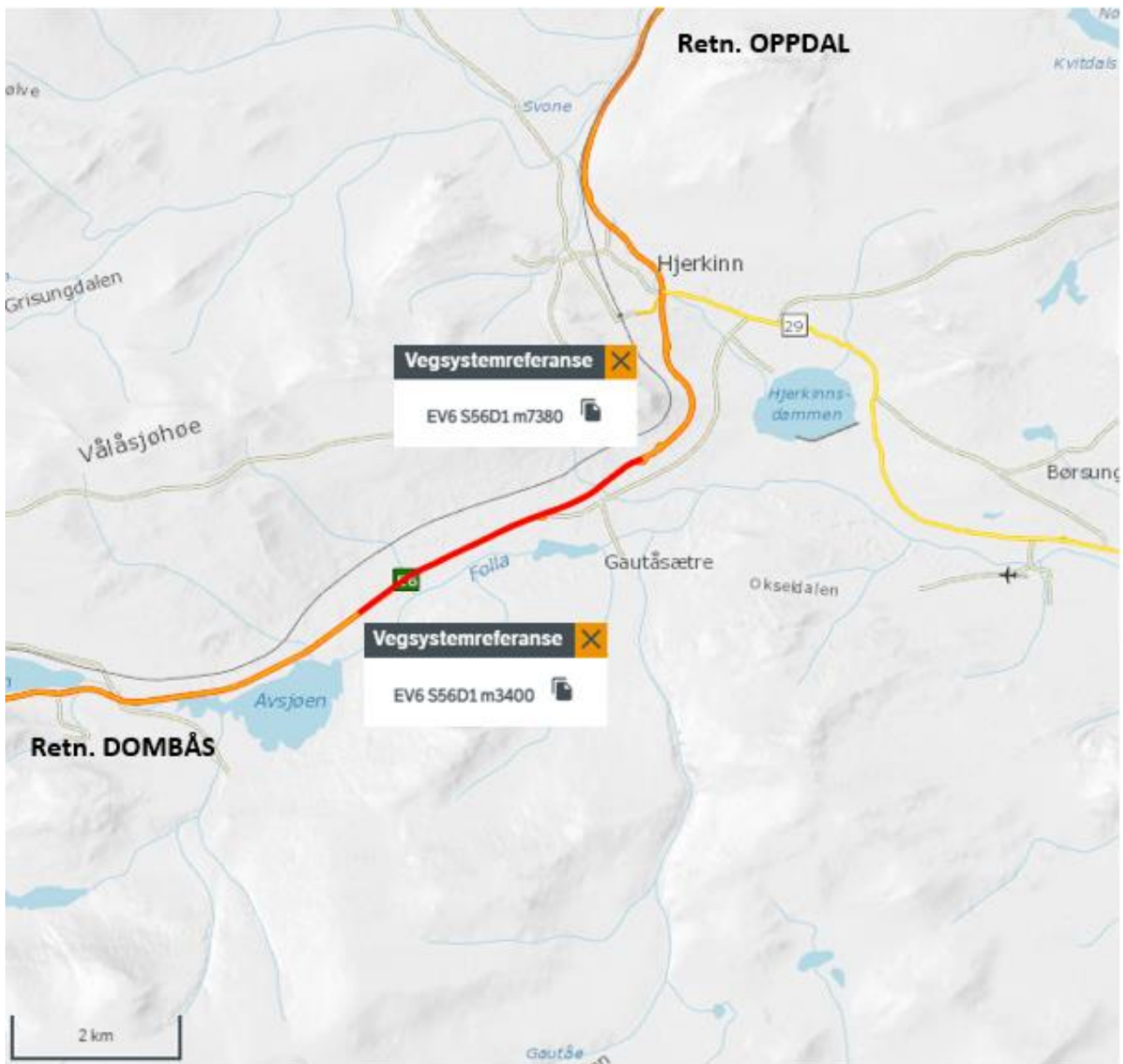


Figur 20: Plast RØD – Rv9 Setesdal, retn. sør

5.1.2 E6 Dovrefjell

Figur 21 viser plasseringen av prøvefeltet på Dovrefjell. Start prøvefelt ca. 2 km sør-sørvest for Hjerkin. 925-950 moh. Forholdsvis værhardt, men forholdsvis like forhold. Lite snø, mye vind og ofte kaldt. Åpent terreng med omkringliggende fjelltopper. Veien er anlagt høyt i terrenget for at snø og fukk skal blåse over/av veien.

Ifølge vegdatabanken NVDB er ÅDT på strekningen 2100. Første brøytetur var 17. oktober, siste den 5. mai. Totalt ca. 180 (150-200) passeringer med pløgen i løpet av vinteren.



Figur 21: Lokalisering prøvefelt E6 Dovrefjell.

Figur 22 og 23 er tatt henholdsvis midt på prøvefeltet i retning Oppdal og ved start prøvefeltet i retning Dombås, og gir en pekepinn med tanke på terrenget i området. Langstrakt og til dels vindutsatt.



Figur 22: Bambus TYNN – E6 Dovrefjell, retn. øst



Figur 23: Skrustikk RØD – E6 Dovrefjell, retn. vest

5.1.3 E6 Fauske

Figur 24 viser plasseringen av prøvefelt E6 Fauske. Start prøvefelt ca. 6 km nord for Fauske, 25-50 moh. (ca.). Normalt en strekning med mye snø og en god del vind. Flatt, myr og spredt bebyggelse i sørenden av prøvefeltet, jfr. figur 25 og 26. Forholdsvis like forhold over hele prøvefeltet, men her som ellers kan det være forskjeller knyttet til vind og fokk.

Ifølge vegdatabanken NVDB er ÅDT på strekningen 2400. Første brøytetur var 26. november. Siste brøytetur den 2. mai (vinteren 2020/2021). Totalt var det ca. 100 passeringer med brøytebil. Høvel som brøytet ut kantene skadet en stor del av stikkene i prøvefeltet. 2-3 passeringer med denne i løpet av vinteren.



Figur 24: Lokalisering prøvefelt E6 Fauske.

Bildet i figur 25 er tatt ved start felt med Pil i retning nord. Påfølgende bilde er tatt ved Plast SVART i søndre del av prøvefeltet i retning sør. Stikkene sees å være satt godt ut på skuldra/kanten. For pilstikken ser en her at krokete form resulterer i at stikken blir misvisende med tanke på linjeføring og veikant. Under krevende værforhold vil dette kunne medføre at trafikken ledes for langt ut på kant. I tillegg vil nok stikken kunne være mer utsatt for å bli «tatt av plogen». Smalere skulder og helning motsatt vei ville medført stikk inn i veibanen.



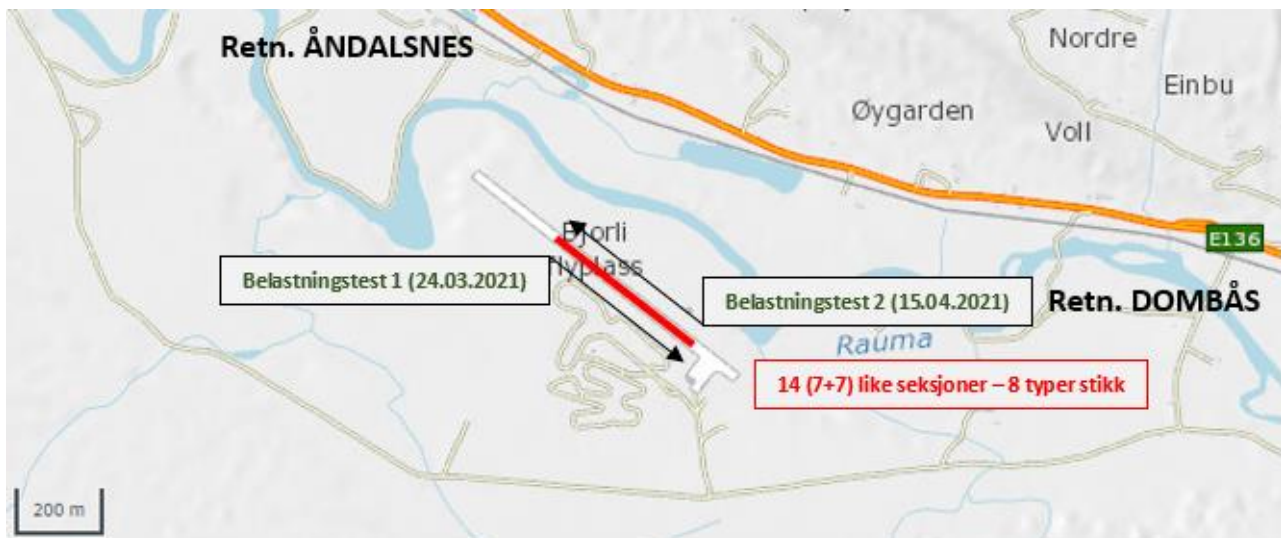
Figur 25: Pil – E6 Fauske, retn. nord



Figur 26: Plast SVART – E6 Fauske, retn. sør

5.2 Prøvefelt flyplass

Bjorli flyplass er lokalisert mellom tettstedene Lesjaskog og Bjorli øverst i Romsdalen, ca. 45 min kjøring fra både Dombås og Åndalsnes. Vegvesenet har i en del år leid flyplassen vinterstid i testøyemed. Høsten 2020 ble det derfor satt ut stikker til ulik testing også her.



Figur 27: Lokalisering Bjorli flyplass

Det ble etablert i alt fjorten like seksjoner med en av hver av de åtte stikketyper per seksjon. Syv seksjoner på hver side av flystripas østre del, jfr. figur 27. Stikkeavstand 7 meter og totalt 56 stikker per side medfører at omkring 400 meter av flystripa ble benyttet.

Hensikten med dette var primært å kunne gjennomføre ulike egenskapstester under kontrollerte former. Stikkene fikk stå gjennom vinteren og ble så utsatt for påkjenning fra brøyting, slag og påkjørsel med mer våren 2021. Bruddflater og forskjeller i tålt belastning ble studert. Bildet i figur 28 viser deler av prøvefeltet på flyplassen.



Figur 28: Deler av prøvefeltet på Bjorli flyplass. Bilde tatt ifbm belastningstest 1 24. mars 2021.

5.3 Egenskapstesting i laboratorium

I november 2020 ble det gjennomført laboratorietesting av aktuelle stikketyper som inngikk i prosjektet. Våler Vekst har utviklet et sett med testmetoder for å kunne verifisere ulike plastblandingers egenskaper i kaldt og varmt vær. I tillegg tester de ulike aspekter knyttet til refleksen og øvrig som kan være av interesse. Med nye typer stikk på markedet kan det være nye aspekter å ta i betraktning. Styrke- og bruddegenskaper for ulike type frossen trestikk, i tørr og våt tilstand, kan være ett eksempel i så måte.

Testene ble gjennomført for å se på om det var store forskjeller mellom de ulike stikketyperne, samt for å ha et grunnlag i det videre arbeidet gjennom prosjektet. Våler Vekst er som nevnt også involvert som leverandør av flere av stikketyperne. Testene anses likevel for nøytrale da de er gjennomført under tilsyn fra konsulent.

6. Vær og klima

6.1 Prøvefelt vei

Fra kontraktene/prøvefeltene meldes det om mindre brøyting enn normalt vinteren 2020/2021. Værdata fra målestasjoner i områdene tilhørende Meteorologisk Institutt (MET) støtter oppunder dette (4).

Figur 29-37 viser lokalisering målestasjoner i forhold til prøvefelt, samt plott av data fra disse. Målestasjonene ligger i det store og hele i rimelig nærhet til prøvefeltene og gir en viss pekepinn mtp. forholdene gjennom vinteren. Avvik knyttet til byggevær og lokale forhold kan likevel tenkes. Figur 30, 33 og 36 viser månedsdata for perioden 1. oktober - 30. april de siste seks vintrene. Figur 31, 34, og 37 viser i tillegg døgnverdier for samme periode foregående vinter.

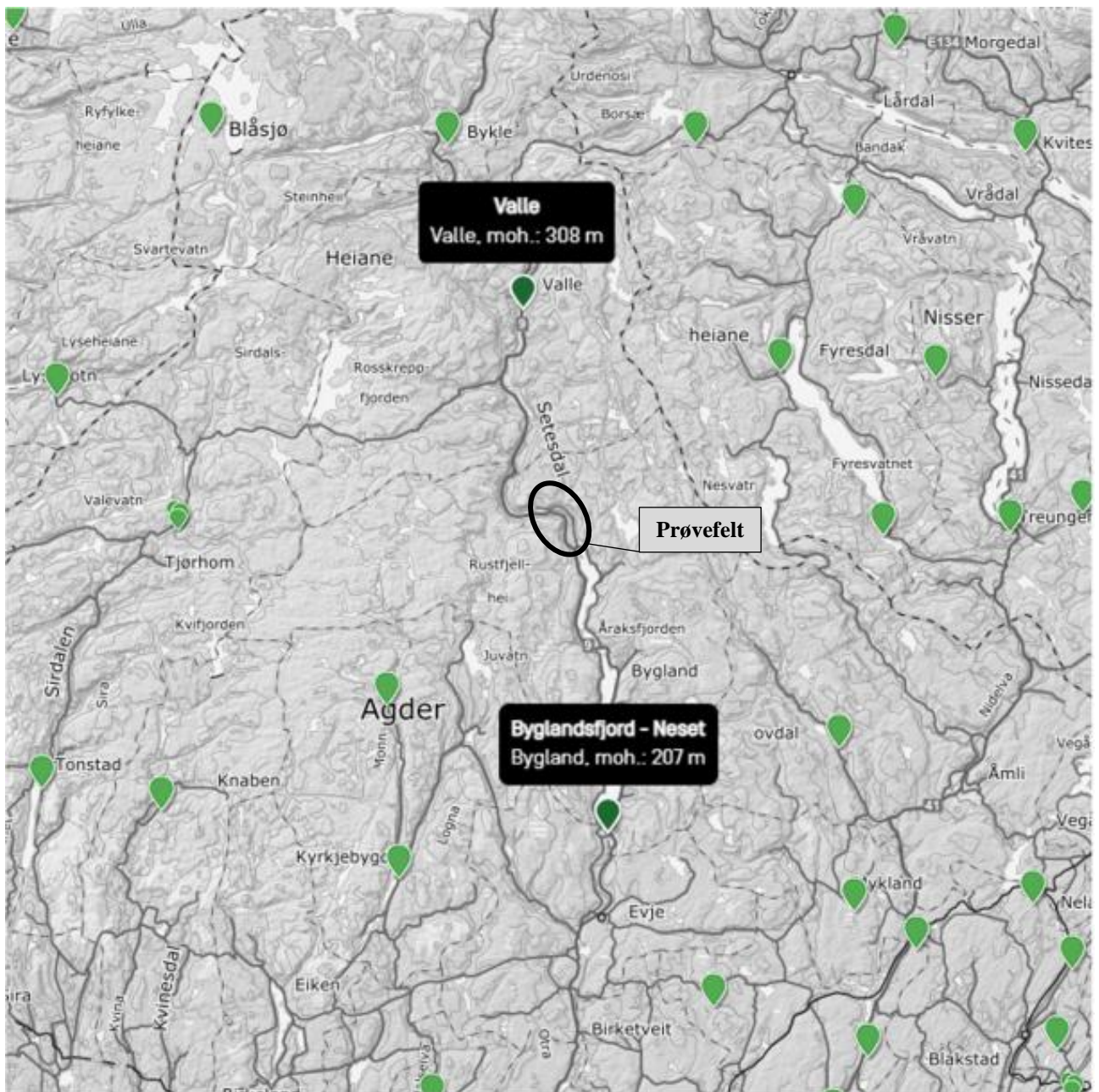
Generelt, for samtlige prøvefelt, lite brøyting før jul, grunnet lite nedbør som snø. Kuldeperiode på nyåret (jan-feb) med tilhørende liten nedbørsaktivitet. Lite nedbør på tampen av sesongen (mar-apr) i Setesdal, omtrent som normalt på Dovrefjell, mens det i Fauske kom noe mer nedbør enn normalt på våren.

Driftsdata fra entreprenørens datafangstsystemer kunne vært hentet ut for å vurdere brøytemengde denne vinteren kontra tidligere vintre. En har valgt å ikke prioritere dette da det, slik systemene er satt opp i dag, vil medføre en god del jobb. For prosjekts del anser en det for tilstrekkelig å vite at det trolig var mindre brøyting, vær og vind enn i en normalvinter.

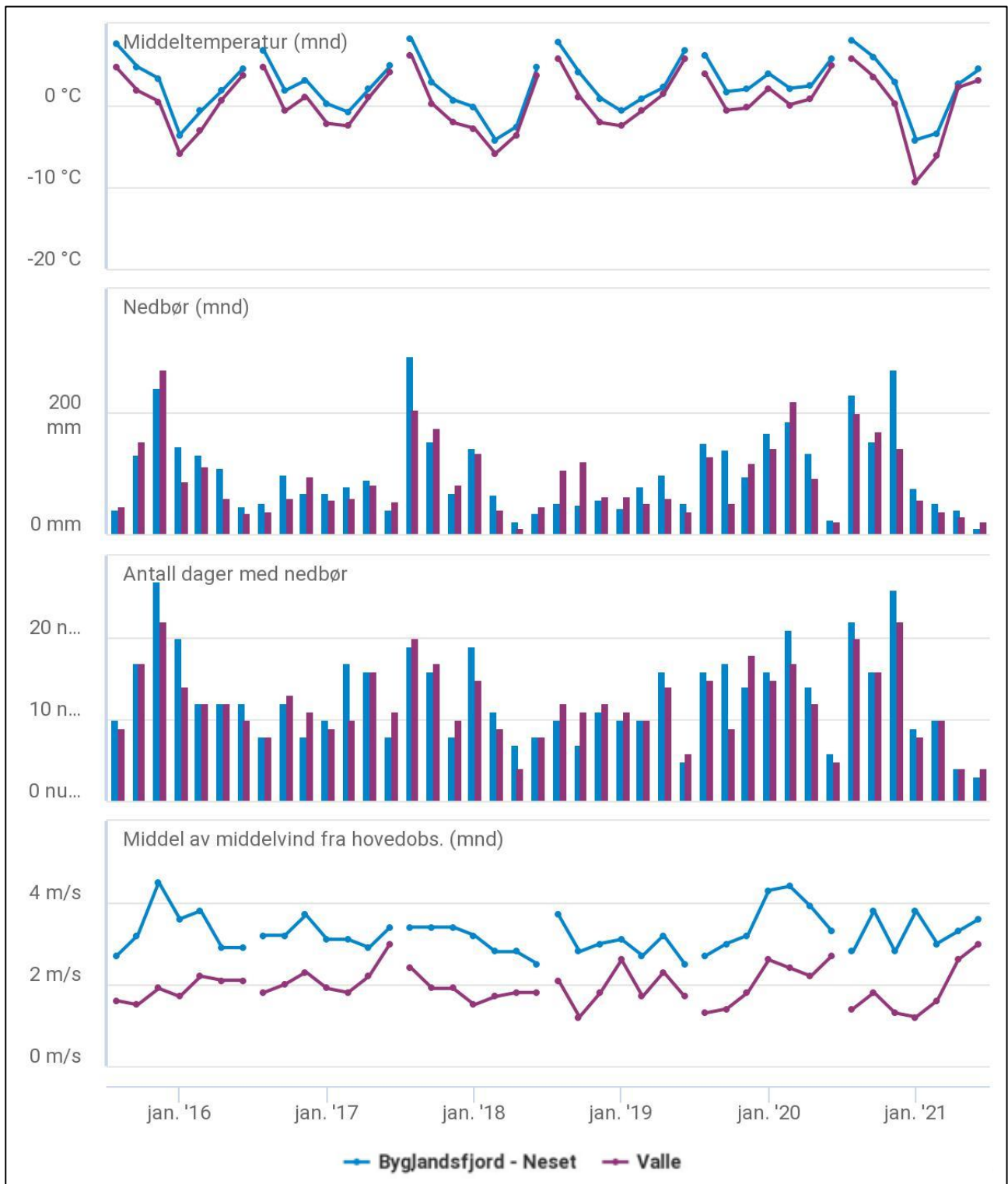
6.1.1 Rv9 Setesdal

Mye mindre brøyting enn vanlig i Setesdal ifølge Harald Åge Helle (SVV). Ingen vinter av betydning før i desember. Mye nedbør på høsten og fram mot jul, men mye av dette kom som regn. Kraftige snøfall sist i desember og medio januar med tung våt snø, utenom dette lite nedbør i januar, februar, mars og april. Se figur 30 og 31.

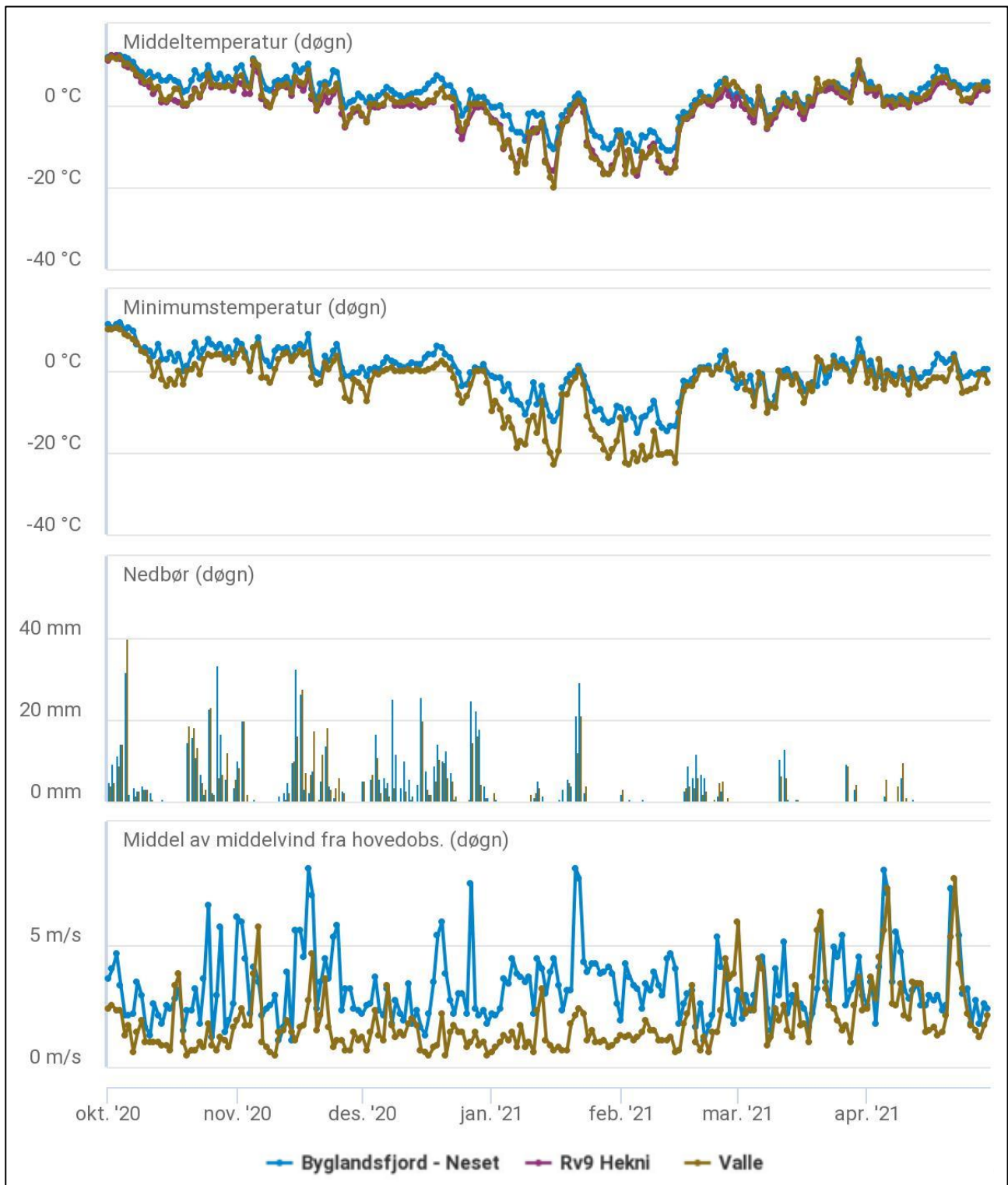
SVV sin værstasjon Rv9 Hekni ligger rett nord av prøvefeltet. Herfra fikk en kun hentet temperaturdata. Middelsestemperaturforløpet sees i figur 31 å følge forløpet til MET sin målestasjon Valle. Ellers ser en av samme figur at det er en del forskjell værmessig mellom de to målestasjonene Valle i nord og Neset i sør. Uvisst hvilken av disse som eventuelt beskriver virkeligheten ved prøvefeltet best. Ikke umulig at dette kan være Valle, alternativt en mellomting mellom det to.



Figur 29: Lokalisering MET målestasjoner ifht prøvefeltet i Setesdal. 20-30 km (ca.) sør og nord for prøvefeltet.



Figur 30: Temperatur, nedbør og vind Setesdal vintrene 2015/2016-2020/2021 (månedssdata oktober t.o.m. april).



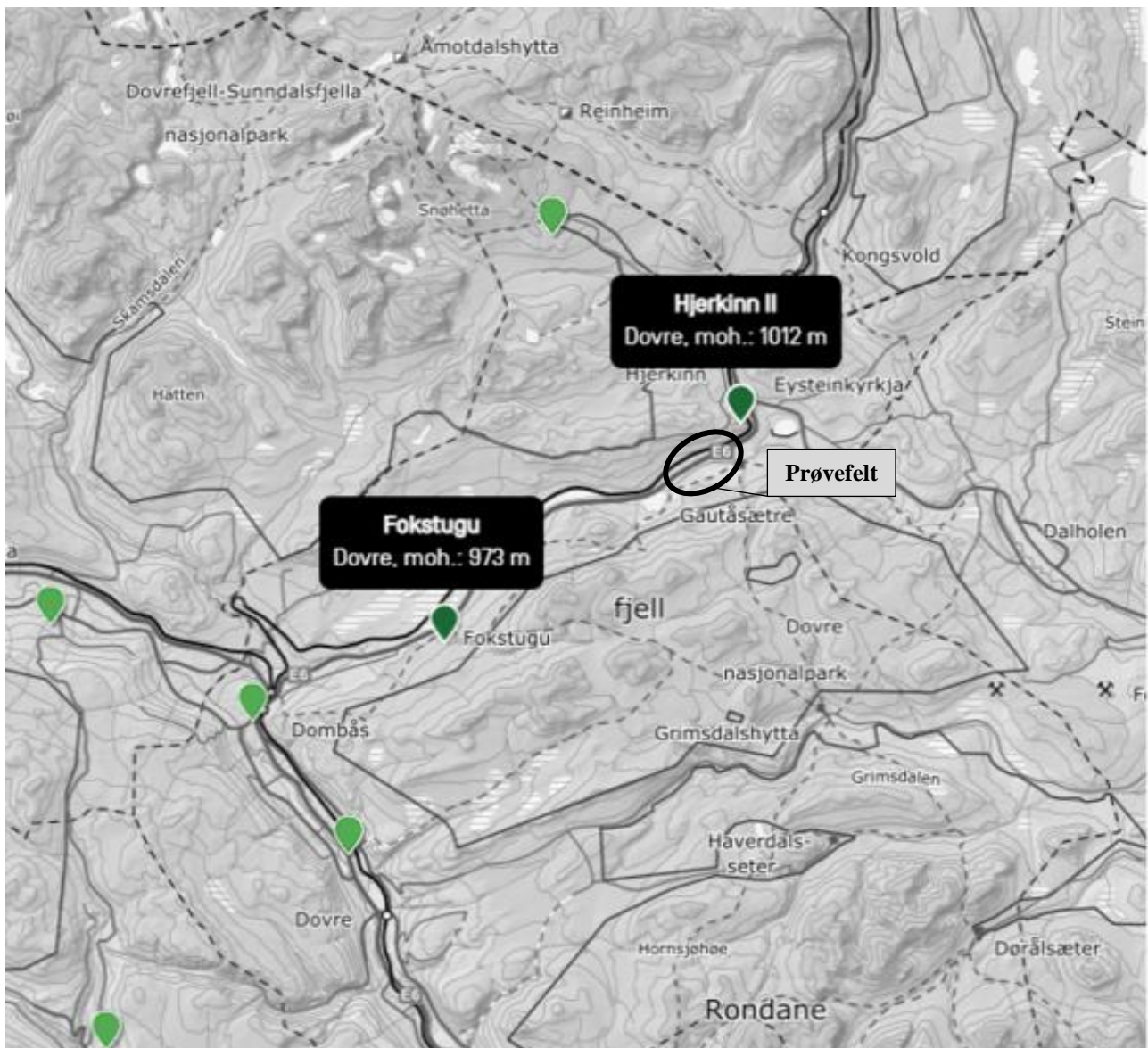
Figur 31: Temperatur, nedbør og vind Setesdal vinteren 2020/2021 (døgnverdier oktober t.o.m. april).

6.1.2 E6 Dovrefjell

Mindre vær og vind enn normalt også på Dovrefjell ifølge Grim Fallingen og Finn Vassdokken (Stian Brenden Maskinservice AS). Her er det ikke uvanlig at veien stenges 5-10 ganger vinterstid som følge av uvær, mens det denne vinteren var kun en vinterstengning.

Værmessig kan det være en del forskjell på Hjerkinn og Fokstugu da det, avhengig av vindretning, går et værskille over Dovrefjell i omegn prøvefeltet. Nedbørmessig kan det derfor ha vært lite/mindre nedbør ved prøvefeltet enn ved målestasjonene i tilfeller der det er stor forskjell mellom Hjerkinn og Fokstugu (mye nedbør ved Fokstugu, men lite Hjerkinn og visa versa), jfr. figur 34.

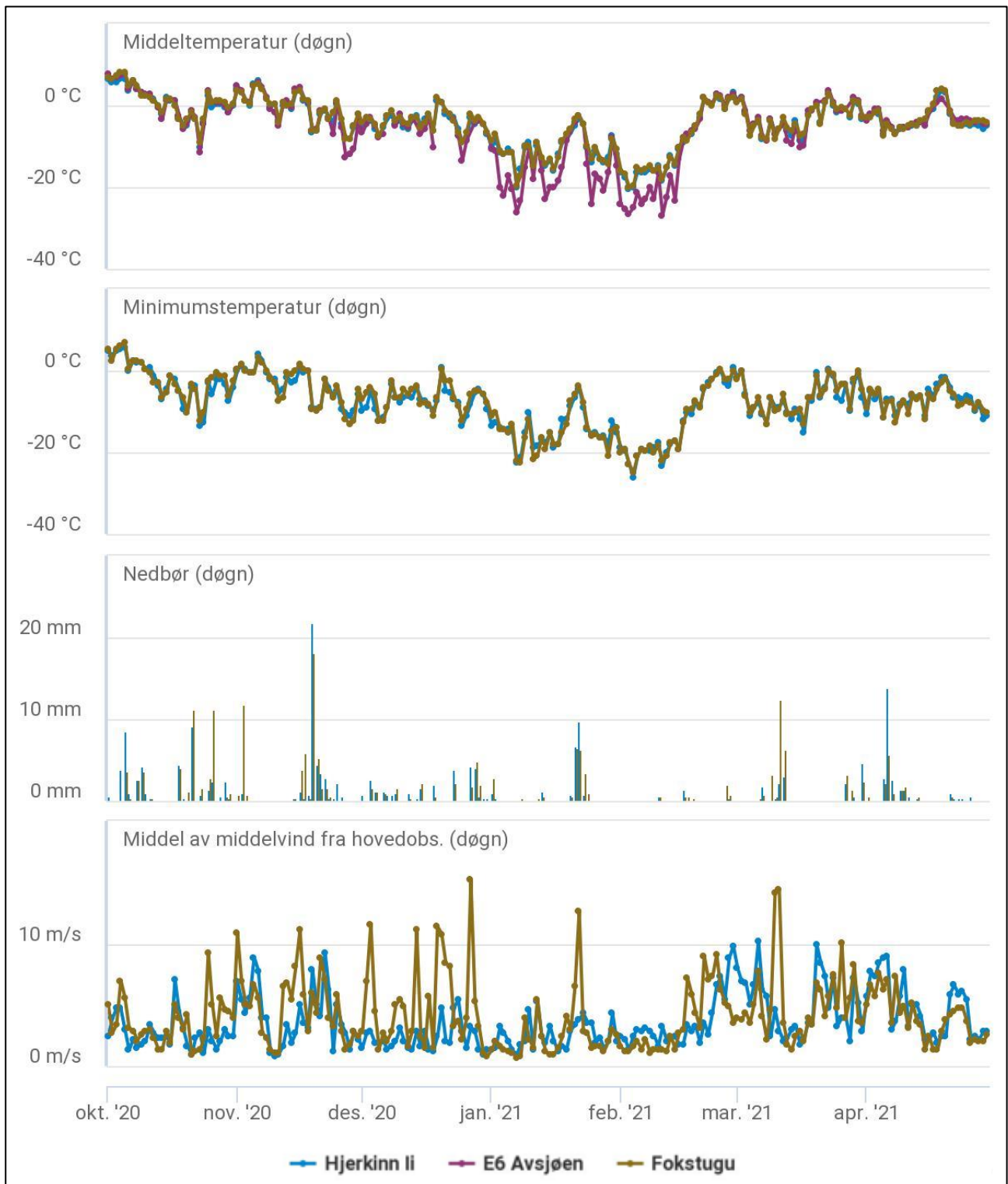
Prøvefeltet på Dovrefjell ligger i et område som kan beskrives som nedbørsfattig, men vind- og fokkutsatt. Mest nedbør i perioden november til medio januar. Deretter nesten ikke nedbør før i starten av april, jfr. figur 33 og 34. SVV sin værstasjon E6 Avsjøen ligger rett vest av prøvefeltet.



Figur 32: Lokalisering MET målestasjoner ifht prøvefeltet på Dovrefjell. 5-15 km (ca.) sørvest og nordøst for prøvefeltet.



Figur 33: Temperatur, nedbør og vind Dovrefjell vintrene 2015/2016-2020/2021 (månedssdata oktober t.o.m. april).



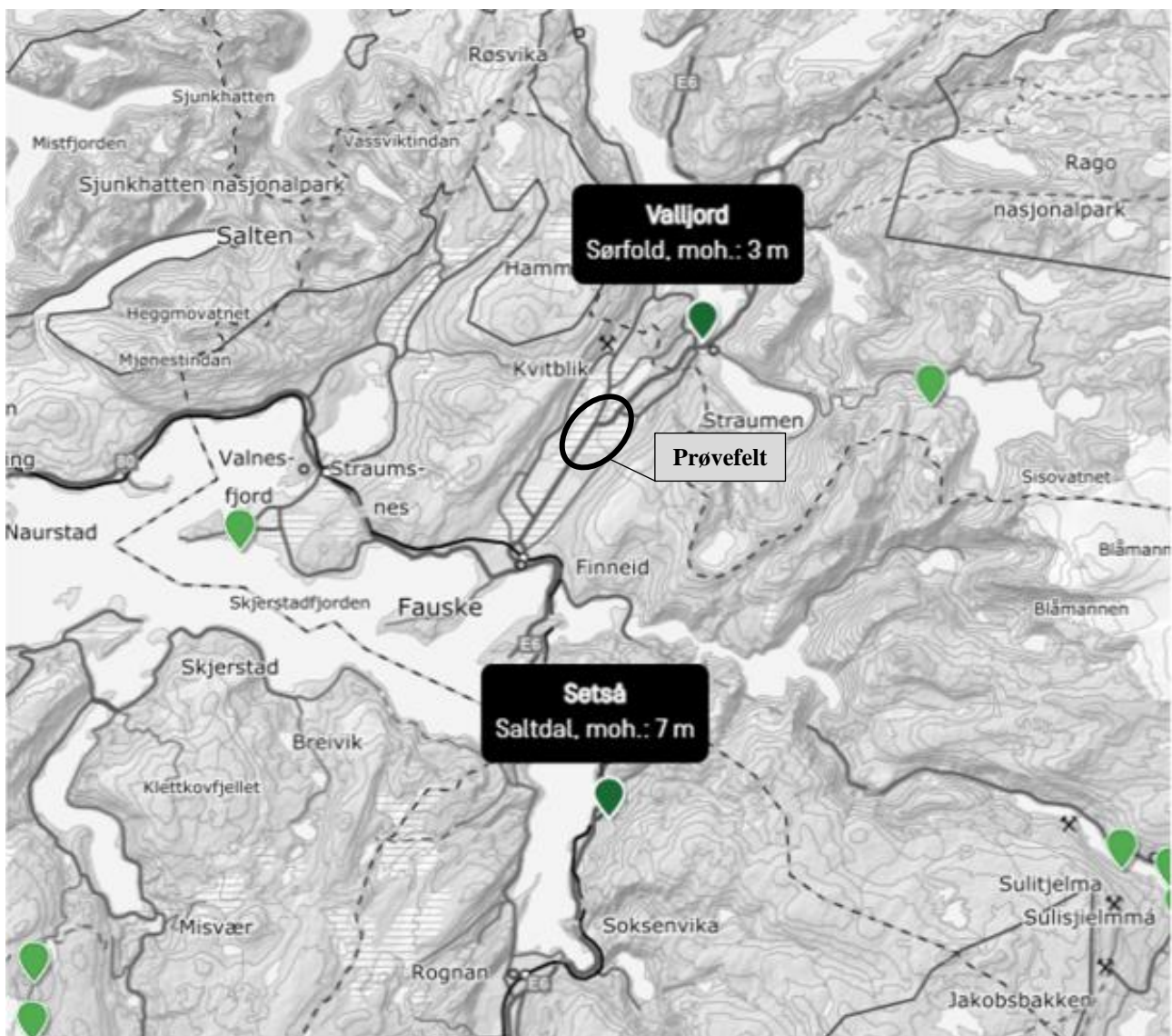
Figur 34: Temperatur, nedbør og vind Dovrefjell vinteren 2020/2021 (døgnverdier oktober t.o.m. april).

6.1.3 E6 Fauske

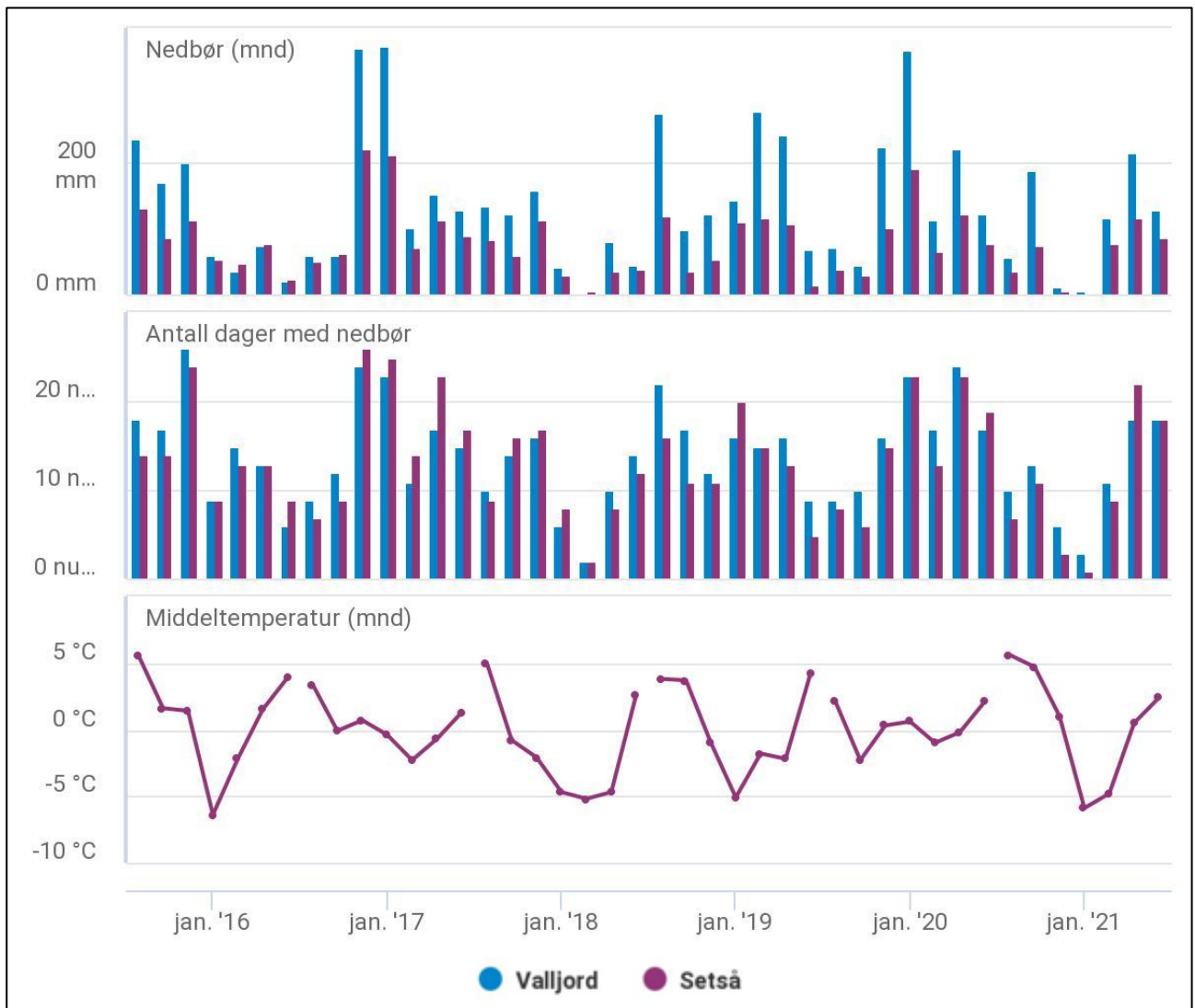
Erling Hansen (SVV) anslår at nedbørsmengden i omegn Fauske i perioden oktober-april var ca. 20% lavere enn normalen. Det var nesten ikke nedbør i desember og januar, mens det på slutten av vinteren ble noe mer nedbør enn normalt. Mildt vær frem til jul, kaldt i januar og februar, noe mildere enn normalen utover senvinteren.

Av figur 36 ser en at det var mindre nedbør vinteren 2020/2021 enn i de forutgående vintrene. Av figuren ser en også at det typisk er mer nedbør i Valljord enn i Setså. Valljord ligger nærmere prøvefeltet enn Setså, men uvisst om forholdene ved prøvefeltet beskrives best av Valljord eller Setså eller en mellomting mellom disse. SVV sin værstasjon E6 Tussvika ligger mellom Setså og Fauske.

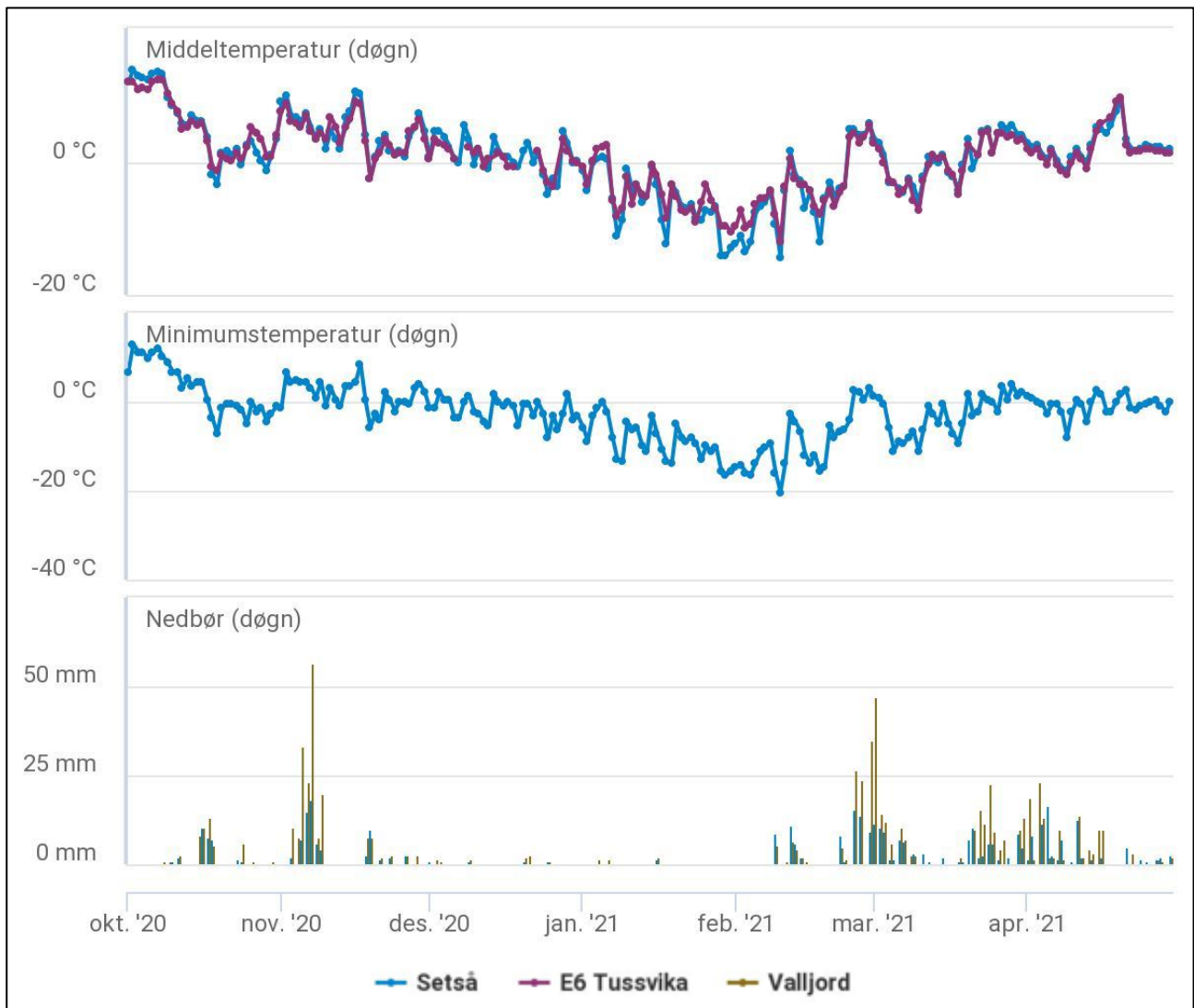
Av figur 37 ser en at det var en del nedbør i oktober og november. Deretter lite eller ingen nedbør før i slutten av februar. I mars og april fikk en igjen en del nedbør i området.



Figur 35: Lokalisering MET målestasjoner ifht prøvefeltet i Fauske. 5-15 km (ca.) sør og nordøst for prøvefeltet.



Figur 36: Temperatur og nedbør Fauske vintrene 2015/2016-2020/2021 (månedssdata oktober t.o.m. april).



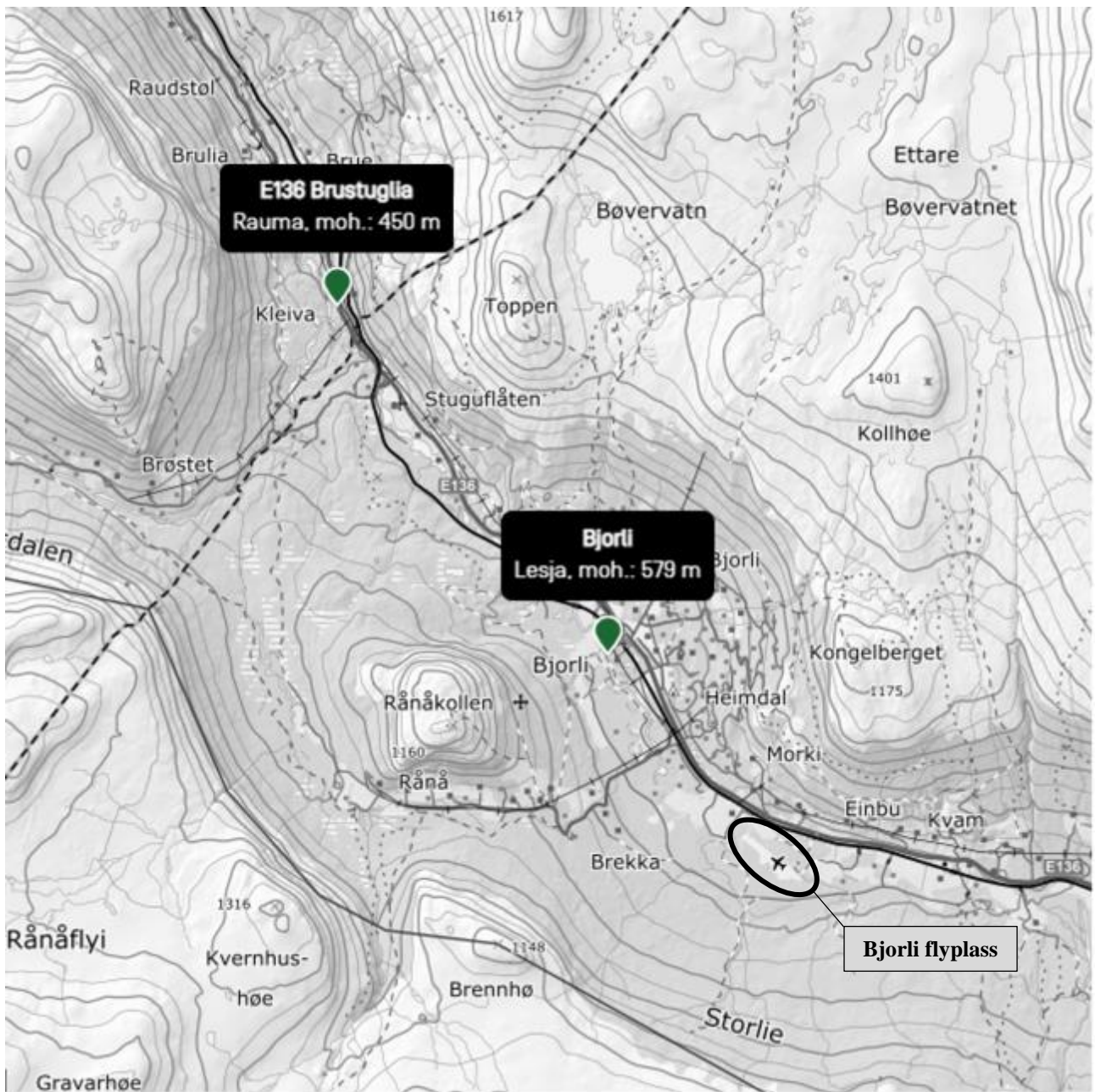
Figur 37: Temperatur og nedbør Fauske vinteren 2020/2021 (døgnverdier oktober t.o.m. april).

6.2 Prøvefelt flyplass

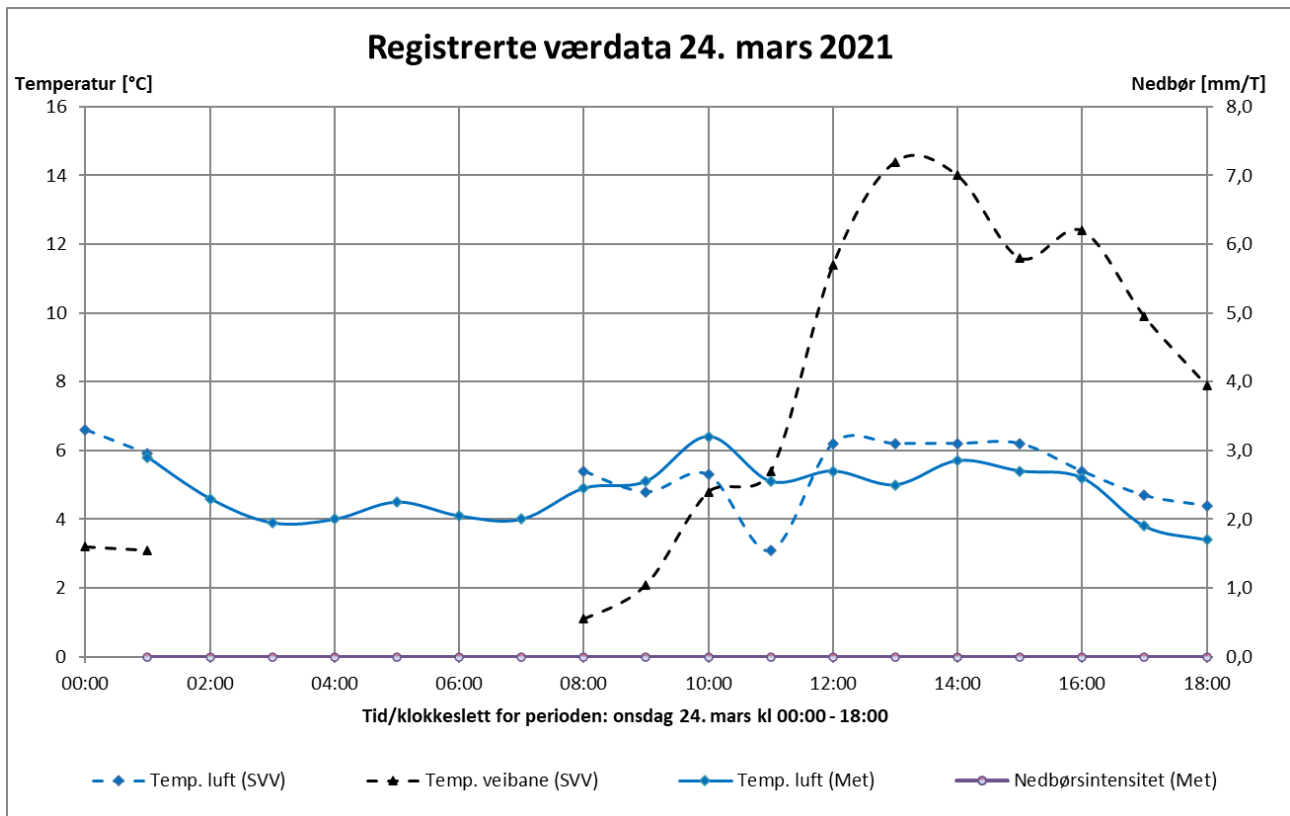
Værdata i tilknytning til de to belastningstestene på Bjorli flyplass er hentet fra MET sin målestasjon Bjorli og SVV sin værstasjon E136 Brustuglia, jfr. figur 38. Begge målestasjonene befinner seg innen en mil i fra flyplassen. E136 Brustuglia ligger noe lavere i terrenget enn Bjorli og flyplassen.

Lufttemperaturen da belastningstestene ble gjennomført (kl. 11-16) var omkring 5-6 °C. På natten inn mot belastningstest 1 var det mildt, omtrent som på dagtid i forbindelse med testen, mens det på natten inn mot belastningstest 2 var kaldt, ned mot ÷10-12 °C. Se figur 39 og 40.

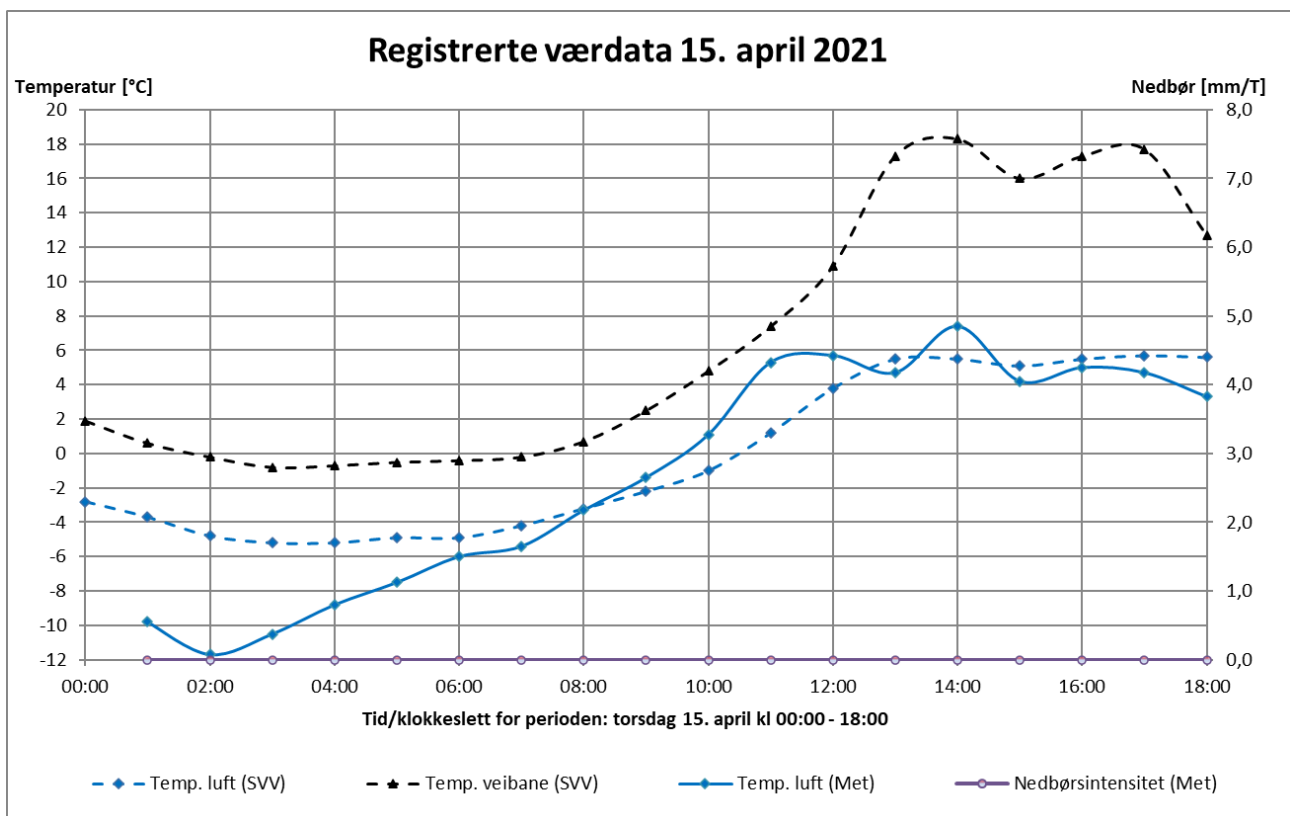
Pent vær i forbindelse med begge testene. Sol med skydekke/spredte skyer. Kraftig solinnstråling, kanskje særlig i forbindelse med belastningstest 2. Ser i ettertid at en i forbindelse med forsøk slik som her gjerne skulle hatt temperaturmålinger i snøen (nært stikken), samt av/på stikken. Korrekt eller reell temperatur er dog ikke så liketil å måle, men for fremtiden vil det være bra å vite litt om stikkens temperatur i forbindelse med ulike forsøk.



Figur 38: Lokalisering måle-/værstasjoner ifht Bjorli flyplass. 3-4 og 9 km (ca.) nordvest for flyplassen.



Figur 39: Værdata belastningstest 1 Bjorli flyplass 24. mars 2021. Testing i tidsrommet 1100-1500 (ca.).



Figur 40: Værdata belastningstest 2 Bjorli flyplass 15. april 2021. Testing i tidsrommet 1130-1600 (ca.).

7. Resultater og vurderinger

7.1 Prøvefelt vei

7.1.1 Erfaringer fra utsetting og opptaking

Erfaringene fra utsetting er i det store og hele sammenfallende for prøvefeltene. Tilbakemeldingene oppsummeres som følger:

- Plast og bambus gikk greit å sette.
- Furstikk knakk lett ved setting.
- Pil ble satt helt eller delvis for hånd da mange enten var for tykke eller krokete. Av de som kunne settes maskinelt knakk noen som følge av hekt i stikksetteren etter utsetting. Ellers ble det meldt om at refleksen så ut til å henge dårlig på disse.

Figur 41 og 42 viser utsetting av furustikk langs Rv9 i Setesdal høsten 2020 og stikk som ble skadet i forbindelse med utsettingen. Bildene i figur 43 og 44 ble tatt i forbindelse med utsetting langs E6 Dovrefjell. Her som ellers (Setesdal og Fauske) var det pil og furu som skapte utfordringer.



Figur 41: Utsetting Rv9 Setesdal (Foto: Harald Åge Helle)



Figur 42: Skader ifbm utsetting (Foto: Harald Åge Helle)



Figur 43: Utsetting E6 Dovrefjell (Foto: Frode Stordal)



Figur 44: Eks på «utfordrende» pil (Foto: Frode Stordal)

I Setesdal ble stikkene tatt opp manuelt, men tilbakemeldingene fra kontrakten tilsier at stikkene, inklusive pil, trolig kunne vært tatt opp maskinelt med utstyret som benyttes her. I Fauske ble plaststikkene tatt opp maskinelt, mens de øvrige ble tatt opp manuelt. Stikkeopptakeren som benyttes av entreprenøren i denne kontrakten «går veldig fort». Tilbakemeldingene herfra var derfor at hverken bambus, furu eller pil kunne tas opp maskinelt med den aktuelle opptakeren. På Dovrefjell ble alle teststikkene (skrustikk inkludert) tatt opp maskinelt med ordinær opptaker.

Figur 45 viser innsamlet skadet furu i løpet av prosjektet i Setesdal. Bildet i figur 46 er tatt i forbindelse med opptaking av stikkene i Fauske og eksemplifiserer noen av utfordringene med bruk av furu her. Høy skadeprosent, mye resetting og til dels farlige «spyd» som står igjen når stikken knekker.



Figur 45: Skadet furu Setesdal (Foto: Harald Åge Helle)



Figur 46: Skadet furu Fauske (Foto: Erling Hansen)

7.1.2 Synlighet

Synlighetsvurdering har vært en viktig del av prosjektet. 19 personer har bidratt med 139 registreringer/vurderinger under ulike forhold. Skjema i vedlegg 1 ble benyttet. Stikkene ble vurdert opp mot hverandre og gitt karakter 1-10, der 10 var best og 1 var dårligst, samtidig som lys-, vær-, føre- og snøforhold ble registrert. Tabell 1 viser antall registreringer per kategori av lys-, vær-, føre- og snøforhold.

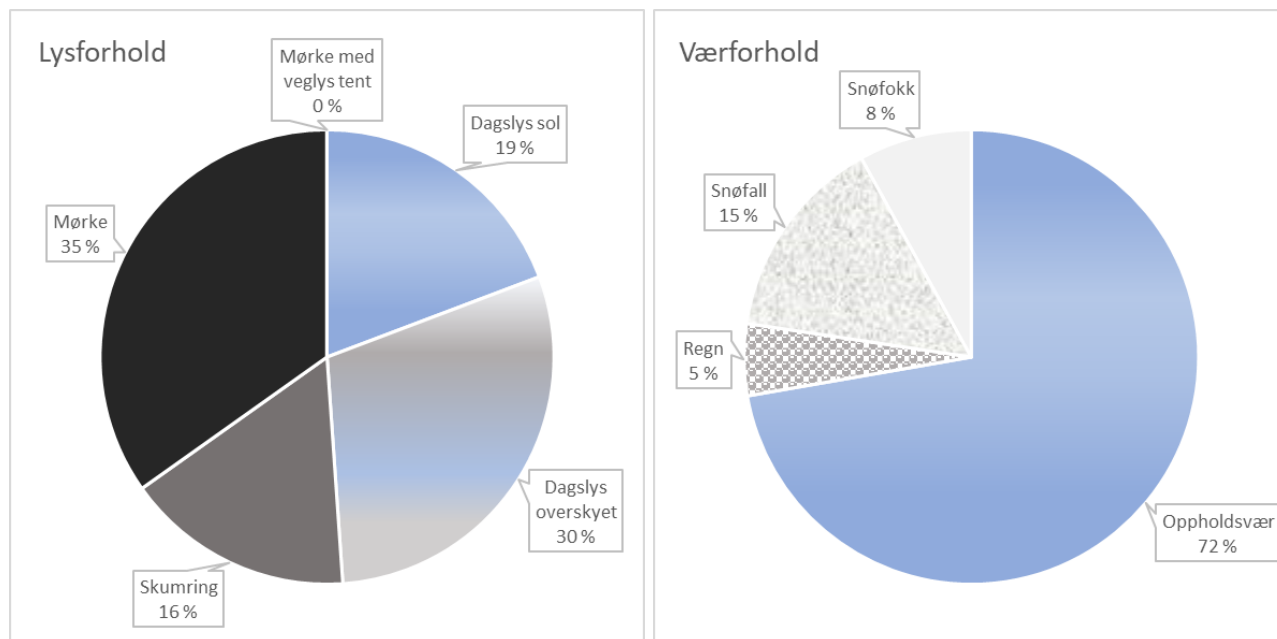
Eksempelvis har en 40 registreringer hvor det var dagslys og overskyet. Det var oppholdsvær i 99 av tilfellene. Av de 40 synlighetsvurderingene som ble gjennomført i overskyet dagslys, ble så noen gjennomført i oppholdsvær, der det var bar veg samtidig som det også var bart utenom veien (sideterreng).

Tabell 1: Kategorier og antall registreringer per kategori for lys-, vær-, føre- og snøforhold

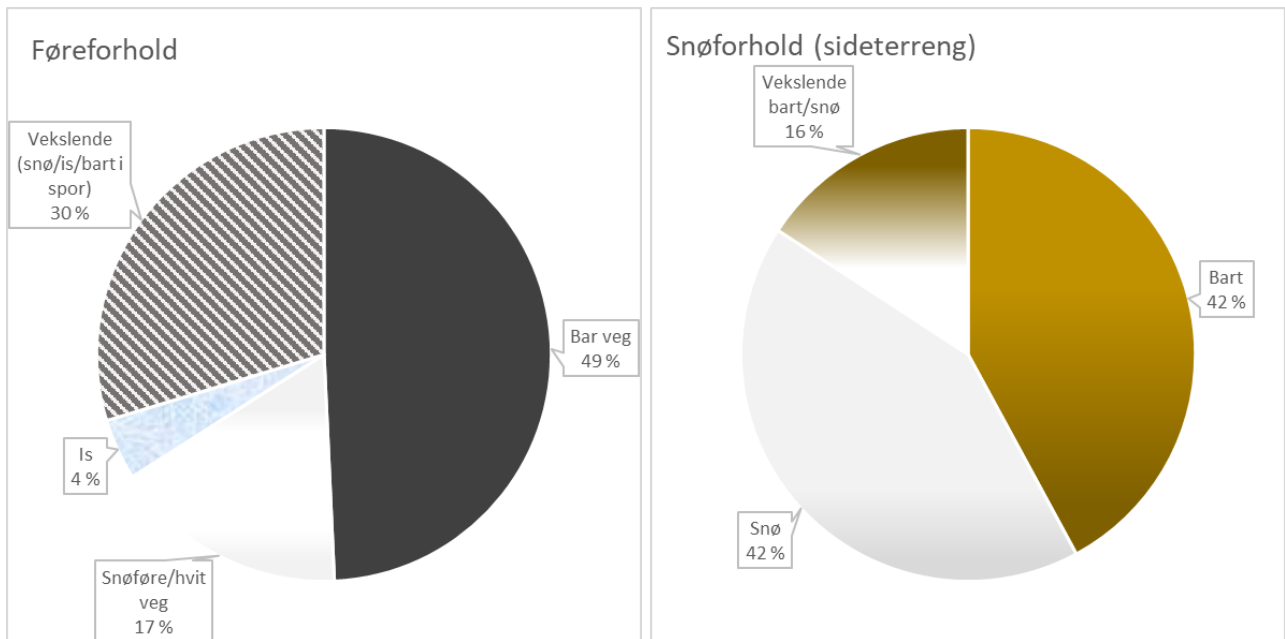
Lysforhold		Værforhold		Føreforhold		Snøforhold (sideterreng)	
Dagslys sol	26	Oppholdsvær	99	Bar veg	68	Bart	48
Dagslys overskyet	40	Regn	7	Snøføre/hvit veg	23	Snø	48
Skumring	22	Snøfall	20	Is	6	Vekslende bart/snø	18
Mørke	47	Snøfokk	11	Vekslende (snø/is/bart i spor)	41		
Mørke med veglys tent	0						

Figur 47 og 48 viser hvordan registreringene er fordelt innenfor de ulike kategoriene lys-, vær-, føre- og snøforhold. Halvparten av registreringene er gjennomført i dagslys, mens de resterende er gjennomført i mørke eller skumring. Det var oppholdsvær $\frac{3}{4}$ av tilfellene, mens den resterende $\frac{1}{4}$ av registreringene ble gjennomført ifbm regn, snøfall eller snøfokk. I halvparten av tilfellene var det bar vei, mens det i de resterende var enten vekslende, snø/hvit veg eller is. Omtrent lik fordeling mellom snødekt eller bart sideterreng, med vekslende bart/snø i omkring $\frac{1}{6}$ av tilfellene.

Alt i alt bra fordeling, med unntak for værforhold hvor en kunne tenkt seg flere registreringer ifbm regn, snøfall og fokk (krevende forhold).

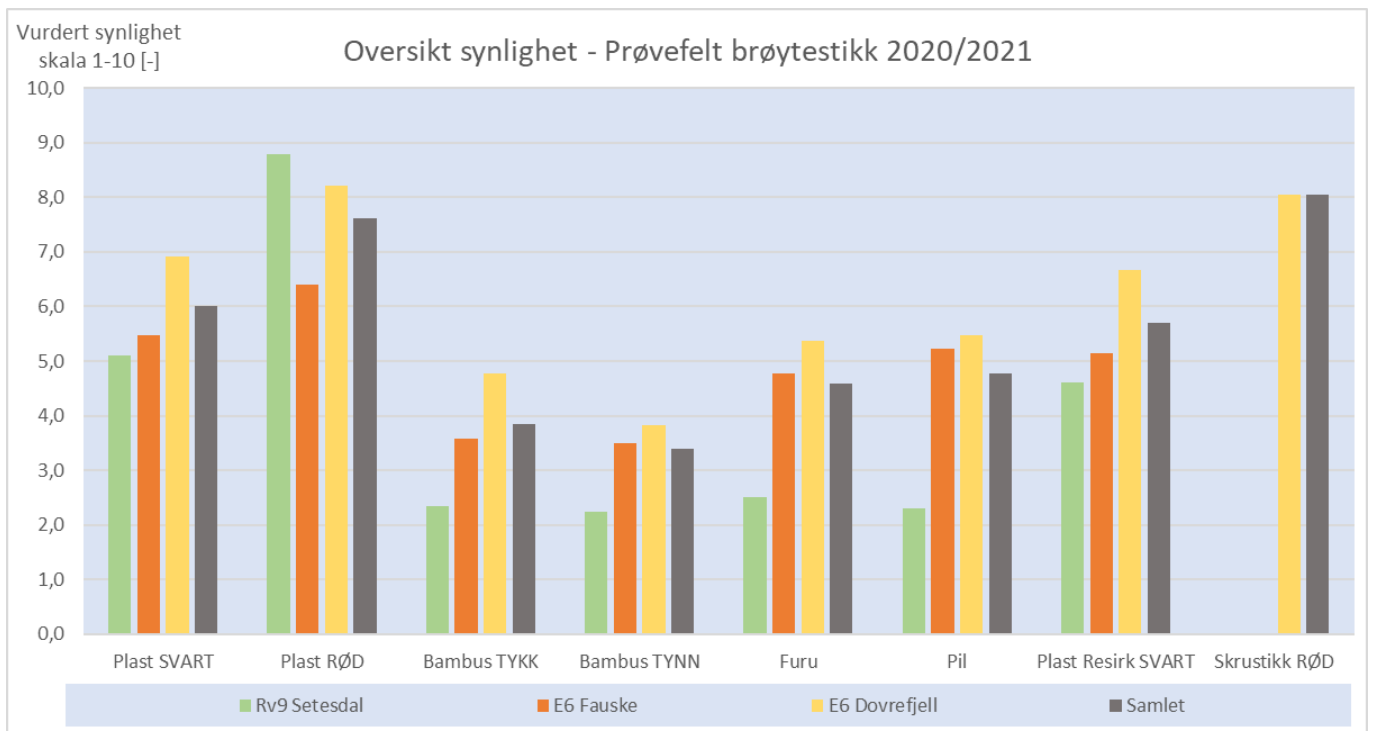


Figur 47: Fordeling synlighetsregistreringer ifht. lys- og værforhold.



Figur 48: Fordeling synlighetsregistreringer ifht. føreforhold og snøforhold.

Figur 49 og 50 viser plott av synlighetsresultatene. Søylene i figur 49 representerer gjennomsnittlig oppnådd score fra samtlige registreringer, uavhengig av lys-, vær-, føre- og snøforhold. En søyle per prøvefelt samt en samlet søyle, det vil si samtlige registreringer sett under ett. Figur 50 er medtatt for å illustrere forskjeller knyttet til ulike lys-, vær-, føre- og snøforhold. Dette er med andre ord et plott basert på sortering og analyse av datagrunnlaget.



Figur 49: Oversikt synlighetsresultater per prøvefelt og samlet.

Av figur 49 ser en at rød plast vurderes som best synlighetsmessig. Svart plast vurderes som nest best, foran pil og furu. Bambus kommer dårligst ut her. Ellers ser en at det er noe forskjell i vurderingene mellom kontraktene. Forskjellene sees å være størst i Setesdal hvor rød plast er klart foretrukket. Forskjellene er vurdert minst i Fauske, mens synligheten på Dovrefjell jevnt over er vurdert noe høyere enn i Fauske.

Flest registreringer fra flest personer (58 reg, 9 pers) på Dovrefjell. Lik fordeling (ca.) mellom registrering fra stor vs. liten bil. Nesten like mange registreringer, men fra færre personer (54 reg, 4 pers) i Fauske. Her er storparten gjennomført fra liten bil. Færre registreringer, men fra flere personer (27 reg, 7 pers) igjen i Setesdal. Her er 2/3 gjennomført fra stor bil. En person har gjennom oppfølging besøkt og gjennomført registrering ved samtlige prøvefelt. Derav totalt 21 personer her mot 19 forskjellige som oppgitt i starten av avsnittet. Registrering fra stor vs. liten bil kan nok tenkes å ha betydning for hvordan synligheten oppleves/vurderes, da både sjåføren og lyktene (brøytebil) sitter høyere enn i en liten bil (5).

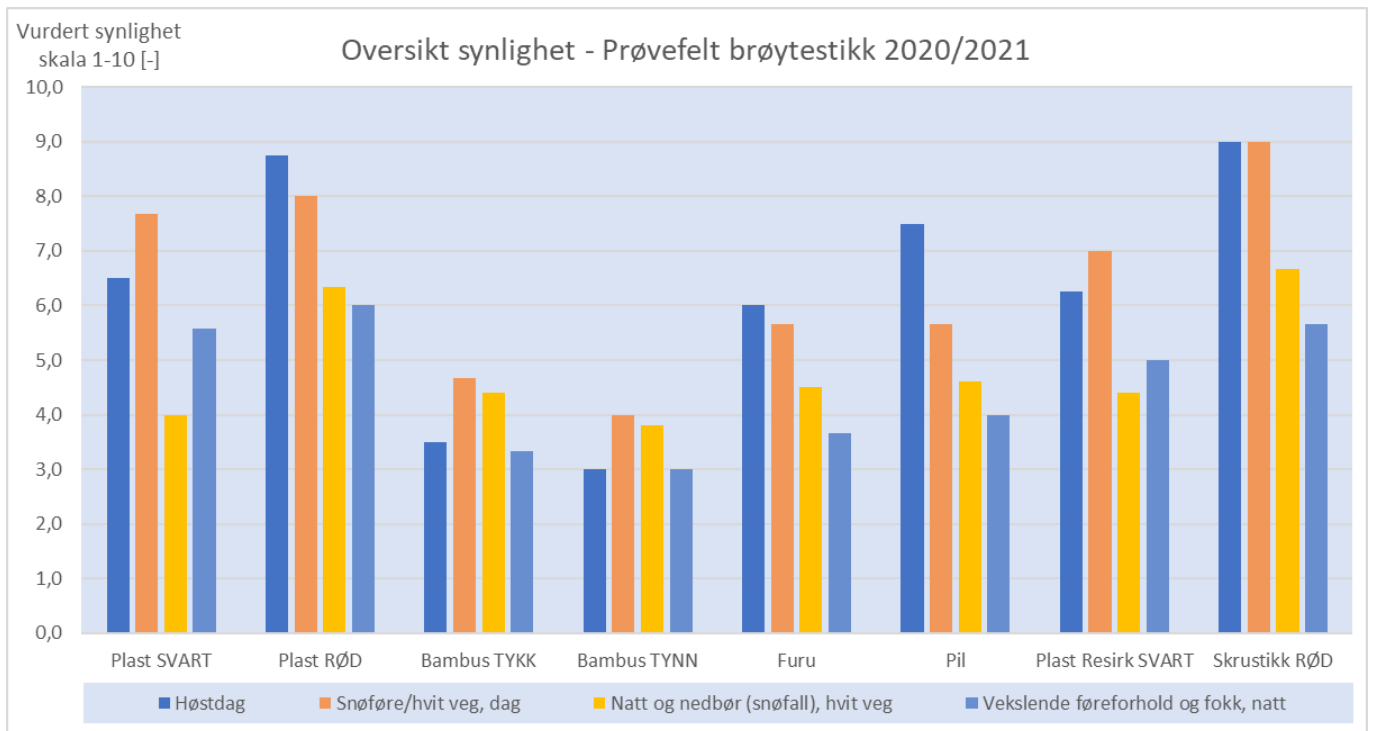
Figur 50 viser synlighetsresultater for noen gitte lys-, vær-, føre- og snøforholds kombinasjoner. To serier der forholdene anses for lite krevende (dagslys og oppholdsvær) og to serier der forholdene anses for mer krevende (natt samt snøfall eller snøfokk), jfr. tabell 2

Tabell 2: Lys-, vær-, føre- og snøforhold for de fire tilfellene (seriene) i figur 50

Serienavn i diagram	Lysforhold	Værforhold	Føreforhold	Snøforhold (sideterreng)
Høstdag	Dagslys	Oppholdsvær	Bar veg	Bart
Snøføre/hvit veg, dag	Dagslys	Oppholdsvær	Snøføre/hvit veg	Snø
Natt og nedbør (snøfall), hvit veg	Mørke	Snøfall	Snøføre eller vekslende snø/is	Snø eller vekslende
Vekslende føreforhold og fokk, natt	Mørke	Snøfokk	Vekslende snø/is	Snø eller vekslende

Av figur 50 ser en at rød plast blir vurdert som best i samtlige tilfeller, men at forskjellene er mindre når forholdene blir mer krevende. Svart plast blir vurdert som noe bedre enn de øvrig (furu, pil og bambus), men her er forskjellene små. Av datagrunnlaget og registreringer gjennom prosjektet ser en at for stikker av svart plast, furu, pil og bambus vil forholdene kunne være avgjørende for hvilken type som vurderes best. Bambus vil nok, på grunn av farge og tykkelse (mindre synlig areal), lett kunne gå i ett med sideterreng på fine høstdager. Rød plast og pil synes da godt siden fargen deres bryter mot bakgrunn. Svart plast vil i mørket, i tilfeller med mørk våt vei, kunne oppleves å «forsvinne helt» da stikken (fargen) ikke bryter mot bakgrunnen i disse tilfellene. Her vil det da primært kun være refleksjonen en ser.

At røde stikker synes best, særlig i dagslys, men at farge har mindre å si i mørke og under krevende forhold samsvarer med Brekke (5). Likedan at det i mørket og under mer krevende forhold primært er lyssignalet fra refleksjonen som er avgjørende.



Figur 50: Oversikt synlighetsresultater for utvalgte av lys-, vær-, føre- og snøforhold.



Figur 51: Lys vs. mørknet pil Setesdal

Til sist kan nevnes at en god del av pilstikkene i Setesdal og Fauske mørknet mye i løpet av høsten/vinteren, jfr. figur 51 og 52. Dette kan nok påvirke synlighetsegenskapene over tid. Også furu endrer farge, fra hvit til mer i retning av bambus i løpet av noen uker. Den vil være godt synlig rett etter utsetting, men nærmer seg bambus synlighetsmessig i løpet av noen uker. Den vil nok likevel være mer synlig enn bambus da den er tykkere (mer synlig areal).



Figur 52: Lys vs. mørknet pil i Fauske (Foto: Erling Hansen)

Oppsummert for synlighet vil en si at rød plast vurderes som best. Størst forskjell i dagslys og under minst krevende forhold. Mindre forskjeller i mørket og når forholdene er mer krevende. Svart plast vurderes i mange tilfeller som nest best, men forskjellen mellom svart plast, furu, pil og bambus under krevende forhold er små. Her vil det kunne være forholdene som avgjør hvilken av typene (svart plast, furu, pil eller bambus) som oppleves som best.

7.1.3 Funksjonalitet

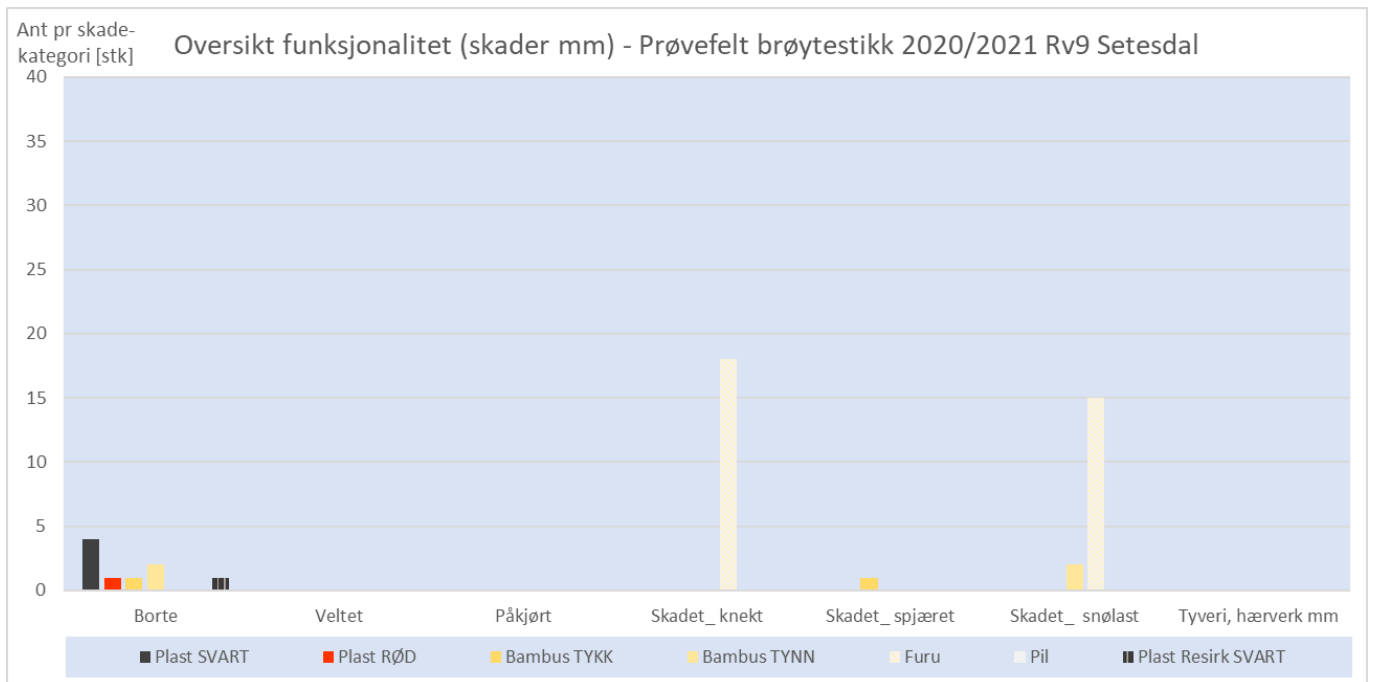
Prøvefeltene har blitt fulgt opp på ukentlig basis for å samle data og erfaringer omkring skadetyper, skadeantall, bruddflater, resettingsbehov etc. Alt dette i tillegg til gjenbruk vil være viktige aspekter når alternativer til plast og bambus skal vurderes. Skjema i vedlegg 2 ble benyttet i forbindelse med funksjonalitetsregistreringene.

Tabell 3 viser aktuelle skadekategorier med tilhørende bokstavkode som ble benyttet i forbindelse med funksjonalitetsregistreringene. Her vil det være aktuelt å revidere og forenkle om det skulle bli aktuelt å gjenta noe av det som har blitt gjort gjennom dette prosjektet. Flere av kategoriene har ikke blitt benyttet, mens for eksempel «Resatt» kategorien bør fjernes da den kan lede til manglende registrering av skadeårsak. Resultatene er bearbeidet slik at de skiller mellom skader som skyldes ordinær drift og øvrige skader, så som tyveri, hærverk, påkjørsel med mer, men det kan være aktuelt å utforme skadekategoriene slik at det blir lettere å skille mellom skader som følge av ordinær drift og øvrige skader.

Tabell 3: Skadekategorier med tilhørende bokstavkode ifbm funksjonalitetsregistreringen

-	= OK	Sb	= Skadet_bøyd/kroknet
B	= Borte	Sl	= Skadet_snølast (kramsnø, stort snøfall)
V	= Veltet	Sp	= Skadet_sprøbrudd
P	= Påkjørt	Sn	= Skadet_nedtaking av kant
Kp	= Kuttet plog (ved roten)	Su	= Skadet_kantutslag
Sk	= Skadet_knekt	R	= Resatt
Ss	= Skadet_spjæret	A	= Annet (skriv kommentar)

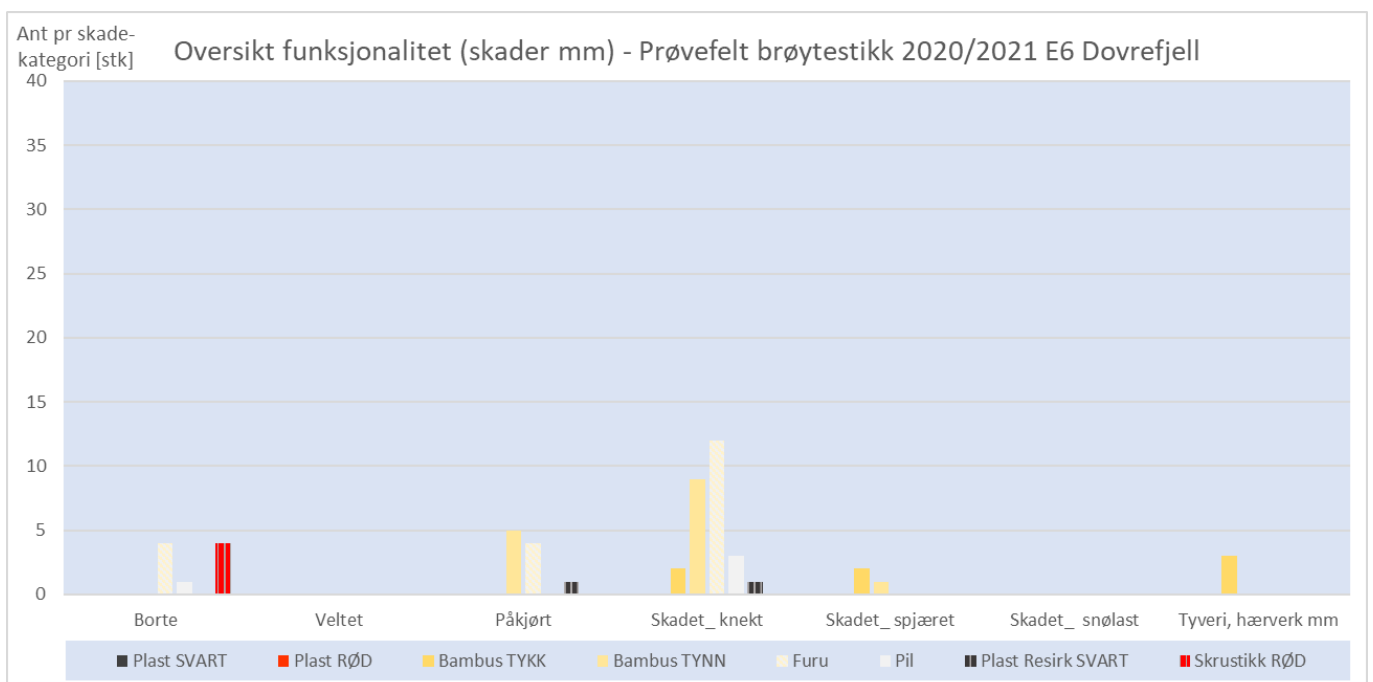
Resultatene fra funksjonalitetsregistreringene fremgår av figur 53-55. Her har en valgt å samle skader som ikke skyldes ordinær drift i kategorien «Tyveri, hærverk mm». Søylen for de øvrige kategoriene kan derfor relateres til skader som følge av ordinær drift. Lik maksverdi for 2. akse i samtlige figurer for at figurene skal være direkte sammenlignbare.



Figur 53: Oversikt funksjonalitetsresultater Rv9 Setesdal.

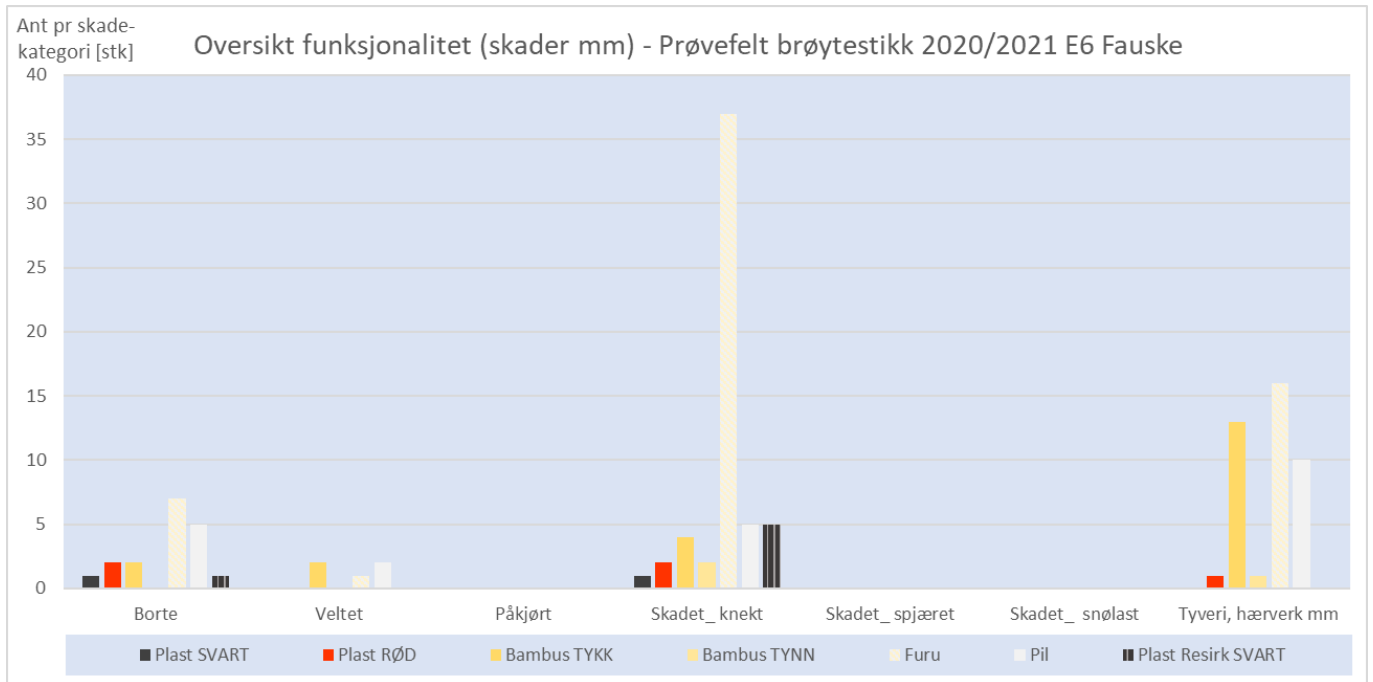
Figurene anses for selvforklarende. Kun korte kommentarer vil derfor bli gitt. For Setesdal sin del ser en at furu har vært utfordrende, for øvrig få skader. I sum ser en at nesten alt av furu måtte resettes i løpet av vinteren, jfr. figur 53.

Erfaringene fra Dovrefjell er de samme. Furu tåler ikke påkjenning. Her knakk i tillegg en del bambus helt på tampen av sesongen (mai). Uvisst om dette skyldes tilfeldigheter eller om bambusen har nådd sin «tålegrense», evt. svekkes av eksempelvis vannopptak på våren. Det vises til figur 54.



Figur 54: Oversikt funksjonalitetsresultater E6 Dovrefjell.

Store skadetall knyttet til furu også i Fauske. Her var en også noe plaget med tyveri og hærverk. Furustikk ble stjålet, mens noe pil ble stjålet eller skadet på høsten. På våren ble en del bambus veltet. Se figur 55.



Figur 55: Oversikt funksjonalitetsresultater E6 Fauske.

Tabell 4 og 5 oppsummerer tallene knyttet til driftsrelaterte skader for prøvefeltene. Først (tabell 4) i form av antall skadede stikk. Deretter (tabell 5) omregnet i skadeprosent, dvs. antall skadede i forhold til antall utsatt.

Av tabell 5 ser en at skadeprosenten for plaststikker var i størrelsesorden 5-15 %. Den var noe høyere for bambus og pil. 20-30 % kan brukes som et anslag her. For furustikkene var skadeprosenten i størrelsesorden 85-95 %.

Tabell 4: Oversikt antall skadede stikk (driftsrelatert – ordinær drift)

Prøvefelt	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN	Furu	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
Rv9 Setesdal	4	1	2	4	33	1	1	-
E6 Dovrefjell	0	0	4	15	20	4	2	4
E6 Fauske	2	4	8	2	45	12	6	-

Tabell 5: Skadeprosent (driftsrelatert – ordinær drift) basert på tallene i tabell 5

Prøvefelt	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN	Furu	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
Rv9 Setesdal	10	3	5	10	87	3	3	-
E6 Dovrefjell	0	0	10	38	50	10	5	12
E6 Fauske	5	10	20	5	113	30	15	-

Tabell 6 viser gjenbruksresultater fra prøvefeltene. Oversikten er basert på opptelling i kontraktene, men også vurderinger. Det er derfor noe usikkerhet knyttet til tallene. Stikkene som ble satt ut på prøvefeltene var alle nye. Gjenbruksprosentene ville nok vært lavere for stikk som har vært brukt før. Stikk resatt sent på vinteren vil likedan ha større mulighet for gjenbruk enn stikk som har stått ute hele vinteren. Materialtype vil trolig også ha betydning for hvor mye stikkene svekkes over år.

Av tabell 6 ser en at omkring 90% av plaststikkene fra prøvefeltene kan gjenbrukes. Pil ender opp noe lavere. Ca. 80% av disse kunne gjenbrukes. For furu syns en det gir det liten mening å snakke om gjenbruksprosent. ¼ av furustikken på Dovrefjell kan dog gjenbrukes, mens gjenbruksprosenten for Setesdal og Fauske i realiteten er null eller negativ. Størst forskjeller i gjenbruksprosent knyttet til bambus. Fra 10-15 % i Setesdal, via 40-45 % i Fauske til 70-75 % på Dovrefjell. Årsaken til dette er uviss. Det kan skyldes tilfeldigheter eller faktorer av mer systematisk art, så som forskjeller i klima, brøytemengde, type snøfall og påkjenning etc.

Tabell 6: Gjenbruksprosent (andel av utsatt + resatt som kan gjenbrukes etter en vinter)

Prøvefelt	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN	Furu	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
Rv9 Setesdal	98	98	10	14	0/-	88	98	-
E6 Dovrefjell	100	100	83	63	25	83	95	88
E6 Fauske	81	96	46	40	0/-	60	80	-

Ellers når det gjelder funksjonalitet så måtte en bytte refleks på pilstikkene, jfr. kapittel 4. Dette kan skyldes at stikkene var påmontert refleks i feil folieklasse (stivere refleks), men kan også skyldes egenskaper ved stikken etc., jfr. avsnitt 7.4.

Til sist er inntatt noen bilder som viser skader/bruddflater fra prøvefeltene, se figur 56-59. Furu knekker i kvist, mens pil ser ut til å knekke ved roten. Bambus vil i en del tilfeller kunne spjæres i stedet for å knekke. Dette vil i så tilfelle være fordelaktig da funksjon opprettholdes. Samtlige stikketypene ser ut til å kunne gi spisse bruddflater, men furu må kunne karakteriseres «farligst» grunnet høy skadeprosent, samt spydlignende rester som ofte står i farlig høyde opp fra bakken.



Figur 56: Spjæret bambus og furu som har knekt i kvist E6 Dovrefjell



Figur 57: Rest i vegskulder av knekt pil (t.v.) og resirkulert plast (t.h.) E6 Dovrefjell



Figur 58: Furu Rv9 Setesdal (foto t.v.: Harald Åge Helle)



RV9 S13D1 m7165
Setesdalsvegen

Bygland
Agder
UTM33: Ø:78482 N: 6560800
+/- 4 m
30-01-2021 11:03:05



Figur 59: Bambus og pil E6 Fauske (foto: Erling Hansen)



7.2 Prøvefelt flyplass

To belastningstester ble gjennomført våren 2021. Belastningstest 1 den 24. mars og belastningstest 2 den 15. april. I forbindelse med belastningstest 1 ble stikkene utsatt for påkjenning fra brøyting og slag før de ble brøytet ned. Ingen resetting av stikker her. Lignede testopplegg i forbindelse med belastningstest 2, men her hadde en med traktor med fres i tillegg til lastebil med plog. Her ble stikker resatt før oppstart (påkjenning fra brøyting) og mellom påkjenning fra brøyting og slag for å ha komplette seksjoner/felt.

Stikkene ble satt ut medio oktober 2020, men hadde ikke vært utsatt for påkjenning fra brøyting gjennom vinteren. 3 av 14 furustikk hadde knekt i løpet av vinteren uten å ha vært utsatt for annen påkjenning enn vær og vind.

Sol og fint, spredte skyer, 5-6 °C, 5-7 cm tung våt snø (bart et parti midt på feltet), lite snø rundt stikkene, men tele i bakken i forbindelse med test 1. Lignende forhold i tilknytning til test 2, men kaldere på natten inn mot testen, jfr. avsnitt 6.2. Telen hadde mer eller mindre gått i tillegg til at det var mere snø, 30-40 cm kram tung snø i utgangspunktet, på flystripa og rundt stikkene.

7.2.1 Erfaringer fra utsetting

I forbindelse med etablering av prøvefeltet på Bjorli flyplass ble vekt, tidsbruk utsetting, feilslag og problemer registrert. Erfaringene herfra oppsummeres som følger, jfr. tabell 7 og vedlegg 3:

- Ordinære plaststikker veier i størrelsesorden 250-300 gram. Små forskjeller i godstykkelse og utforming vil her kunne gi forholdsvis store utslag med tanke på totalt plastforbruk.
- Bambusstikk veier noe mindre, omkring 200-250 gram.
- Skrustikkene er noe tyngre enn ordinære plaststikker (mer plast). De som ble testet her veide rundt 400 gram.
- Stikkene av furu og pil var tyngst og veide 500-600 gram. Med andre ord en god del mer masse å håndtere ifbm tilvirkning, transport, lagring, utsetting, nedtaking med mer.
- 3 av 14 furustikk knakk ifbm utsetting.
- 4 tilfeller av «henteproblemer» for pil. 6 av 14 måtte settes manuelt pga. tykkelse eller krokete form.
- Noen problemer ifbm utsetting av skrustikk første side. Bytte av spett (litt lengre) løste problemet. For øvrig få feilslag og problemer (øvrige stikker av plast og bambus).
- Tidsbruk utsetting av 14 stk stikker varierte fra 10-20 min (ca.).
 - 10 min for skrustikk (satt i bevegelse med meisel, uten stans av stikksetter)
 - 12 min for øvrige plasticsikker og bambus (satt med ordinær stikksetter)
 - 15 min for furu (satt med ordinære stikksetter)
 - 20 min for pil (satt med ordinær stikksetter)

Tidsbruken trenger ikke være representativt for normalsituasjonen ved utsetting på vei. Likefullt liten tvil om at det vil være kapasitetsforskjeller forbundet med de ulike stikketyperne og settemetodene. For lik settemetode vil antallet feilslag i form av henteproblemer, stikker som knekker etc. være av betydning for kapasiteten.

Grovere stikker fordrer bruk av grovere spett. Dette kan også påvirke kapasiteten, noe en ser tydelig i videomateriale fra utsettingen. Her ser en også godt at det er stor forskjell knyttet til «spettetid» for ordinær stikksetter og stikksetteren som setter stikkene i fart, jfr. figur 36 og 37. En ulempe med tynnere spett kan være at de lettere «tar i vei på skrå» om de møter på stein. Stikken blir i så fall

også stående på skrå, inn i eller ut fra veien. Ledningen/linjeføringen blir mindre ryddig, eventuelt også misvisende.

I forbindelse med utsettingen på Bjorli flyplass ble det benyttet spett med største diameter 21,5 mm (skrustikk), 35 mm (øvrige plast, bambus og furu) og 48 mm (pil).

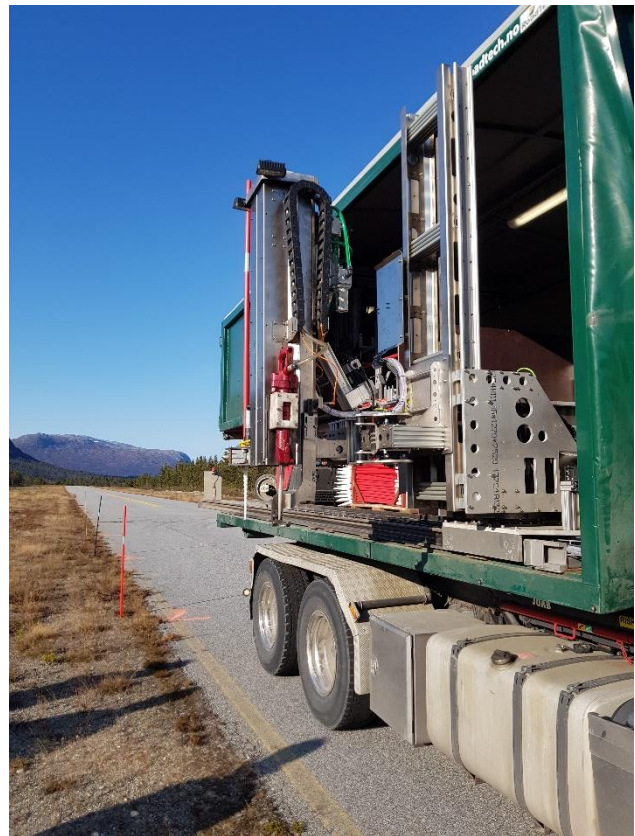
Tabell 7: Oversikt egenvekt stikker og tidsbruk i forbindelse med utsetting

Vekt og tidsbruk	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN	Furu	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
Vekt 20 stk stikker	5690	4896	4776	3909	10327	11651	6635	7876
Egenvekt stikk	285	245	239	195	516	583	332	394
Tidsbruk utsetting	12 min 25 sek	11 min 40 sek	12 min 45 sek	10 min 57 sek	15 min 6 sek	20 min 20 sek	12 min 45 sek	10 min 12 sek

- i. Egenvekt stikk i gram. Veid 20 stk stikker per stikketype. Ok nøyaktighet for alle praktiske formål, men egenvekten vil nok kunne variere litt fra serie til serie og år til år som følge av råvare- og produksjonsvariasjon. Størst usikkerhet knyttet til egenvekt for pil, da en ikke vet hvor representative stikkene som ble veid er størrelsesmessig.



Figur 60: Ordinær stikksetter av typen S. Risa



Figur 61: RoadTech sin stikksetter for utsetting i fart

7.2.2 Påkjenning fra brøyting og slag

Figur 62 viser flystripa ved oppstarten av belastningstest 1. Ikke veldig mye snø og bart et parti midt på stripa. Testen ble gjennomført oppunder påske og flystripa hadde ikke blitt brøytet i løpet av vinteren, så snøen var grovkorning, kompakt og våt. For å ha litt snø å jobbe med ble snøen på området som er bart i figur 62 flyttet fra høyre mot venstre før oppstart testing. Snø i ca. 5 meters bredde hadde da blitt flyttet over slik at den lå inntil, eller nesten inntil, stikkene. Snødybden etter overflytting var omkring 8-10 cm.



Figur 62: Snøforhold på flystripa ved oppstart belastningstest 1.

Stikkene ble utsatt for tre omganger med påkjenning fra brøyting før en gikk over til belastning i form av slag fra en vinge, jfr. figur 64. Slaget fra vingen skulle simulere treff av kanten av en plog. Vingen var vinklet bakover omtrent som en diagonalplog og slag ble påført i ulike høyder. Først i den høyde plogen helst vil treffe stikken (øvre del av stikken). Vingen ble deretter senket i flere omganger for å teste hvordan stikkene ville tåle påkjenningen. I alt ble det gjennomført seks kjøring med vinge i fire ulike høyder. Til slutt ble stikken kjørt ned med plogen for å studere bruddflater.

Resultatene fra belastningstest 1 er inntatt i tabell 8. Av denne fremgår type påkjenning, hastighet, brøytebredde og snødybde (ca.), vingens høyde over bakken og antall stikker som røyk per runde.



Figur 63: Forhold/situasjon i forbindelse med første påføring av belastning på stikkene (1. brøyting).



Figur 64: Vinge benyttet til å simulere slag fra plog. Her i høyeste posisjon – 120 cm over bakken (25-30 cm ned på stikken).

Av tabell 8 ser en at en furustikk knakk ved første påkjenning fra brøyting (1. brøyting). En skrustikk knakk i skruen ved andre gangs overfart med plogen. 3 furustikk (2+1) knakk i forbindelse med første og andre gangs påkjenning med slag fra vinge 120 cm over bakken.

En furustikk (en av sju) hadde knekt i løpet av vinteren uten å være utsatt for annen belastning enn utsetting, vær og vind. Ingen resetting i forbindelse med denne testen. Antallet furustikk som ble utsatt for påkjenning avtok derfor raskt. De to siste furustikken knakk i forbindelse med tredje gangs påkjenning med slag fra vinge.

Pilstikkene knakk etter 3-4 gangers påkjenning av slag fra vingen. Vingen ble senket i forbindelse med tredje gangs kjøring, men det er uvisst om stikkene knakk som følge av dette eller summen av påkjenning (ant. slag). Ikke usannsynlig at pilstikker slik som her vil være sårbare for påkjenning fra slag som følge av tykkelse (stort tverrsnitt) og stivhet (for stive).

All påkjenning (inkl. brøyting) til og med 3. slag vinge, jfr. tabell 8, i forbindelse med testen må kunne beskrives som belastning som brøytestikker minst bør tåle. Påkjenningen fra brøytingen kan nok ikke sies å ha vært mer ekstrem enn det en ofte vil ha i en normalsituasjon. Slag i 120 cm høyde må nok tåles, mens slag i 85-90 cm kan tenkes å simulere slag mot øvre del av stikken i tilfeller med en viss brøytekannt.

Tabell 8: Oversikt skadeutfall (brøyting og slag) belastningstest 1 (25.03.2021)

Påført belastning	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN	Furu	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
1. brøyting (40 km/t – 1,5 m x 8-10 cm snø)	-	-	-	-	1	-	-	-
2. brøyting (40 km/t – 1,1 m x 8-10 cm snø)	-	-	-	-	-	-	-	1
3. brøyting (40 km/t – 0,7 m x 5-7cm snø)	-	-	-	-	-	-	-	-
1. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)	-	-	-	-	2	-	-	-
2. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)	-	-	-	-	1	-	-	-
3. slag vinge (40 km/t – 85-90 cm over bakken)	-	-	-	-	2	4	-	-
4. slag vinge (40 km/t – 70-75 cm over bakken)	-	-	-	-	-	2	-	-
5. slag vinge (40 km/t – 50-55 cm over bakken)	-	-	4	5	-	1	-	1
6. slag vinge (50 km/t – 50-55 cm over bakken)	-	-	1	-	-	-	-	-
Nedbrøyting med plog (for å se på bruddflater)	Samtlige gjenværende (seksjon 1-7)							

For bambusstikkene begynte belastningen å bli for stor i forbindelse med femte gangs kjøring med vingen. Her må nok påkjeningen kunne karakteriseres som forholdsvis ekstrem. Plaststikkene tålte under de rådende forhold belastningen godt, men her kan det tenkes at utfallet ville vært annerledes gitt lavere temperatur, jfr. avsnitt 7.3.1. To skrustikk ble skadet. I begge tilfeller var bruddet lokalisert i skruen, noe som nok vil være typisk for denne typen stikk. Særlig i tilfeller med lite eller ingen brøytekant til å støtte nedre del av stikken, jfr. også her avsnitt 7.3.1.

Generelt kan en si at furu knekker i kvist og tåler lite belastning. Pil tåler mer, men kan muligens være utsatt for å knekke gitt at den utsettes for slag. Pil kløyves og knekker nede ved roten. Plast og bambus tåler generelt mye belastning. Bambus vil gjerne spjæres (avh. av type bambus) før den knekker, mens skruen på skrustikk, på grunn av stivere plastblanding og konstruktiv utforming, vil kunne være et svakt punkt. Uvisst om plaststikkene ville tålt påkjeningen like bra om det hadde vært 10-20 kuldegrader.

Figur 65 viser flystripa ved oppstarten av belastningstest 2. Her har det blitt kjørt en tur med plogen hver vei. Det kom mye snø på Bjorli etter påske, først i april. Håvar Bjølverud, som gjerne bistår SVV i forbindelse med gjennomføring av forsøk på Bjorli, anslo at det hadde kommet 80-100 cm snø. Dette samsvarer godt med data fra MET sin målestasjon på Bjorli hvor det er registrert ca. 90 mm nedbør inn mot testen. Denne snøen hadde seget sammen til 30-35 cm kram tung snø da testen ble gjennomført.



Figur 65: Snøforhold/situasjon ved oppstart/første belastning brøyting (1. brøyting) belastningstest 2.

Totalt ble snø i ca. 7 meters bredde flyttet i forbindelse med denne testen. Med andre ord mye snø og forholdsvis tøff belastning fra brøytingen, men lignende forhold inntreffer nok med jevne mellom i en normal driftssituasjon, eksempelvis i forbindelse med uvær og utkjøring av kant.

Stikkene ble utsatt for påkjenning fra brøyting i fire omganger. Deretter to omganger med slag fra vinge, før en til slutt utsatte et parti av prøvefeltet for påkjenning fra fres (sprut og nedbrøyting), jfr. figur 66. Etter endt brøyting var brøytekanthøyden ca. 55 cm. Det var med andre ord godt med pakket snø rundt stikkene da de ble utsatt for slagpåkjenningen denne gangen.



Figur 66: Traktor med fres i aksjon (sprut fra fres) i forbindelse med belastningstest 2.

To furustikk (to av sju) på denne siden av flystripa hadde ikke tålt vinterens vær og vind. Disse ble resatt slik at en hadde komplette seksjoner ved oppstart. Stikker (furu) ble også resatt mellom brøyting og slag fra vinge for å ha komplett prøvefelt. Kun fem av seksjonene ble utsatt for slag fra vinge i forbindelse med andre overfart, for å ha seksjoner med furu til freseforsøkene.

Resultatene fra belastningstest 2 fremgår av tabell 9. 3 av 7 furustikk knakk ved førstegangs passering av plogen. Ytterligere en knakk ved neste passering. De resterende 3 tålte belastningen fra tredje og fjerde runde med brøyting. 6 av 7 furustikk tålte heller ikke første gangs påkjenning av slag fra vingen 120 cm over bakken. 1 av 2 furustikker knakk når de ble utsatt for spruten fra fres.

Ingen stikker utenom furu ble skadet denne dagen. Godt med snø rundt stikkene kan tenkes å ha vært fordelaktig for skrubrøytestikkene. Telen hadde gått, helt eller delvis, i forbindelse med denne testen. Dette kan tenkes å ha vært fordelaktig for pilstikkene da det mulig gjør en viss fjæring ved påføring av belastning/energi.

Tabell 9: Oversikt skadefall (brøyting, slag og sprut fra fres) belastningstest 2 (15.04.2021)

Påført belastning	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN	Furu	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
1. brøyting (30 km/t – 1,0 m x 30-35 cm snø)	-	-	-	-	3	-	-	-
2. brøyting (30 km/t – 1,0 m x 30-35 cm snø)	-	-	-	-	1	-	-	-
3. brøyting (30 km/t – 1,0 m x 30-35 cm snø)	-	-	-	-	-	-	-	-
4. brøyting (30 km/t – 1,0 m x 30-35 cm snø)	-	-	-	-	-	-	-	-
1. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)	-	-	-	-	6	-	-	-
2. slag vinge (40 km/t – 85-90 cm over bakken)	-	-	-	-	-	-	-	-
Sprut fra fres (2 seksjoner - 2 stikk av hver type)	-	-	-	-	1	-	-	-
Nedbrøyting med fres (for å se på oppstyking mm)	Samtlige gjenværende (seksjon 6)							

7.2.3 Bruddflater

Figur 67-72 viser en del eksempler på bruddflater og skader. Stikkene ble utsatt for til dels ganske tøff behandling. Plaststikkene tålte i stor grad påkjenningen uten å gå til brudd. Bambusstikkene gikk til brudd, men først etter å ha vært utsatt for gjentatte tilfeller av tøff behandling. Det kan derfor tenkes at bruddflatene/skadene en ser for disse er mer ekstreme enn det en gjerne vil se i praksis. Stikkene på bildet i figur 67 kan sies å representere typiske skader og brudd.

På generelt grunnlag ser samtlige stikketyper ut til å kunne gi spisse brudd. Furustikkene knekker typisk i en kvist. Bruddflaten vil i mange tilfeller kunne ha form som et trespyd. Pilstikkene ser ut til å kløyves/sprekke om påkjenningen blir for stor. Også her vil en kunne få trespyd lignende rester i veiskulderen. Trespyd rester av pil og furu kan sies å utgjøre en fare for gående og syklende om noen skulle falle etc. Se figur 68 for trespyd av pil fra testene på Bjorli. For trespyd av furu se figur 46 og 58.

Bambus spjæres i mange tilfeller og splintres om påkjenningen bli ekstrem. Dette kan resultere i kvasse spisse ender og rester. Mulig eventuelle rester av splintret bambus kan være farlig for beitende dyr og om det kommer inn i for tiltenkt husdyr, men kanskje mindre farlig for gående og syklende da bambusresten ikke vil være like stiv som et spyd av furu eller pil, jfr. figur 69.



Figur 67: Typiske skader og bruddflater. Fra venstre: Pil, furu, bambus tynn og tykk, plast svart og rød, skrustikk og resirkulert plast.



Figur 68: Trespyd av pil som følge av nedbrøyting eller slag til venstre og nedbrøyting med fres til høyre.



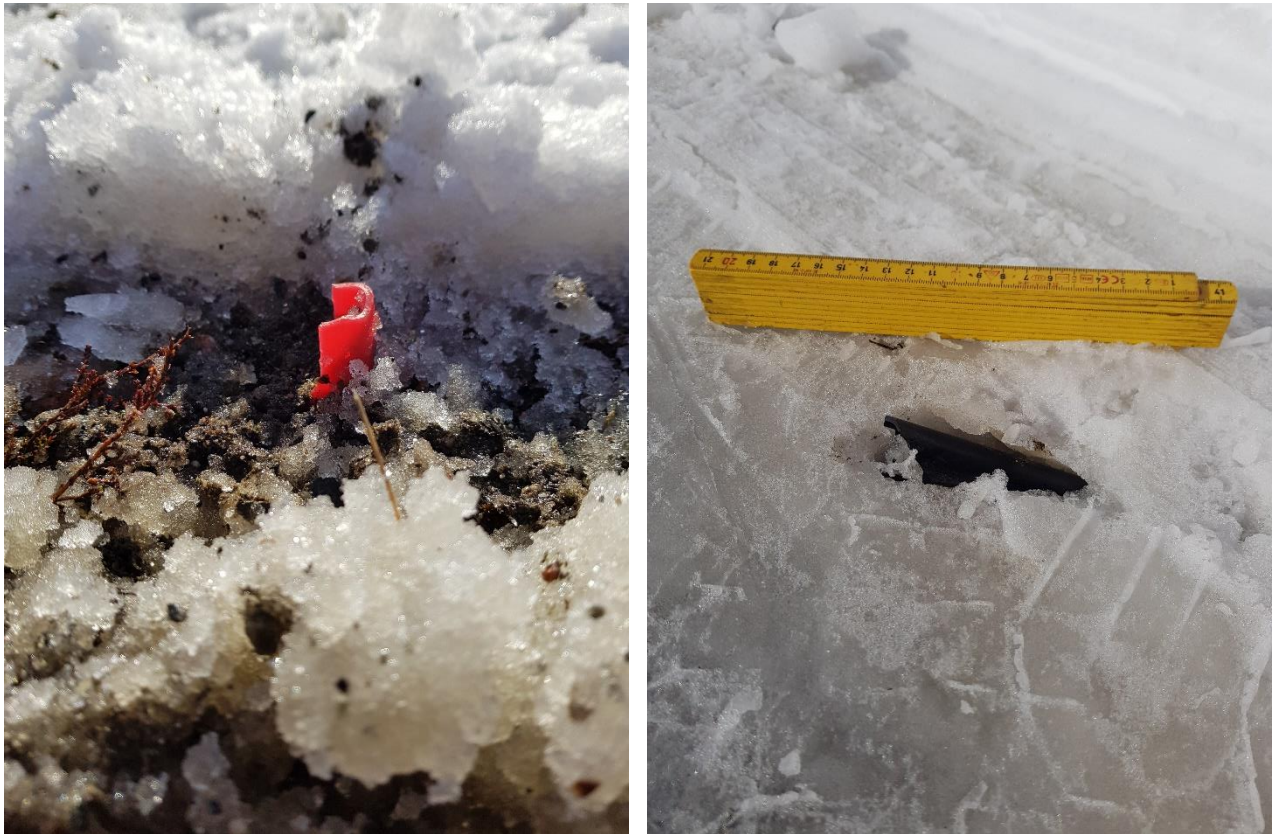
Figur 69: Splintret bambus (t.v.) fra belastningstest 1 og bambus nedbrøytet av fres (t.h.) ifbm belastningstest 2.



Figur 70: Brudd i gjengeparti på skrue belastningstest 1 (t.v.) og belastningstest 2 (t.h.).

Skrustikken ser ut til å knekke i skruen. Gjerne i gjengepartiet om ikke hele gjengen har blitt skrudd ned i bakken, evt. i overgangen skru/stikke. Brudd i skruen og kanskje særlig i gjengepartiet, resulterte i spesielt skarpe kanter. Dette kan utgjøre en viss fare i forbindelse med opptak av rester, samt for firbente, eksempelvis hunder. Se figur 70.

Figur 71 viser et par eksempler av bruddflate etter nedbrøyting av ordinære plaststikker. Disse er kanskje forholdsvis harmløse, men også for plaststikker kan en få spisse varianter, jfr. figur 57.



Figur 71: Eksempel på bruddflater ordinær plast. Fra hhv. belastningstest 1 (t.v.) og belastningstest 2 (t.h.).

Stikk som brøytes ned med fres for deretter å gå gjennom fresen blir i mange tilfeller kuttet opp i biter. Trestikker (bambus, furu og pil) vil stykkes opp i de fleste tilfeller, mens plast kan komme ut av fresen igjen i en bit da de er mer elastisk og tøyelig. Fordelaktig med en myk og seig plast i så hensende, slik at oppstyking i småbiter unngås. Mulig trestikk som stykkes opp kan utgjøre en viss fare i form av «prosjektil». Det vises til figur 72.



Figur 72: Eksempel på stikk som har gått gjennom snøfresen. Oppstykket pil til venstre, helt og todelt plaststikk til høyre.

7.3 Egenskapstester i laboratorium

Som leverandør av brøytstikk gjennom mange år har Våler Vekst AS bygd seg opp en solid kompetanse omkring ulike aspekter ved brøytstikk. Utover på 2000-tallet tok plaststikker mer og mer over for bambus, på tross av at innkjøpskostnaden for plaststikk var omkring det dobbelte av bambus.

I 2011 fikk Våler Vekst tilbakemelding fra enkelte kunder om at «stikkene virket for sprø i kulde og knuste for lett». I samarbeid med plastleverandøren ble plastkvaliteten endret inn mot de 2-3 kommende sesongene inntil en fikk tilbakemelding om at enkelte stikketyper i enkelte områder var «for myke og vandret for mye i solen». Stikkene tålte da kulde bra, men kunne bli for myke i varmt vær.

Da som nå er det ikke satt krav til plastblandingens (stikkenes) egenskaper i kaldt eller varmt vær. Det fantes heller ikke testmetoder for å kvantifisere egenskaper i så måte, slik at når Våler Vekst ønsket å gå litt i dybden på dette reiste det en nærmest «uspesifisert problemstilling».

Det var med dette som bakgrunn at Våler Vekst i 2013 startet et arbeid med å utvikle testmetoder for å kunne beskrive plastkvalitetens egenskaper i kaldt og varmt vær. Siden da har metoder blitt utviklet/videreutviklet og et stort antall stikk/plastkvaliteter blitt testet (6).

Nedenfor følger litt mer om de enkelte (mest aktuelle) testene, samt resultatene for stikken som ble testet vinteren 2020/2021 (Plast SVART, Plast RØD, osv.)

7.3.1 Egenskaper i kaldt vær

Plastblandingens eller stikkens egenskaper i kaldt vær testes ved hjelp av en slagtest. Stikkene avkjøles i fryseskap til ± 20 °C og utsettes for påkjenning (slag) i en «giljotinutformet» teststasjon. Fallhodet veier 3750 gram. Godstykkelsen er 3 mm. Det vises til figur 73 og 74. Fallhøyde ved brudd benyttes som mål med tanke på kuldeegenskaper.

Ifølge Ivar Opås ved Våler Vekst må stikker av polypropylen plast (PP-plast) minst tåle et fall fra 80 cm for å ha tilfredsstillende egenskaper («motstand mot sprøbrudd») i kaldt vær, mens stikker som fint tåler et fall fra 110-120 cm typisk kan bli for myke i varmt vær.



Figur 73: Slagtest (kuldeegenskaper) vha. giljotin



Figur 74: Fallhode giljotin

Tabell 10 viser utfallet av slagtestene som ble gjennomført. Plast Resirk SVART kom noe dårligere ut enn de øvrige da disse både ble splintret og skadet ved 70-90 cm fallhøyde. De øvrige greide seg bra ved fallhøyde 90 cm. Skruedelen på Skrustikk RØD gikk også til brudd ved 90 cm fallhøyde. For denne type stikk kan derfor brudd ventes å oppstå i skruedelen.

Plastblandinger av resirkulert materiale må trolig forventes å være noe mindre homogent enn «jomfruelig» materiale. Det virker sannsynlig at dette kan resultere i svake punkt på ellers gode

stikker. Det vil derfor ikke være uventet om skadeprosenten for Plast Resirk SVART er noe høyere enn de øvrige typene plaststikk.

Tabell 10: Oversikt utfall slag-/kuldetest

Fallhøyde giljotin	Plast SVART	Plast RØD	Skrustikk RØD		Plast Resirk SVART	Demo RØD (myk)
			skruer	stikk		
70 cm	-	Ok	Ok	-	Delvis brudd	-
90 cm	Ok	Ok	Brudd	Sprekk Ok	Skadet Splintret	-
100 cm	-	Sprekk	-	-	Brudd	-
110 cm	-	-	-	-	-	Ok
120 cm	-	-	-	-	-	Ok

Flere slag påført per stikk over stikkens lengde, men ikke testet i stort omfang (noen stikker av hver type). Grunnlaget er derfor ikke stort, men gir trolig en pekepinn med tanke på hva en kan forvente.

Demo RØD inngikk ikke ifbm prøvefeltene. Denne stikken er produsert av en mykere type plast og ble tatt med for å demonstrere at gode kuldeegenskaper resulterer i dårligere egenskaper på varme dager, jfr. resultatene i neste avsnitt.

7.3.2 Egenskaper i varmt vær

En bøyetest benyttes for å evaluere stikkens/plastblandingens egenskapene i varmt vær. Stikkene spennes opp horisontalt og påføres belastning i form av lodd (400 g). Loddene plasseres 10 cm inn på stikkens (180 cm lange) frie ende. Testen utføres ved romtemperatur. Nedbøyning i cm etter en time, samt tilbakegang en time etter det igjen benyttes som mål på stikkens stivhet i varmt vær. Sagt på en annen måte kan en si at bøyetesten beskriver stikkens «motstand mot krokning/pendling». Det vises til figur 75.

Av figur 75 og tabell 11 ser en at nedbøyningen var minst for Plast Resirk SVART. Denne var med andre ord stivest. Nedbøyningen for Plast Resirk SVART var omkring 25 cm, mens den for de øvrige plaststikkene var i størrelsesorden 35-40 cm. For Demo RØD var nedbøyningen 50 cm. Dette var som nevnt en myk stikk som ble medtatt for å demonstrere at det fint lar seg gjøre å produsere stikk som tåler slag og kulde godt, men stikken vil da ikke ha tilstrekkelig stivhet på varme dager. Våler Vekst benytter for øvrig 40 cm som «kritisk verdi» knyttet til nedbøyning for stikker av PP-plast. Dersom nedbøyningen overstiger 40 cm i særlig grad, vil de kunne bli for myke på varme dager.

Resultatene fra bøyetesten sees derfor å samsvare med resultatene fra slagtesten. Den stiveste stikken (Plast Resirk SVART) tålte påkjenningen fra slag i kald tilstand dårligst, mens stikken som motstod slagtesten best (Demo RØD) kommer dårligst ut av bøyetesten (størst nedbøyning).



Figur 75: Bøyetest igangsatt. Plast RØD (f.v.), Plast SVART, Plast Resirk SVART, Skrustikk RØD og Demo RØD.

Tabell 11: Oversikt nedbøyning og tilbakegang ifbm bøyetest

Nedbøyning	Plast RØD	Plast SVART	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD	Demo RØD (myk)	
m/veker	41	33	24	43	50	[cm]
u/veker (etter)	7	4	2	12	8	[cm]

Bøyetesten blir ikke helt korrekt for Skrustikk RØD i dette tilfellet. Tyngden av skruen påvirker nok resultatet, både med og uten vekter. Muligens vil også «nedbøyningslinjen», om en kan kalle det dette, bli noe annerledes som følge av skruen.

Stikken nest lengs til høyre på bildet i figur 75 ble medtatt for å demonstrere at innvendige riller («forsterkning»), jfr. figur 16, ikke er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig stivhet. Stikkens stivhet styres i følge Ivar Opås primært av plastblandingens hardhet. Riller vil i så tilfelle kun medføre økt plastforbruk.

Godstykkelse og plastmengde per stikk vil kunne være av betydning med tanke på reduksjon av miljøbelastning i og med det store volumet det her er snakk om.

7.3.3 Solinnstråling/varmeeksponering

Solinnstrålingsegenskaper testes gjennom varmeeksponering i stativ. To terrassevarmere står mot stikkene som varmes opp til ca. 75 °C i overflaten, jfr. figur 76 og 77. Testen utføres ved romtemperatur. Utbøyning i cm etter 20 min, samt tilbakegangen to timer etter det igjen benyttes som mål på stikkens vandring som følge av solinnstråling/varmepåvirkning.

Erfaringsgrunnlaget Våler Vekst har bygd seg opp siden «testregime» ble utviklet i 2013 tilsier at denne testen ikke er like viktig som slag- og bøyetesten. Stikkene vandrer (krummer seg) i varmen, de sorte gjerne mest, men utslagene er normalt ikke så store at det påvirker stikkens funksjon. Utslagene er gjerne størst på høst og vår. Kalde klare netter med sterk solinnstråling på morgen og formiddag gir typisk størst krumning/vandring. Stikken forblir da kald på den ene siden, mens den andre varmes opp som følge av solinnstrålingen (3). Figur 78 nedenfor eksemplifiserer fenomenet. Bildene ble tatt på E6 Dovrefjell sør av Fokstua den 16. februar 2021 kl. 1150.



Figur 76: Varmeeksponering i stativ



Figur 77: Utbøyning som følge av temperaturforskjeller



Figur 78: E6 Dovrefjell ved Fokstua i februar 2021. Stikker som krummer kraftig som følge av solinnstrålingen.

7.4 Tilbakemeldinger og erfaringer fra øvrige områder og tidligere arbeid

Det jobbes med temaet brøytestikk også gjennom andre prosjekter og initiativ. Både fylkeskommuner og entreprenører rundt om i landet tester ulike alternativ. Det har da fremstått som naturlig å knytte kontakt, samle og dele erfaringer for å hente ut mest mulig til felles beste.

Nedenfor er inntatt erfaringer fra øvrige prosjekter og områder hvor det har vært gjennomført testing av brøytestikk.

7.4.1 Erfaringer fra Kristiansand kommune

Kjell Arild Vethus oppsummerte Kristiansand kommune sine erfaringer med pilstikker i en epost til Øystein Larsen av 20. mai 2021:

«Kommunen har hatt ett prøveprosjekt med pil brøytestikker på bolig veier i Ytre Randesund i nærheten av sjøen. Her kommer noen av våre erfaringer med stikkene. Det ble satt 500-1000 stikker

- Kvaliteten på stikkene varierte en del, noen av stikkene måtte sorteres bort, de var krokete og bøyd, medførte noe manuelt arbeid
- Noen av stikkene var vanskelig for settemaskinen å få satt, pga stor forskjell i diameter på stikkene. Når vi fikk byttet til nytt munnstykke med større diameter på settemaskinen gikk det mye bedre.
- Etter hvert gikk både utsetting og opptak ganske greit
- Stikkene stod godt gjennom vinteren. Tålte greit påkjenningene fra snøbrøytingen. Ett minus var at det ble noen ødelagte speil på noen biler
- Stikkene er blitt veldig mørke etter en sesong ute, blir lite synlig
- Refleksen satt dårlig
- Tar mye lagringsplass, bør også stropes under sommerlagring
- Vi resatte ingen stikker i løpet av vinteren
- Ser ut som de fleste stikkene kan gjenbrukes

- Slik det ser ut nå, mener vi at stikkene kan leve 1-2 sesonger til?
- Vi har ingen erfaringer med bruk av andre stikker enn bambus og plast
Kommende sesong skal vi også sette pil stikker på noen av innlandsveiene våre

Vi mener generelt at kvaliteten på stikkene bør bli bedre og det må prøves ut lengre. Mener vi vil få ett bedre mye bedre grunnlag til å mene noe etter neste sesong med hensyn til holdbarhet.»

Med vennlig hilsen

Kjell Arild Vetrhus

Avd.leder

Ingeniørvesenet produksjon. Sone Nord

Mobil.: (+47) 982 87 917| Sentralbord (+47) 38 07 50 00

E-post: kjell.arild.vetrhus@kristiansand.kommune.no

Besøksadresse: Rådhuskvartalet – Rådhusgata 26. henvendelse 4. etasje



7.4.2 Erfaringer fra Agder fylkeskommune

Presis vegdrift AS er driftsoperatør for Agder fylkeskommune i driftskontrakt 1003 Kristiansand. Via Bjørn Atle Tjelta i Agder fylkeskommune fikk Øystein Larsen formidlet Presis vegdrift sine erfaringer med pil i en epost av 3. september 2021. Jan Stomnås er avdelingsleder for Presis vegdrift i kontrakten og hadde følgende å meddele:

- Synlighet og funksjonalitet «på samme vis som brøytestikker av plast». Opplevde «at refleksen ikke satt så bra på stikkene, datt av en del reflekser ıla vinteren».
- Maskinell utsetting høsten 2020. Erfaringstall herfra var at det koster ca. dobbelt så mye. Problemer i stikkesetter med ujevn tykkelse og pilstikker som er veldig vridd. Maskinfører brukte mye tid på å ut av maskin og rette på stikker.
- Manuell opptaking basert på erfaringene fra maskinell utsetting. «Så dette ble også en ekstra kostnad ifht maskinell inntaking».
- Opplevde ikke flere brøyteskader/utforkjørslser der pil stikker ble benyttet.
- Heller ikke noe som tilsier at vi måtte supplere mer der pil stikker ble brukt.
- Gjenbruk ligger på samme nivå/antall som ved bruk av bambus eller plast.
- Stikkene lagres på samme måte som bambus og plast, liggende i paller med ramme.

7.4.3 Erfaringer fra Dk0702 Vestfold Syd

Veidekke er entreprenør i driftskontrakt 0702 Vestfold Syd. Det er krav om bruk av bambus i kontrakten. Vinteren 2020/2021 testet de brøytestikk av gran fra Espedalen. I telefonsamtale med driftsleder Kay Røland den 27. mai, samt epost den 6. september 2021 fikk Inge Bolme formidlet følgende:

- Satte ut 100 stk 22 mm norsk gran (malt og umalt) fra Espedalen. 80 av 100 knakk etter **en** brøyterunde.

- Etter lagring inne i seks måneder har de tørket og sprekker opp.
- Røland konkluderer med at stikkene av gran ikke er holdbare til bruk som brøytestikk. De skal teste ut en ny type produsert som limtre til vinteren.
- Krav i kontrakt om bambus (uten refleks 1. år, fått benyttet refleks denne vinteren).
- Høy resettingsandel for bambus. Sprekker og knekker. Ca. 14000 stikk i kontrakten, lite vinter i vinter, men resatt ca. 50 %.

7.4.4 Erfaringer fra OPS E18 Grimstad – Kristiansand

Veidekke har driftsansvar på OPS E18 Grimstad – Kristiansand. Robert Måna jobbet i en årrekke som driftsleder for Veidekke i denne kontrakten. Inge Bolme ringte Måna den 27. mai 2021 og fikk formidlet følgende erfaringer med brøytestikk av pil (lik de som har blitt testet gjennom dette prosjektet):

- Satte ut 500 stk pil høsten 2020.
- Utfordringer med krok og størrelsesforskjell. Henting av stikk i magasin gikk stort sett bra, men utfordringer med å treffe hullet når stikken skal settes etter spetting.
- Sortert ut 150 av 500 på forhånd (de verste) for å redusere problemet (erstattet med nye).
- Normal settehastighet plast 120-125 stk/T, settehastighet pil 60-75 stk/T (OPS E18)
- Stikkene ble sorte veldig fort
- Erfart at de bøyer seg veldig i roten (etter opptaking og lagring => gjenbruk mer utfordrende)
- Utfordringer med refleks og vedheft på stikkene. Måna mente «sevjen» i/på stikkene skaper utfordringer. Klasse 3 refleks (=> klasse 2 refleks og evt. større overlapp kan bidra til å redusere dette problemet).
- En del som knekker i roten, noen knekker også lengre opp på stikken.

Fra Jan Walle i DW Støyskjerm AS, leverandør av pilstikkene, har en fått en del innspill og kommentarer til rapporten. De viktigste er som følger:

- Pilstikkene som har blitt testet så langt er rester fra pil dyrket til produksjon av støyskjerm. Ved masseproduksjon av pil til brøytestikker, vil en høste pil kun til dette formålet. Tykkelsen vil da bli mer uniform, med en tykkelse på 20 mm til 30 mm. Denne form for produksjon, vil også gi en rettere pilestokk.
- Knyttet til utsetting av brøytestikker av pil, så er erfaringene fra de 10.000 som ble satt ut i Kristiansand området, vesentlig mer positive enn erfaringene fra Statens vegvesen sitt testprosjekt. Alle ble satt ut med maskin. Det krevde litt justering av utsetter. I tillegg så ble det brukt lenger tid enn hva en normalt bruker på plast og bambus. Walle regner med at ved dedikert produksjon av pil til brøytestikker, med en mer uniform utforming, så vil utsetting fungere godt.
- Brøytestikkene som ble levert, var av en type hvor barken var fjernet. DW Støyskjerm har samme erfaring som dette prosjektet, nemlig at stokken blir for grå av påvirkning fra regn, salt, snø og sol. De har testet ut en vannbasert selvlysende maling fra Jotun, som på sikt kan være en mulig videreutvikling for å bedre synbarhet.
- Walle tro også at mer uniform tykkelse (20 mm til 30 mm) vil resultere i at pilstikkene tåler påkjenning/belastning bedre.
- Walle og DW Støyskjerm stiller også spørsmål ved resultatene i LCA analysen utarbeidet av Multiconsult, jfr. kapittel 8. Siden pil bidrar til høyt opptak av CO₂ og i tillegg er kortreist mener de det må være åpenbart feil at bambus fra Kina kan ha lavere klimagassutslipp enn pil fra deres leverandør Pilebyg AS i Danmark.

7.4.5 Erfaringer med skrubrøytestikk i Rørosregionen vinteren 2020/2021

Svevia Norge AS er driftsoperatør for Trøndelag fylkeskommune på driftskontraktene 5005 Røros og 5007 Stjørdal. Høsten 2020 ble det satt ut skrubrøytestikk i disse kontraktene.

Fra Mattias Moström i Svevia fikk en, i epost til Øystein Larsen av 18. mai 2021, tilbakemelding om at det var mye behov for komplettering på høsten og at stikkene hellet både utover og innover. På vinteren var det ganske mye komplettering på grunn av at stikkene knakk nede ved skruen. Mange stikk måtte kasseres etter vinteren. Svevia kommer ikke til å fortsette med skrustikkene til RoadTech etter denne sesongen. Det begrunnes med at de ikke har fått noen flere med på å dra lasset med utviklingen framover.

Moström og Svevia hadde ikke tall knyttet til skade, resetting eller gjenbruksandel, men fra Peder Strømsvåg i RoadTech fikk en følgende tall fra utsett og opptak på Røros og Stjørdalskontraktene, jfr. tabell 13.

Tabell 13: Oversikt utsatt vs. opptatt og andel stående etter vinteren (skrubrøytestikk)

Utsatt	Opptatt		Ant «i manko»	Andel stående ved opptak
	maskinelt	manuelt		
19000	14200	2400	2400 + resatt	3/4

i. Tall avrundet til nærmeste hundrede.

Størst usikkerhet knyttet til antall opptatt manuelt, da registreringene er gjennomført manuelt. Stikker opptatt manuelt lå enten nede eller sto i en vinkel sånn at maskinen ikke fikk tak i de. Tallene gjelder stikker plukket av innleid mannskap fra RoadTech. Svevia har også plukket stikker, men mengde er uviss. Antall i manko innebærer derfor ikke at disse stikkene er på avveie.

Tallene for utsatt og opptatt maskinelt er hentet fra telleren på RoadTech sin maskin. Disse gir nok et bra bilde av virkeligheten. Tallene tar ikke hensyn til resetting. Det vil nok derfor være en andel ordinære stikker i det som er opptatt maskinelt og manuelt. Basert på tallene kan en si at omkring $\frac{3}{4}$ av stikkene stod da de skulle tas opp, men at 5000 + ant. resatt også måtte plukkes manuelt.

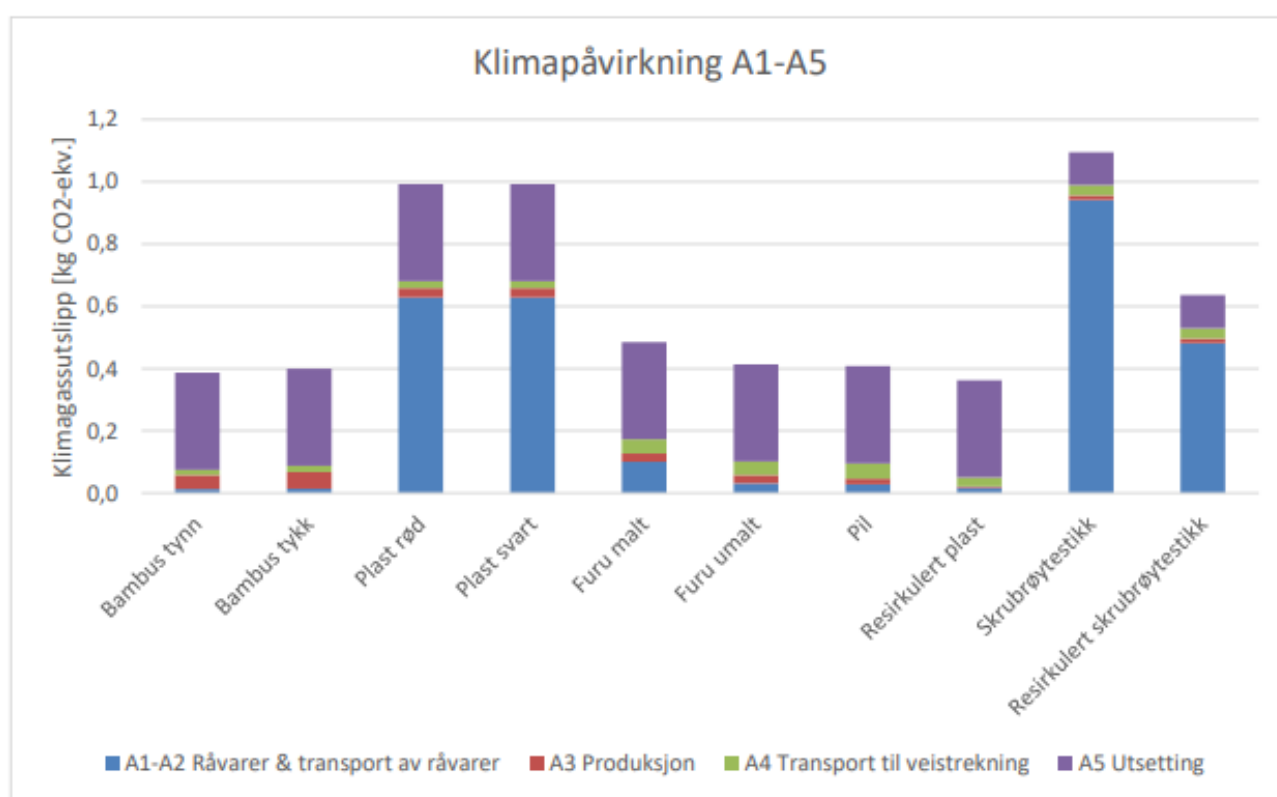
Peder Strømsvåg og RoadTech har også kommet med innspill til rapporten. De ønsker å påpeke at:

- Skrustikkmetoden er ny og fremdeles under utvikling. Det gjøres endringer både på maskinen og stikkene fra sesong til sesong. Skruen er nå redesignet slik at den blir både lettere og muligens sterkere.
- RoadTech kunne også levert skrubrøytestikk med stikker av resirkulert plast. Resultatet av miljøanalysene, jfr. kapittel 8, ville da vært annerledes.
- RoadTech er i startgropen med egen produksjon av brøytestikk. Her har de ideer knyttet produksjon av en type plaststikk som kan være enda bedre miljømessig enn stikker av resirkulert plast.

8. Livsløpsanalyser og -vurderinger for brøytestikker

Multiconsult har på oppdrag fra SVV gjennomført en livsløpsanalyse av brøytestikkene med fokus på klima- og miljøbelastning. Miljøaspekter tillegges stor vekt i dag. Slike hensyn vil være viktig i en totalvurdering knyttet til fremtidige krav og anbefalinger.

Figur 79 er hentet fra rapporten. I tillegg er konklusjonen inntatt i sin helhet nedenfor. Figur 79 «viser klimagassutslippene for de ulike typene brøytestikk, fordelt på livsløpsfase». Av figuren ser en at bambus, furu, pil og resirkulert plast ser ut til å gi lavest miljøbelastning. Dersom furustikkene males, kommer de dårligere ut. Utslipp per brøytestikk.



Figur 79: «Totale resultater A1-A5, klima» iht. Galaaen (2021).

I rapporten fra Multiconsult (1) konkluderes det som følger:

«Det er utført livsløpsanalyser og miljøvurderinger for 9 ulike typer brøytestikk for å undersøke klima og miljøpåvirkning. En kvantitativ analyse er utført for produksjons- og utsettingsfasen (fase A1-A5), og en kvalitativ analyse er utført for bruksfasen, fasen for slutten av livsløpet (end-of-life) og fasen utover livsløpet (fase B-D). Det er i tillegg utført miljøvurderinger for alle stikketyperne.

Den kvalitative analysen er basert på noe usikkert datagrunnlag, og konklusjonen er derfor hovedsakelig basert på den kvantitative analysen. Det resirkulerte plaststikkene er den typen som har lavest beregnede klimagassutslipp fra produksjons- og utsettingsfasen, men stikkene av tremateriale kommer også godt ut. Brøytestikk av resirkulert plast kommer også godt ut i den kvalitative analysen, og kan derfor identifiseres som det beste alternativet mht. klimagassutslipp. Denne stikketyper har imidlertid andre negative miljøkonsekvenser som brøytestikkene av tre ikke har, så

dersom flere miljøaspekter skal tas i betraktning kan brøytestikk av tre, spesielt tynn bambus, anbefales.

Det er utført indikative tilleggsberegninger for brøytestikksetting på riksveger i Norge basert på beregninger for produksjon, transport til veistrekning, utsetting og opptaking av 500 000 brøytestikk per år i 60 år. Dette er supplerende beregninger til de kvalitative vurderingene som er utført for bruksfase. I de indikative beregningene presterer resirkulert skrubrøytestikk best på klima, men denne beregningen er basert på et mer usikkert datagrunnlag enn den kvantitative analysen for produksjon og utsetting, og vektlegges derfor ikke like mye.

Det er noe usikkerhet i datagrunnlaget og beregningene, hvilket er belyst gjennom sensitivitetsanalyser.»

9. Oppsummering – konklusjon

Vinteren 2020/2021 har det blitt jobbet med ulike temaer knyttet til brøytestikk. Ulike aspekter i tilknytning til synlighet og funksjonalitet for åtte typer brøytestikk har blitt undersøkt. Stikker av rød og svart plast, resirkulert plast, tynn og tykk bambus, furu og pil, i tillegg til en ny type plaststikk som skrur ned (skrubrøytestikk) har blitt testet. Klima og miljøhensyn har også blitt vurdert gjennom en egen LCA-analyse utført av Multiconsult.

Den senere tids fokus på plastforsøpling og mikroplast kan sies å være litt av bakgrunnen for prosjektet. Det finnes alternativer til plast- og bambusstikker, men objektiv kunnskap om disse med tanke på synlighet, funksjonalitet, miljøbelastning og kostnad forelå i liten grad. Kostnadsaspekter har ikke blitt vurdert gjennom prosjektet, men data og resultater herfra kan vise seg å bli nyttige ifbm et eventuelt framtidig arbeid i så måte.

Gjennom vinteren har en hatt prøvefelt langs Rv9 i Setesdal, E6 Dovrefjell og E6 Fauske. Prøvefelt ble også etablert ved Bjorli flyplass. Her ble det samlet erfaringer og utviklet tallgrunnlag med tanke på blant annet synlighet, skader, resetting og gjenbruk. Egenskaper under ulike forhold har også blitt undersøkt både gjennom feltforsøk og laboratorietester.

Resultatene oppsummeres etter dette som følger, jfr. også sammenfatning av egenskaper i tabell 12:

1. Sikkerhet:
 - a. Skrustikk settes i fart, uten stans i forbindelse med nedsetting. Dette ansees for fordelaktig ut fra et sikkerhetsperspektiv. Kapasiteten er nok generelt også høyere enn med ordinær stikksetter. Økt kapasitet innebærer kortere tid på vei. Dette bør resultere i redusert sannsynlighet for at farlige situasjoner skal oppstå. Pil vil nok være minst gunstig i så hensende da en kan forvente lavest kapasitet med denne typen stikk.
2. Synlighet:
 - a. Rød plast ble vurdert som best under alle forhold. Forskjellene er størst i dagslys og under minst krevende forhold. Mindre forskjeller i mørket og når forholdene er mer krevende. Svart plast vurderes i mange tilfeller som nest best, men forskjellen mellom svart plast og furu, pil og bambus under krevende forhold er små. Her vil det kunne være forholdene som avgjør hvilken av typene (svart plast, furu, pil eller bambus) som oppleves som best.
3. Funksjonalitet
 - a. Relatert til utsetting er erfaringene entydige. Plast og bambus går greit å sette. Furstikk knekker lett ved setting, mens pil i stor grad måtte settes manuelt da mange enten var for tykke eller krokete. Noen av utfordringene forbundet med utsetting av pil vil nok være løsbare, men en må nok forvente at kapasiteten reduseres en god del.
 - b. Pil vil være utfordrende lagrings- og håndteringsmessig på grunn av tykkelse/vekt og krokete form.
 - c. Skadeprosenten var, for prøvefeltene, i størrelsesorden 5-15 % for plaststikkene, omkring 20-30 % for bambus og pil og i størrelsesorden 85-95 % for furu. Med andre ord måtte tilnærmet alt av furustikk resettes i løpet av vinteren.
 - d. Gjenbruksprosenten for prøvefeltene (andelen stikker som kan gjenbrukes) ble omkring 90% for plast og 75-80 % for pil. Tilsvarende for bambus varierte mye fra prøvefelt til prøvefelt. Fra 10-15 % i Setesdal, via 40-45 % i Fauske til 70-75 % på Dovrefjell. For furu gir det lite mening å snakke om gjenbruk da skadeprosenten går mot 100. I realiteten vil nok gjenbruksprosenten for furu være ned mot null eller «negativ».
 - e. 4 av 7 furustikk knakk etter kun to passeringer med plog (brøyting) på Bjorli flyplass. 6 av 7 furustikk knakk som følge av første gangs påkjenning av slag fra vinge (simulert slag fra

- kanten av plog høyt opp på stikken). De øvrige stikkene tålte påkjenningen bra, men pil og skrustikk så ut til å kunne være sårbare for påkjenning i tilfeller med lite snø (brøytekant).
- f. Skruedelen på skrustikkene ser ut til å være det som gir denne stikketypen utfordringer. Stikken knekker typisk i skruen eller overgangen skru/stikk. Dette samsvarer med det en kunne forvente basert på laboratorietestene.
 - g. Samtlige stikketyper ser ut til å kunne gi spisse bruddflater. Furu knekker i kvist og brudd flaten vil i mange tilfeller ha form som et trespyd. Pil kløyves og knekker i roten. Ikke uvanlig med bruddflate i form at trespyd. Bambus spjæres eller splintres, mens skrustikk knekker i skruen. Trespydene fra furu og pil kan utgjøre en fare for særlig gående og syklende. Restene fra bambus er kanskje farligst for beitedyr og om det kommer inn i for til husdyr. Brudd i skruen kan resultere i svært skarpe kanter som utgjør en fare for firbente, samt i forbindelse med opptak (vårrengjøring og søppelplukking). For ordinære plaststikker vil bruddflatene variere fra spisse farlige brudd til seige og mer ufarlige.
 - h. Refleksvedheft ser ut til å kunne være en utfordring med pil. Dette er dog trolig løsbart.
 - i. En god del av pilstikkene mørknet mye i løpet av høsten og vinteren. Dette kan påvirke synlighetsegenskapene over tid.
4. Miljøbelastning
- a. Bambus, furu, pil og resirkulert plast gir lavest miljøbelastning i form av klimagassutslipp.
 - b. Alle stikkene har refleks som inneholder plast, men plaststikkene med høyest vekt gir størst plastforurensing hvis de havner i naturen.
 - c. Røde plaststikk vises bedre enn svarte og vil derfor være lettere å finne ved opprydding.

Tabell 12: Sammenfatning egenskaper

Egenskap/aspekt	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN	Furu Umalt	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
Synlighet	Grønn	Grønn	Gul	Gul	Gul	Gul	Grønn	Grønn
Synlighet mørke	Gul	Grønn	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Grønn
Transport, håndtering	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Gul	Rød	Grønn	Grønn
Utsetting	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Rød	Grønn	Grønn
Behov resetting	Grønn	Grønn	Gul	Gul	Rød	Gul	Grønn	Grønn
Nedtaking	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Gul	Gul	Grønn	Grønn
Lagring	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Rød	Grønn	Grønn
Gjenbruk	Grønn	Grønn	Gul	Gul	Rød	Gul	Grønn	Grønn
Levetid	Grønn	Grønn	Gul	Gul	Rød	Gul	Grønn	Grønn
Bruddflater, risiko stikkerester	Gul	Gul	Gul	Gul	Rød	Gul	Gul	Gul
SHA og trafikksikkerhet	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Grønn
Miljøbelastning, klima	Gul	Gul	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Gul
Miljøbelastning, forurensing	Gul	Gul	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Gul	Gul

Symbolforklaring og kommentarer til tabell 12

God		Sammenfatningen i tabell 12 er basert på subjektive vurderinger. Vurderingene er gjennomført etter beste evne for å oppsummere erfaringer og resultater fra prosjektet. Tabellen bør brukes med forsiktighet da det alltid vil kunne være tvilstilfeller, glidende overganger og aspekter som ikke har blitt vurdert.
Middels		
Dårlig		

Dersom en skal oppsummere resultatene vil en si at røde stikker synes best. Plaststikkene ser ut til å tåle påkjenning best og kan i størst grad gjenbrukes. Brøytestikk av furu ansees for uegnet, mens brøytestikker av pil kan vise seg å ende opp som et bra alternativ, forutsatt mer uniform tykkelse og mindre korkete form. Bambus oppnår middels score når det gjelder synlighet, men kommer godt ut miljømessig. Synligheten vil i mange tilfeller kanskje være god nok, samtidig må man regne med mer resetting og mindre gjenbruk ved bruk av bambus. Samtlige stikketyper ser ut til å kunne gi spisse/farlige brudd, men furu og pil vurderes som farligst i trafikksikkerhetsperspektiv. Umalte trestikker (bambus, furu og pil) og stikker av resirkulert plast gir lavest miljøbelastning.

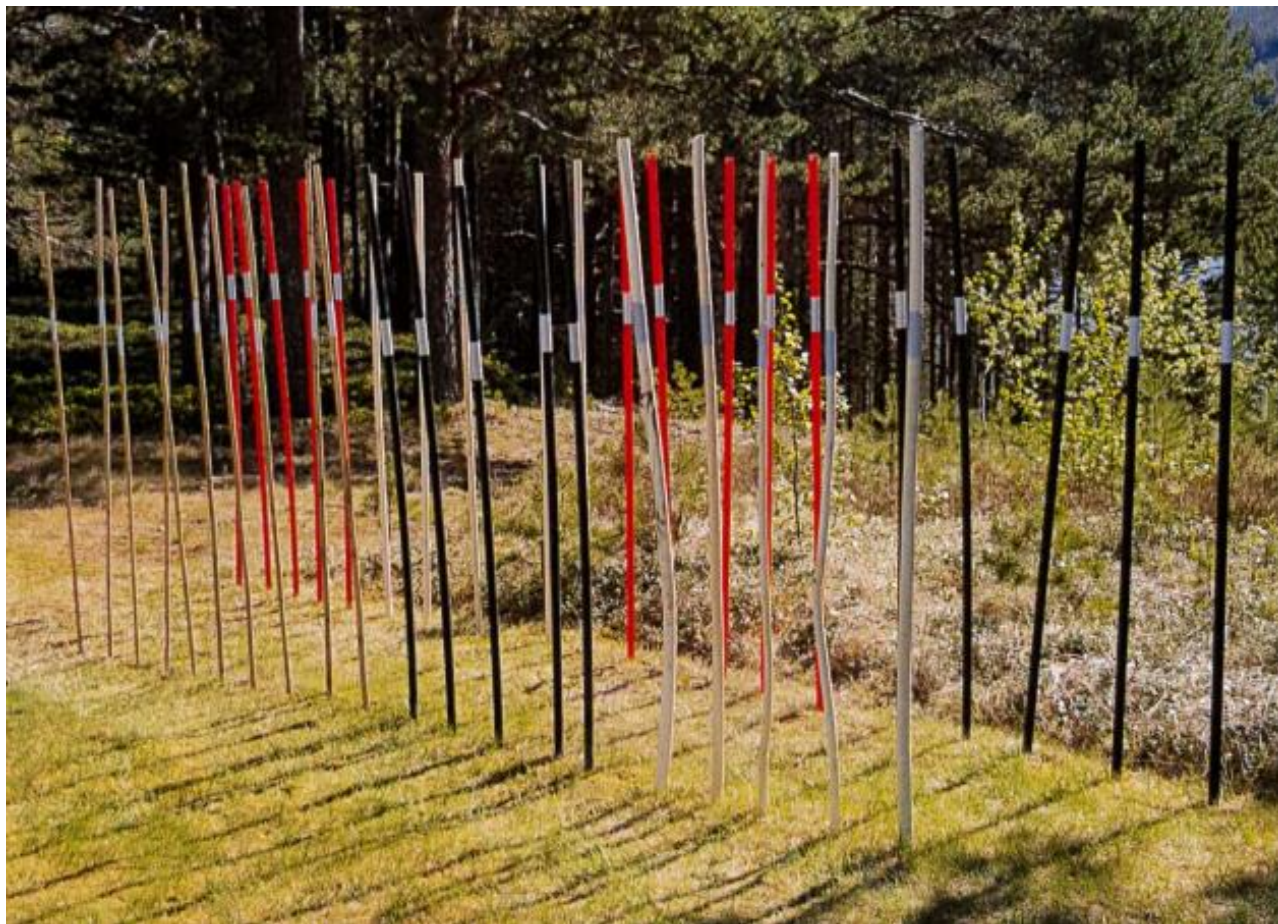
Til slutt vil en også påpeke at konklusjonen gjelder for de stikker som har blitt testet, og det arbeid som er utført vinteren 2020/2021. Materialer og metoder er under stadig utvikling. Alle stikkene som ble testet var nye ved utsetting og ble testet en vinter. Egenskapene ved flere års bruk av samme stikk er ikke testet i disse forsøkene. En må derfor være forsiktig med å anvende resultatene ukritisk.

10. Videre arbeid

Basert på arbeidet i forbindelse med prosjektet (felt og rapportering) har en følgende innspill til videre arbeid:

- Bedre dokumentasjon på antall og type brøytestikk som brukes i kontraktene.
- Kostnadsvurderinger knyttet til ulike stikketyper og settemetoder.
- Fremskaffe mer data og erfaring knyttet til synlighet under krevende forhold. Herunder også om (i hvilken grad) synligheten oppleves/påvirkes/er forskjellig i stor vs. liten bil.
- Teste stikker med fluoriserende egenskaper og eventuelt andre farger enn rødt med tanke på bruk under krevende forhold (fjelloverganger etc.).
- Levetidsforlengelse og gjenbruk ser ut til å være gunstig mtp. redusert miljøbelastning. Her kan det være aktuelt å se litt på årsakene til at stikker ikke kan gjenbrukes og hva som eventuelt kan gjøres for å forlenge levetiden?
- Avfallshåndtering knyttet til brøytestikk. Hvordan håndteres dette i dag og hva kan eventuelt gjøres for å redusere miljøbelastningen?
- Vurdere gjenbruksegenskaper (hvor mange sesonger de ulike materialer kan gjenbrukes)

Til sist nevnes at stikker fra prøveprosjektet vinteren 2020/2021 er satt ut ved samtlige kontrakter (Setesdal, Dovrefjell og Fauske) med tanke på testing av langtidsegenskaper, jfr. figur 80.



Figur 80: Stikker utplassert i Setesdal for langtidstesting av egenskaper (Foto: Harald Åge Helle).

11. Referanser

- (1) Galaaen, J.S., 2021, «Livsløpsanalyser og -vurderinger for brøytestikker», RAPPORT Multiconsult DATO / REVISJON: 13. september 2021 / 03 DOKUMENTKODE: 10224473-01-RIM-RAP-001
- (2) Nonstad, B. og Larsen, Ø., 2020, «Oppsummering av erfaringer med brøytestikk og prøvefelt vinteren 2019/20», notat datert 26.06.2020.
- (3) Statens Vegvesen, 2014, «Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av vei», håndbok Statens Vegvesen Vegdirektoratet, 2014.
- (4) <https://seklima.met.no/>
- (5) Brekke, B., 1991, «Synbarhet av brøytestikker med refleksmaterialer», rapport Energiforsyningens Forskningsinstitutt A/S (Sintef Gruppen), ISBN 82-594-0302-1, 1991.
- (6) Opås, I., 2014, «Veileder brøytestikker. Test av egenskaper til ulike plastlegeringer, samt bruk og lagring av brøytestikker», veileder Våler Vekst AS, 2020.

Vedlegg 3 – Registreringer utsetting flyplass

	Plast SVART	Plast RØD	Bambus TYKK	Bambus TYNN
Vekt 20 stk stikker	5690	4896	4776	3909
Egenvekt stikk	285	245	239	195
Vekt pr meter	158	136	133	109
Tidsbruk utsetting	12 min 25 sek	11 min 40 sek	12 min 45 sek	10 min 57 sek
Kommentar	2 feilslag. Måtte spette på nytt (stein i bakken). Traff ikke hull etter spetting	Ingen feilslag foruten noen "henteproblemer" som følge av lavt antall stikker i magasin	Henteklype som normalt benyttes ifbm bambus ikke med. Hentet 2 stk to ganger og noe behov for "risting for å få hentet stikker. Gikk bra på tross av feil henteklype	Setter matet manuelt, jfr. kommentar Bambus TYKK

	Furu	Pil	Plast Resirk SVART	Skrustikk RØD
Vekt 20 stk stikker	10327	11651	6635	7876
Egenvekt stikk	516	583	332	394
Vekt pr meter	287	324	184	219
Tidsbruk utsetting	15 min 6 sek	20 min 20 sek	12 min 45 sek	10 min 12 sek
Kommentar	2 stk knakk ifbm setting. Ytterligere 1 stk knakk ifbm henting.	Grovere spett, resulterer i økt tidsbruk. 2 fastkjøringer av spett, 6 måtte settes manuelt (for tykk/krokete). 4 tilfeller av henteproblemer	Ingen feilslag etc. Registrert tidsbruk inkluderer setting av 1 stk furustikk, slik at reell tidsbruk er noe lavere (60-90 sek lavere?)	Noe trøbbel ifbm setting 1. side (stikker gikk ikke ned). Byttet spett (noe lengre) før neste side. Resatt 1. side etter spettbytte (5 av 7 satt på nytt)



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag