

Test av fluoriserende brøytestikk

Test av synlighet og funksjonalitet- fluoriserende vs. ordinære
stikk- vinteren 22/23

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 1023



Tittel

Test av fluoriserende brøytestikk

Undertittel

Test av synlighet og funksjonalitet-
fluoriserende vs. ordinære stikk- vinteren

Forfatter

Inge Bolme, Veidekke industri
Kompetansesenteret

Avdeling

Teknologi Drift og vedlikehold

Seksjon

Drift

Prosjektnummer

C13434

Rapportnummer

1023

Prosjektleder

Øystein Larsen

Godkjent av

Bård Nonstad

Emneord

Brøytestikk, fluoriserende brøytestikk,
plaststikk, bambusstikk, test, langtidstesting
av egenskaper, prøvefelt

Sammendrag

De seneste årene har det blitt jobbet mye med ulike problemstillinger knyttet til brøytestikk. Vinteren 2022/2023 ble brøytestikk for særlig krevende værforhold testet på Saltfjellet. Fluoriserende brøytestikk benyttes i noen grad på slike veier, samtidig som det i liten grad syntes å foreligge dokumentert kunnskap knyttet til forskjellen mellom ordinære og fluoriserende brøytestikker. Basert på en samlet vurdering av synlighet og funksjonalitet anses ordinære røde stikker, dvs. ikke fluoriserende, av PP (polypropylen) plast, med klasse 3 refleks, som det beste alternativet på særlig krevende veistreknings.

Title

Test of fluorescent snow poles

Subtitle

Test of visibility and functionality- fluorescent
vs. ordinary winterseason 22/23

Author

Inge Bolme, Veidekke industri
Kompetansesenteret

Department

Technology

Section

Operation

Project number

C13434

Report number

1023

Project manager

Øystein Larsen

Approved by

Bård Nonstad

Key words

Snow poles, fluorescent snow poles, plastic
poles, bamboo poles, test, long-term testing

Summary

In recent years a lot of work has been done on various issues related to snow poles. In the winter of 2022/2023, snow poles for particularly demanding weather conditions were tested at Saltfjellet. Fluorescent snow poles are used to some extent on such roads, while at the same time there were little documented knowledge relating to the difference between ordinary and fluorescent snow poles. Based on an overall assessment of visibility and functionality, ordinary red sticks with class 3 reflex are considered as the best option on particularly demanding stretches of road.



Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Summary	3
1. Innledning	4
2. Bakgrunn.....	5
3. Brøytestikk.....	6
3.1 Generelt	6
3.2 Krav til brøytestikk	6
4. Stikketyper.....	7
5. Aktiviteter	12
5.1 Prøvefelt vei – E6 Saltfjellet	12
5.2 Prøvefelt flyplass – Bjorli.....	14
5.3 Egenskapstesting i laboratorium.....	15
5.4 Langtidstesting av egenskaper i felt.....	15
6. Vær og klima	17
6.1 Prøvefelt vei – E6 Saltfjellet	17
6.2 Prøvefelt flyplass – Bjorli.....	20
7. Resultater og vurderinger	22
7.1 Prøvefelt vei	22
7.1.1 Erfaringer fra utsetting og opptaking.....	22
7.1.2 Synlighet.....	23
7.1.3 Funksjonalitet.....	29
7.2 Prøvefelt flyplass.....	32
7.2.1 Erfaringer fra utsetting.....	32
7.2.2 Påkjenning fra brøyting og slag.....	33
7.2.3 Bruddflater	36
7.3 Egenskapstester i laboratorium	39
7.3.1 Egenskaper i kaldt vær	39
7.3.2 Egenskaper i varmt vær	41
7.4 Langtidstesting av egenskaper i felt.....	42
7.5 Tilbakemeldinger og erfaringer fra øvrige områder	46
8. Oppsummering – konklusjon	48

9. Videre arbeid	51
10. Referanser.....	52
Vedlegg 1 – Registreringsskjema synlighet	53
Vedlegg 2 – Registreringsskjema funksjonalitet.....	54
Vedlegg 3 – Registreringer utsetting Bjorli og Saltfjellet	56

Sammendrag

De seneste årene, siden vinteren 2019/2020, har det blitt jobbet mye med ulike problemstillinger knyttet til brøytestikk. I starten, vintrene 2019/2020, 2020/2021 og 2021/2022 ble det jobbet med brøytestikk til ordinære forhold. Vinteren 2022/2023 var turen kommet til brøytestikk for særlig krevende forhold, så som høyfjellveier og fjelloverganger. Fluoriserende brøytestikk benyttes i noen grad på slike veier, samtidig som det i liten grad syntes å foreligge dokumentert kunnskap knyttet til forskjellen mellom ordinære og fluoriserende brøytestikker.

Brøytestikk tilvirkes videre vanligvis av polypropylen (PP) plast. Polykarbonat (PC) er en sterkere plasttype, men benyttes kun i liten grad til brøytestikk. Heller ikke her fant en objektiv kunnskap omkring mulige forskjeller mellom plasttypene. Egenskapsutvikling over tid, eksempelvis fargetap, var aspekter en også ønsket å se på og dokumentere i forbindelse med testene vinteren 2022/2023.

Ordinære røde brøytestikker av PP plast har blitt sammenlignet med røde og gule fluoriserende stikker av PP og PC plast, samt bambus. Fluoriserende stikk vurderes som bedre på høst og vår, i grålysningen og skumringen, samt i forbindelse med fokk i dagslys, mens det er liten eller ingen forskjell mellom fluoriserende og ordinære stikker i mørket. Gule fluoriserende stikker vises bra på høsten, mot mørk bakgrunn, men gir langt dårligere synlighet enn samtlige typer røde stikk mot hvit bakgrunn på vinteren og våren. Testene viser at fluoriserende PP raskt taper farge og fluoresens, samt at stikkene av PC plast muligens var så sterke at det kan gi utfordringer i driftsammenheng. Basert på en samlet vurdering anses derfor ordinære røde stikker, dvs. ikke fluoriserende, av PP plast, med klasse 3 refleks, som det beste alternativet på særlig krevende veistreknings.

Summary

Over the past few years, a lot of work have been conducted regarded to snow pole testing. The work was initiated back in 2019 and continued throughout 2020, 2021 and 2022. These years' work was conducted on various topics regarded snow poles for ordinary conditions. Last winter focus where set on snow poles for more demanding conditions, such as mountain passes.

Fluorescent snow poles are used to some extent on such roads. Snow poles are also normally made of polypropylene (PP) plastic. Polycarbonate (PC) is a stronger type of plastic but is not commonly used for snow poles. At the same time little or no objective knowledge regarding differences between fluorescent and ordinary, polypropylene and polycarbonate plastics snow poles seemed to be available. Property development, such as bleaching, over time have also been addressed and studied.

Ordinary red snow poles made of PP plastic have been compared with yellow and red fluorescent poles made of PP and PC plastic, and bamboo. Fluorescent sticks were found to be better in autumn and spring, at dusk and dawn, and during snowy and windy conditions in daylight, while there where little or no difference between fluorescent and ordinary snow poles in the dark. Fluorescent yellow poles were found to provide good visibility in the autumn (dark background) but fell short against all types of red poles in the winter and spring (white background). The tests have show that fluorescent PP poles bleaches quickly, and that PC poles might be too strong. Ordinary red PP poles, i.e. non-fluorescent, with class 3 reflex, is therefor considered, based on an overall assessment, to be the best snow pole alternative for demanding conditions.

1. Innledning

Statens vegvesen (SVV) er opptatt av å utvikle og teste ut ny teknologi og nye løsninger til nytte for samfunnet. 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 knyttet til vinterdrift av vei.

Vinteren 2022/2023 har det blitt jobbet med testing av fluoriserende brøytstikk. Denne rapporten oppsummerer arbeidet som har blitt gjort, erfaringene og resultatene fra testene. Øystein Larsen har vært ansvarlig for gjennomføringen fra SVV sin side, men mange har vært involvert i forbindelse med gjennomføringen og oppfølgingen av prøvefeltene på henholdsvis Saltfjellet og Bjorli. Sentrale bidragsytere har vært: Per Brandli ansvarlig fra SVV ved Bjorli testsenter, Erling Hansen fra SVV og Tor Ottar Emanuelsen Sandberg fra Mesta, begge tilknyttet driftskontakt Dk 9502 Salten, samt Thor Arnstein Berg fra Våler Vekst og Ivar Opås tidligere Våler Vekst. Takk ellers til byggherre lokalt og entreprenøren Mesta for god oppfølging.

Bård Nonstad og Øystein Larsen (SVV) 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. Stein Hoseth (VDI) har også bidratt i arbeidet med kvalitetssikring av rapporten.

2. Bakgrunn

Det har de seneste vintrene blitt jobbet mye med testing av brøytestikk. Arbeidet ble igangsatt av ulike årsaker. Fokus på mikroplast og plastforsøpling, herunder også potensiell plastforsøpling fra brøytestikk på avveie, var medvirkende i så måte. I tillegg hadde det blitt lansert nye alternativer til brøytestikker av bambus og plast, av furu og pil, som en ikke hadde hverken driftsdata eller erfaring med.

Arbeidet ble påbegynt vinteren 2019/2020 og videreført vintrene 2020/2021 og 2021/2022.

Brøytestikk må tåle tøff påkjenning. I tillegg er god synlighet viktig. Brøytestikk av plast viste seg å tåle påkjenningen best, mens rødfargede stikk gav best synlighet. Brøytestikk av pil så ut til å kunne være et alternativ på linje med bambus, mens furustikkene ble vurdert som uegnet. Arbeidet disse vintrene er oppsummer i henholdsvis notat av Nonstad og Larsen (2020) (1), rapport av Galaaen (2021) (2) samt Statens vegvesens rapport 886 (2021) (3) og Statens vegvesens rapport 887 (2022) (4).

Fluoriserende brøytestikk tillates i henhold til Statens Vegvesens Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger brukt «etter spesiell beskrivelse» (5). Fluoriserende brøytestikk brukes i noen grad på eksempelvis fjelloverganger med særlig krevende forhold, men det forelå, så vidt en klarte å bringe på det rene, lite dokumentert kunnskap knyttet til forskjellene mellom fluoriserende og ordinære brøytestikk med tanke på eksempelvis synlighet. Vinteren 2022/2023 rettet en derfor oppmerksomheten mot ulike typer av fluoriserende brøytestikk.

3. Brøytestikk

3.1 Generelt

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

3.2 Krav til brøytestikk

Statens vegvesens Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger (5) lister opp gjeldende krav til brøytestikk. I driftskontraktene kan det i tillegg være spesielle beskrivelser og krav utover det som står i R610. Kravene gjelder kun for riksveiene i Norge, men benyttes i stor grad også for fylkesveiene.

R610 foreskriver per nå at brøytestikkene skal være av plast eller bambus. Det settes videre krav til blant annet tykkelse, refleks, synlighet i mørket og resetting. Brøytestikkene skal settes opp i løpet av september og tas ned før 1. mai, evt. etter avtale. I prosjektperioden var det ikke satt krav til farge eller styrke- og varighetsegenskaper, men Håndbok R610 ble revidert høsten 2024 og kravene er nå endret.

For mer utførlig om brøytestikk og egenskaper vises det til Statens vegvesens rapport 886 (2021) (3).

4. Stikketyper

Figur 1 viser stikketyperne som ble testet vinteren 2022/2023.



Figur 1: Testede stikketyper vinteren 2022/2023. Bambus 26/28 mm (f.v.), PC rød_f, PC gul_f, PP rød_f, PP gul_f, PP gul*_f, PP rød_o, PP rød_o (kl. 3 refleks), PP rød_s og PP rød_s*.

Følgende notasjon benyttes i det påfølgende knyttet til type stikk, jfr. figurtekst figur 1:

- Bambus (26/28 mm)
- PC rød_f
- PC gul_f
- PP rød_f
- PP gul_f
- PP gul*_f (kun utsatt på E6 Saltfjellet (prøvefelt vei))
- PP rød_o
- PP rød_o (kl. 3 refleks)
- PP rød_s
- PP rød_s* (kun utsatt på Bjorli (prøvefelt flyplass))

Notasjonen «PC» benyttes om stikker tilvirket av plasttypen polykarbonat, mens «PP» indikerer at stikken er lagd av polypropylen. Polykarbonat er en meget sterk plasttype, men også vesentlig dyrere, og per i dag benyttes i all hovedsak polypropylen i brøytstikkproduksjon. Polykarbonat vil også være vanskeligere å resirkulere eller gjenbruke i annen produksjon.

Notasjonen «f» indikerer at stikken er fluoriserende, «o» indikerer at stikken er en ordinær stikk, dvs. ikke fluoriserende, mens «s» benyttes for to typer stikk som hadde langsgående striper. «*» benyttes for å skille ulike varianter av stikker. Her to typer gule stikker av polypropylen, samt to varianter med langsgående striper.

PP rød_s* ble kun satt ut i tilknytning til prøvefeltet på Bjorli, mens PC gul*_f ble etterutsatt på Saltfjellet for å ha et muligens mer synlig alternativ til de forholdsvis mørkegule PP stikkene (PP gul_f) som ble produsert opp til testen. Dette ble gjort slik at en erstattet halvparten av de utsatte PP gul_f stikkene med PP gul*_f stikker.

Samtlige stikketyper til årets test ble levert av Våler Vekst AS. Plaststikkene skulle være 32 mm tykke og 270 cm lange. Bambusstikkene ble medtatt primært i referanseøyemed. Disse skulle være i sorteringsfraksjon 26-28 mm (rotmål) og 270 cm lange. PP gul*_f, som ble etterutsatt, var rester fra et tidligere års bestilling som Våler Vekst hadde liggende på lager. Disse var 32 mm tykke og 260 cm lange.

Stikkene hadde alle to 10 cm høye refleksfelt, montert henholdsvis 1 m over bakken og 10 cm ned fra topp. Klasse 2 refleks iht. krav i R610, med unntak for en type/felt som ble utrustet med klasse 3 refleks for å få synlighetsvurderinger for klasse 2 vs. klasse 3 refleks for en krevende høyfjellsovergang.

PP rød_s var pålagt striper av et stoff som skulle lyse i mørket etter å ha blitt belyst («afterglow effekt»). PP rød_s* hadde striper av blå plast. Stripene var her gjennomgående, dvs. av plast med annen farge, tilsatt ifbm produksjonsprosessen.

Figur 2 til 10 viser prøvestikkene oppsatt i felt på E6 Saltfjellet. PP rød_s* ble ikke satt ut her. Bildet i figur 11 er derfor hentet fra prøvefeltet på Bjorli flyplass. Bildene fra Saltfjellet ble tatt ifbm utsettingen den 29. september 2022, med unntak for PP gul*_f. som ble tatt den 3. november. Bildet av PP rød_s* ble tatt ifbm etableringen av prøvefeltet på Bjorli flyplass den 13. oktober 2022.



Figur 2: Bambus 26/28 mm



Figur 3: PC rød_f



Figur 4: PC gul_f



Figur 5: PP rød_f



Figur 6: PP gul_f



Figur 7: PP gul*_f



Figur 8: PP rød_o



Figur 9: PP rød_o (kl. 3 refleks)



Figur 10: PP rød_s



Figur 11: PP rød_s*



Figur 12: Stripe av stoff med «afterglow effekt» PP rød_s



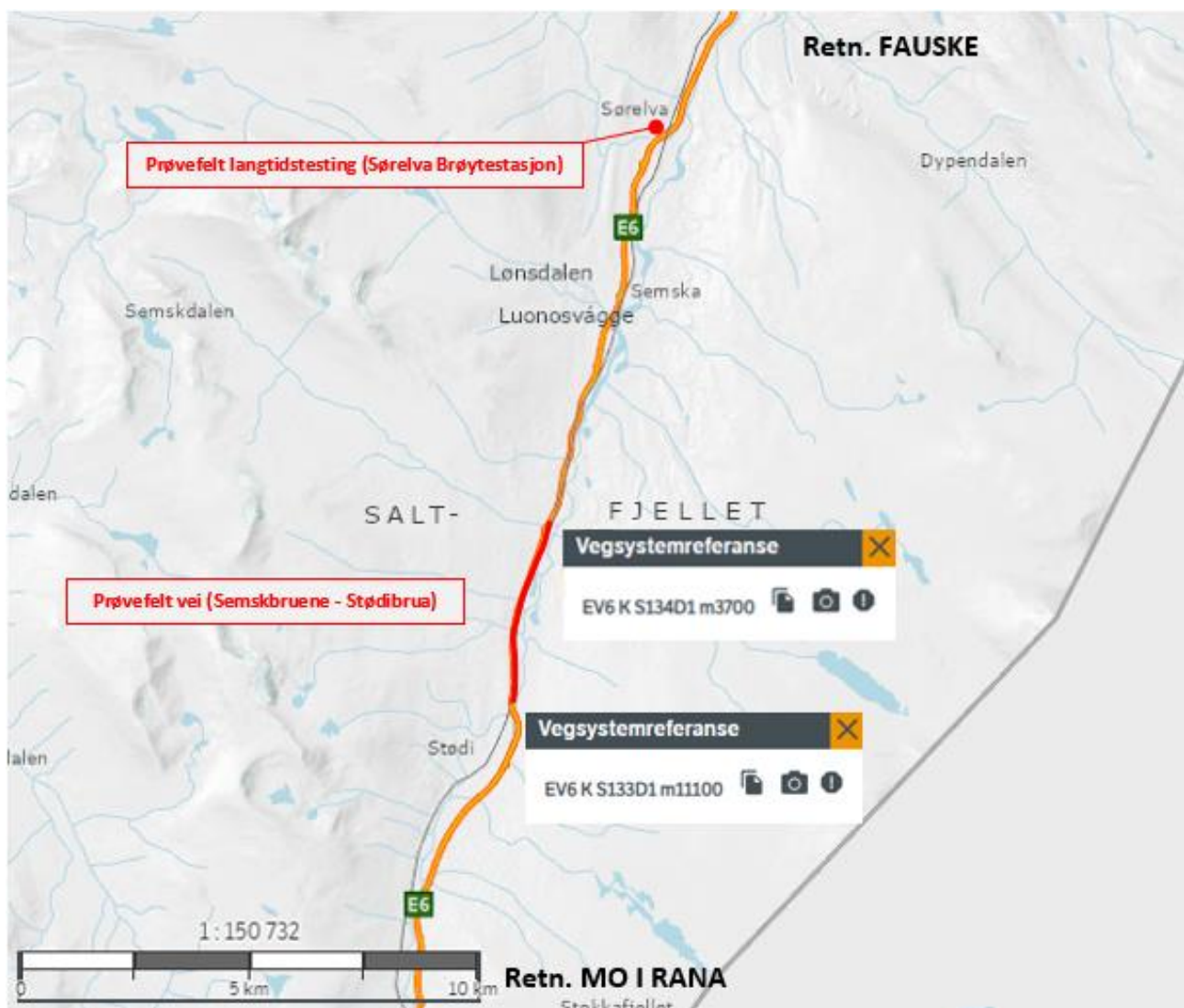
Figur 13: Stripe av blått i PP rød_s*

5. Aktiviteter

Aktiviteten gjennom vinteren har bestått i etablering og oppfølging av et prøvefelt på E6 Saltfjellet. Likedan etablering av prøvefelt på Bjorli flyplass med tanke på egenskapstesting under kontrollerte former. Videre har det blitt gjennomført laboratorietester av egenskaper i kaldt og varmt vær ved Våler Vekst. Til sist har det også blitt etablert et prøvefelt med tanke på langtidstesting av egenskaper i felt, ved Sørrelva Brøytestasjon på Saltfjellet.

5.1 Prøvefelt vei – E6 Saltfjellet

Prøvefelt vei ble etablert mellom Semsbruene og Stødibrua på E6 Saltfjellet, rett nord for polarsirkelen, se figur 14. Av figuren ser en også hvor Sørrelva Brøytestasjon og prøvefeltet med stikker satt ut til langtidstesting befinner seg. Fra Fauske eller Mo i Rana er det omkring fem kvarters kjøring til prøvefeltet.



Figur 14: Lokalisering prøvefelt E6 Saltfjellet.

Det ble satt ut 20 par¹ stikk av hver type. Med stikkeavstand 25 meter ble feltlengden omkring 500 meter, mens prøvefeltet totalt sett ble 4 km langt. Ifølge vegdatabanken NVDB er ÅDT på strekningen i størrelsesorden 1200, men er trolig en del lavere på vinteren.

Bildet i figur 15 er tatt ved Stødibrua, retning nordover, i søndre ende av prøvefeltet. Høyden over havet på strekningen er 660-680 meter. Vindutsatt, åpent og langstrakt terreng. Årsnedbøren er typisk i størrelsesorden 500-600 mm. Veien er anlagt høyt i terrenget for at snø og fokk skal blåse over/av veien.



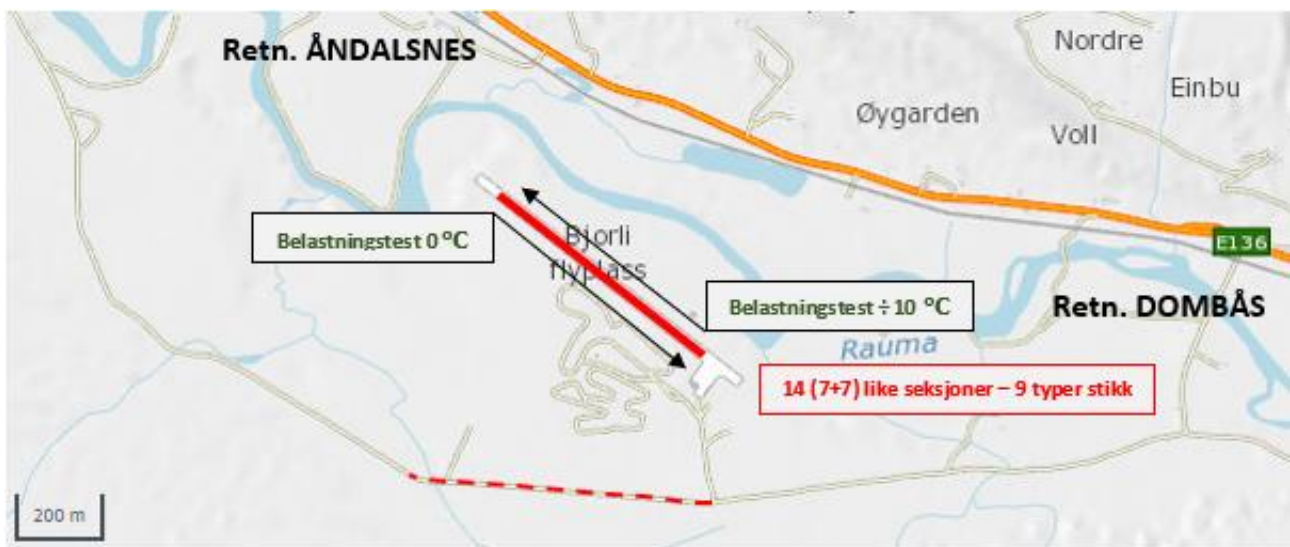
Figur 15: E6 Saltfjellet ved Stødibrua, retning nordover.

¹ Med unntak for PP gul_f og PP gul*_f. Det ble satt ut 20 par stikk av PP gul_f, men 10 av disse ble erstattet med PP gul*_f.

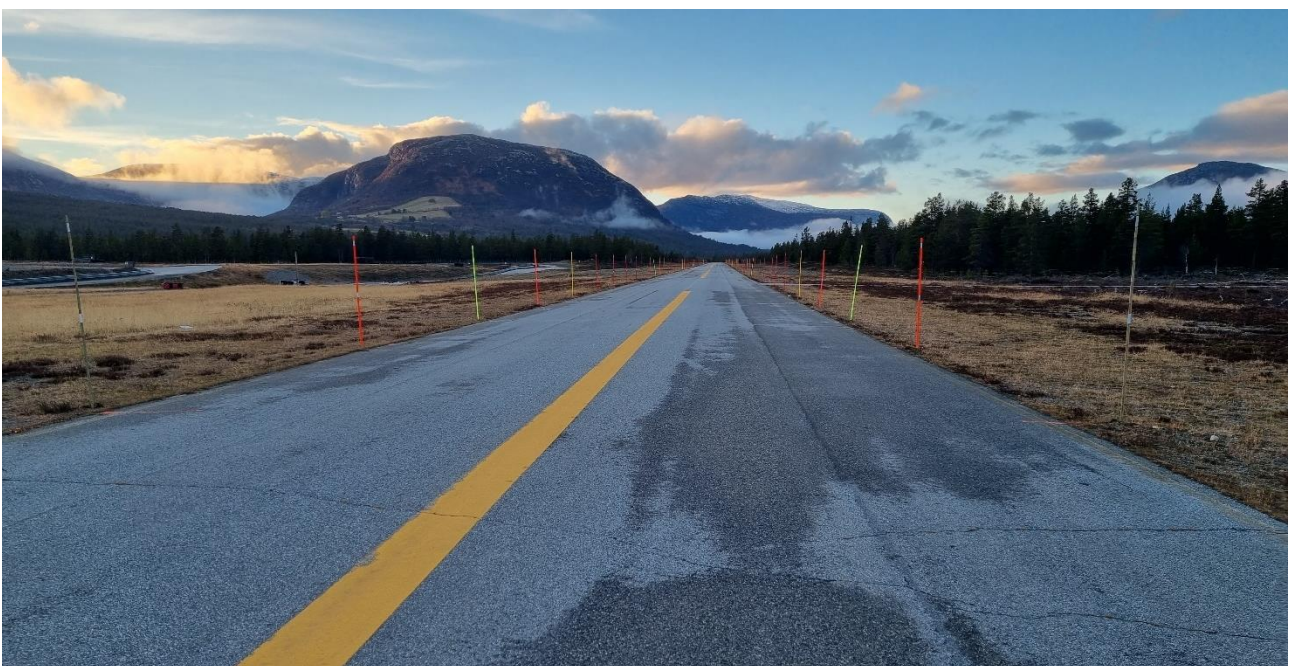
Første brøytetur vinteren 2022/2023 ble, ifølge driftsleder i Mesta Tor Ottar Emanuelsen Sandberg, gjennomført den 10. oktober. Siste brøytetur den 01. juni. I løpet av denne perioden var det ca. 2395 passeringer med plogen. Videre var det ifølge Sandberg «ca. 10 døgn med stengninger, og ca. det samme med kolonnekjøring» vinteren 2022/2023.

5.2 Prøvefelt flyplass – Bjorli

Tettstedet Bjorli og Bjorli flyplass ligger langs E136 mellom Dombås og Åndalsnes. Vegvesenet leier flyplassen vinterstid for å kunne gjennomføre tester på lukket område. Her ble det etablert 14 like seksjoner bestående av 9 ulike typer stikk. Stikkeavstand 10 meter og totalt 63 stikker per side medfører at 630 meter av flystripa ble benyttet.



Figur 16: Lokalisering Bjorli flyplass



Figur 17: Prøvefeltet ved Bjorli flyplass. Bilde tatt ifbm etableringen av prøvefeltet den 13. oktober 2022.

Prøvefeltet langs flystripa på Bjorli flyplass ble etablert slik det fremgår av figur 16. Det ble også satt ut stikker langs Brekkelivegen, jfr. rød stiplet linje i figuren, men disse ble ikke testet eller fulgt opp i nevneverdig grad. Bildet i figur 17 viser prøvefeltet på Bjorli flyplass ifbm etableringen den 13. oktober 2022.

5.3 Egenskapstesting i laboratorium

Medio november 2022 ble det gjennomført laboratorietesting av prøvestikkene ved Våler Vekst. Våler Vekst utviklet for en del år tilbake testmetoder som blant annet adresserer plastblandingers egenskaper i kaldt og varmt vær. Selv om synlighetsegenskapene var viktigst ifbm vinterens tester har også funksjonalitetsegenskapene blitt fulgt opp. Det var derfor av interesse å se litt på mulige styrke- og egenskapsforskjeller for de ulike stikketypene i lab, for å ha et grunnlag både opp imot resultatene fra prøvefeltet på vei, samt prøvefeltet som ble etablert med tanke på egenskapstesting i felt.

5.4 Langtidstesting av egenskaper i felt

Samtidig med at prøvefeltet på Saltfjellet ble etablert den 29. september 2022 ble det satt ut stikker til langtidstesting ved Sørrelva brøytestasjon. Det ble her satt ut to stk stikk av hver type, se figur 18. Våren 2023 ble langtidsprøvefeltet utvidet med ytterligere to rekker slik at en etter dette hadde seks stk stikk av hver type stående ute. Det vises her til figur 19.



Figur 18: Prøvefelt for langtidstesting ved Sørrelva Brøytestasjon, Saltfjellet. Fra venstre: Bambus 26/28 mm, PC rød_f, PC gul_f, PP rød_f, PP gul*_f, PP gul_f, PP rød_o, PP rød_o (kl. 3 refleks), PP rød_s (to stk stikk av hver type).

Bildet i figur 19 ble tatt den 7. november 2023. Høsten 2023 ble det etablert et nytt prøvefelt for å teste ulike typer refleks til brøytestikk. Samtidig med at dette prøvefeltet ble etablert ble det tatt ned stikker fra langtidsprøvefeltet som da hadde stått ute 1 vinter + 1 sommer. Fra før hadde en stikker som hadde stått ute 1 vinter. Samtidig med at det ble tatt ned stikker som hadde stått ute 1 vinter + 1 sommer ble det satt ut stikker som hadde stått ute 1 vinter. Disse utgjør forreste rekke på bildet i figur 19.

Våren 2024 ble det tatt ned stikk som da hadde stått ute 2 vintre. Høsten 2024 ble det videre tatt ned stikk som hadde stått ute 2 vintre + 2 somre. For at en etter hvert skulle ha stikker som hadde stått ute 3 vintre, måtte gjenværende stikk, etter nedtaking av settet som hadde stått ute 2 vintre, i forreste rekke på bildet i figur 19, tas ned våren 2024, lagres innendørs og settes ut på ny høsten 2024. Langtidstesten avsluttes høsten 2025. En vil da ha stikker som har stått ute inntil 3 vintre og 3 vinter + 3 somre.



Figur 19: Bilde fra Saltfjellet 7. nov 2023. De to bakre rekkene har her stått ut 1 vinter + 1 sommer, den forreste 1 vinter.

6. Vær og klima

6.1 Prøvefelt vei – E6 Saltfjellet

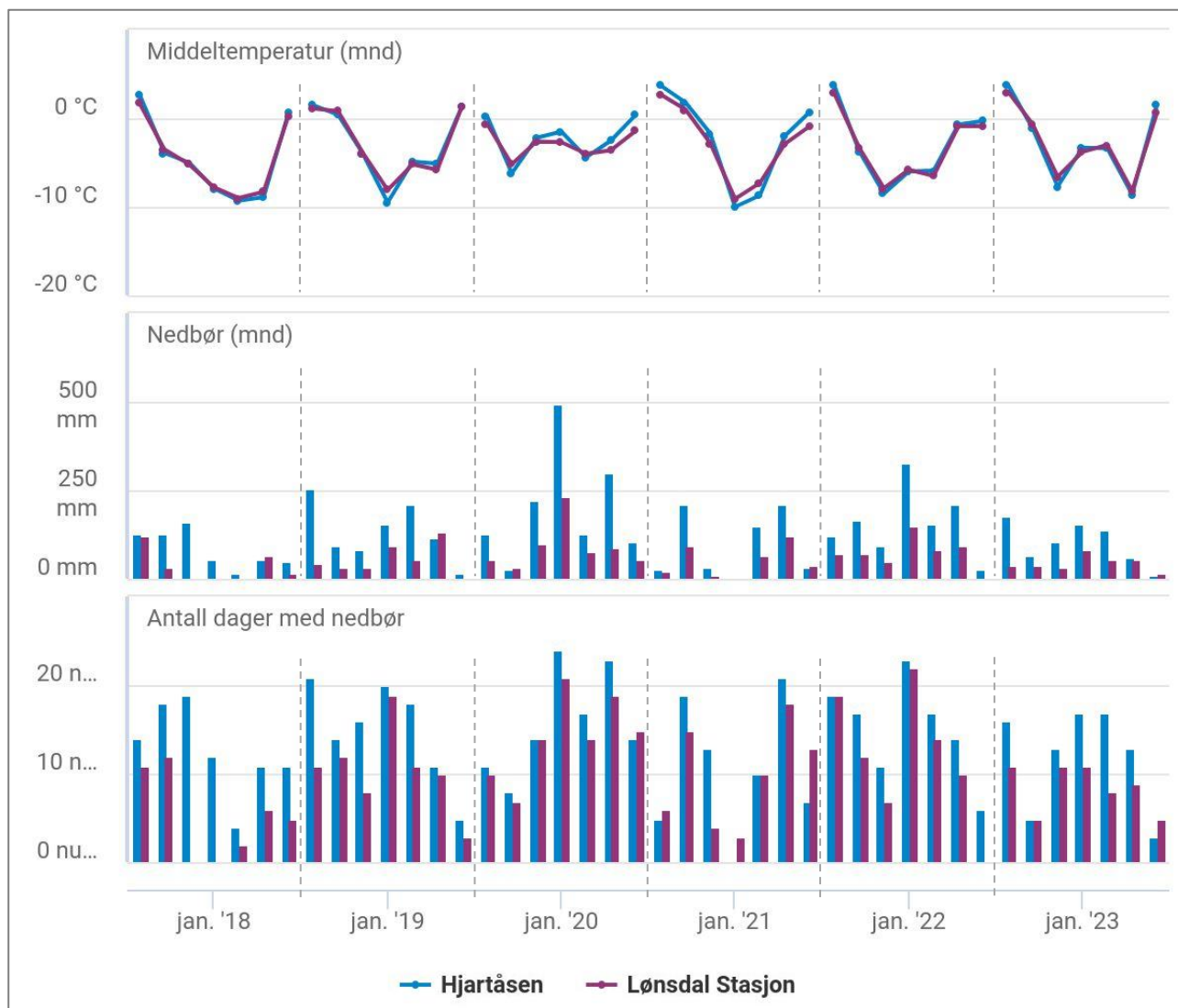
Fra kontrakten meldes det om mindre brøyting enn normalt på Saltfjellet vinteren 2022/2023. Værdata hentet fra målestasjoner i området støtter opp under dette. SVV sin målestasjon E6 Saltfjellet er lokalisert rett sør av prøvefeltet. Meteorologisk Institutt (MET) har målestasjonene Hjartåsen og Lønsdal Stasjon henholdsvis sør og nord for Saltfjellet. Hjartåsen lokalisert omkring 20 km sør for (luftlinje), og en god del lavere enn prøvefeltet, mens Lønsdal Stasjon befinner seg omkring 10 km nord for (luftlinje), og omkring 150 høydemeter lavere enn prøvefeltet.

Døgn og månedsdata, samt figurer, har blitt hentet ut ved hjelp av MET sin nedlastingstjeneste (6). For E6 Saltfjellet fikk en, med de valgte søkekriteriene, kun temperaturdata. Siden prøvefeltet befant seg et stykke fra Hjartåsen og Lønsdal Stasjon, og på en fjellovergang, kan eksempelvis nedbørforholdene ha vært annerledes enn dataene fra MET sine målestasjoner tilsier.



Figur 20: Lokalisering måle-/værstasjoner ifht prøvefeltet på Saltfjellet.

Figur 21 og 22 viser plott av værdata fra målestasjonene. Figur 21 viser månedsdata for perioden 1. oktober - 30. april de siste seks vintrene, mens figur 22 viser døgnverdier for samme periode foregående vinter.

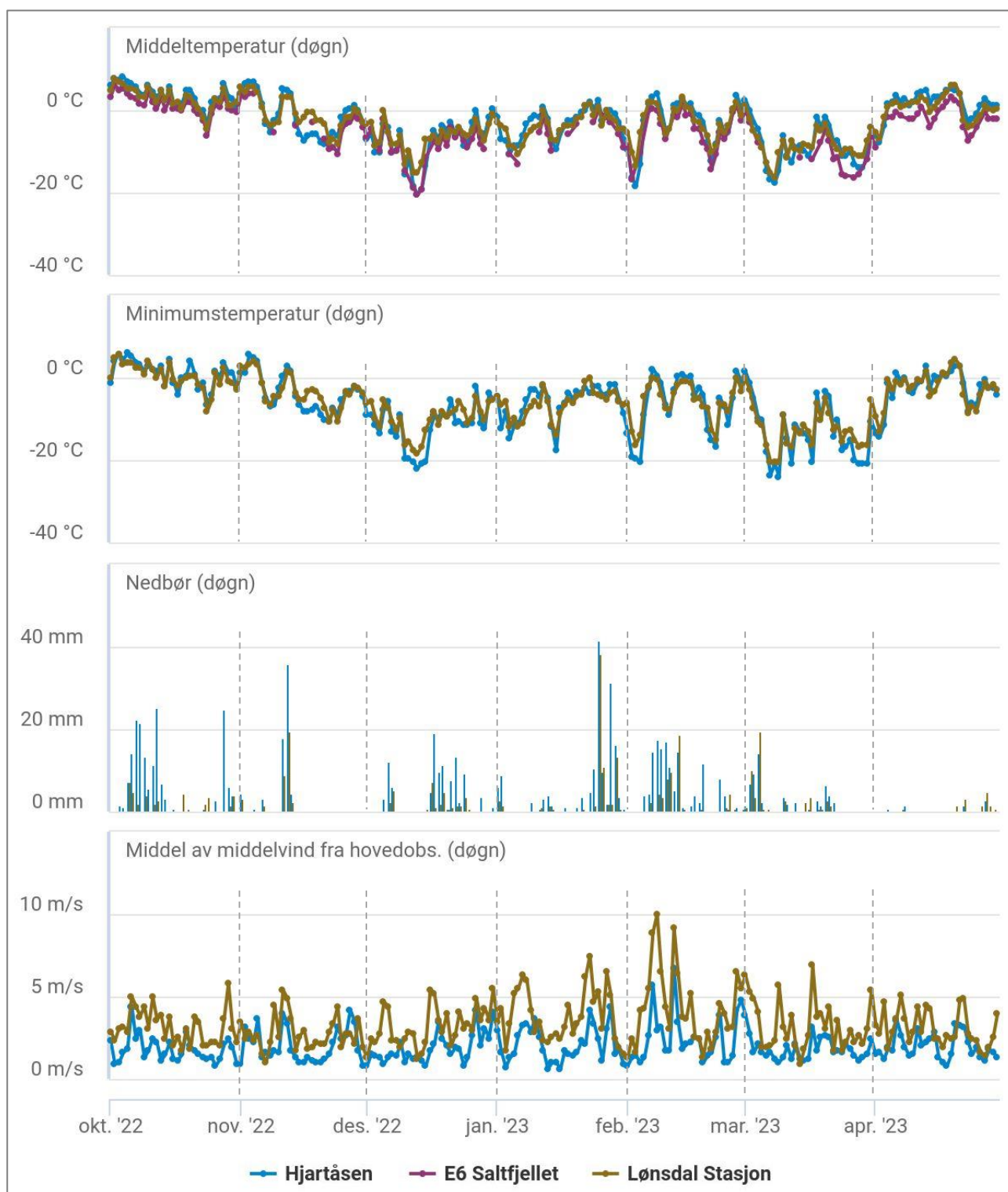


Figur 21: Temperatur og nedbør sør og nord for Saltfjellet vintrene 2017/2018-2022/2023 – månedsdata oktober t.o.m. april.

Ifølge Erling Hansen (SVV) var vinteren 2022/2023 var preget av lite snø gjennom hele vinteren. Spesielt første del av vinteren frem til februar var det lite nedbør. Temperaturene var ikke ekstremt lave. I februar var det derimot flere perioder med plussgrader og regn opp imot 1000 meters høyde. Knyttet til vind var «det ingen spesielle store utfordringer, egentlig ganske normale forhold» ifølge Hansen, som mener forholdene på Saltfjellet denne vinteren korresponderer godt med forholdene i Lønsdal/Saltdal.

Av figur 21 ser desember ut til å ha vært noe kaldere enn normalt, mens det motsatte synes å ha vært tilfelle i januar og februar. Mars ser deretter ut til å ha vært forholdsvis kald igjen på Saltfjellet. Nedbørmessig ser vinteren 2022/2023 til å ha vært ca. som normal, eller med noe mindre nedbør enn det.

Dataene i figur 22 underbygger Hansen sine betraktninger med tanke på været vinteren 2022/2023. Temperaturer ned mot minus 20 en periode i desember og mars drar ned gjennomsnittstemperaturen foruten at temperaturen for øvrig var veldig lav. Lite nedbør før mot slutten av januar. Deretter noe nedbør gjennom februar og til starten av mars. Middelvind for Lønsdal Stasjon i størrelsesorden 3-5 sekundmeter, med noen døgn med en del mer vind i perioden januar-mars.

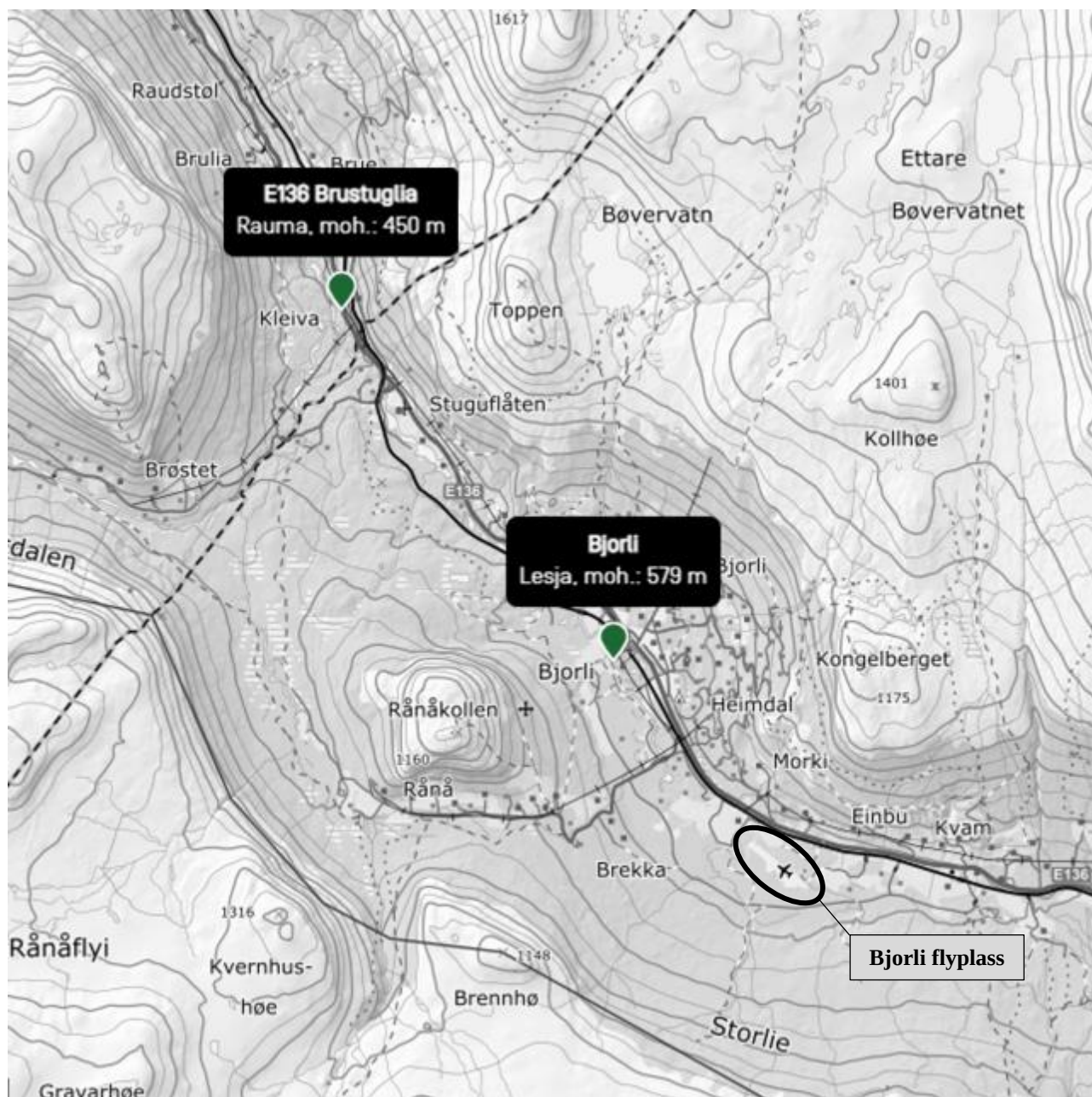


Figur 22: Temperatur, nedbør og vind sør og nord for Saltfjellet vinteren 2022/2023 (døgnverdier oktober t.o.m. april).

6.2 Prøvefelt flyplass – Bjorli

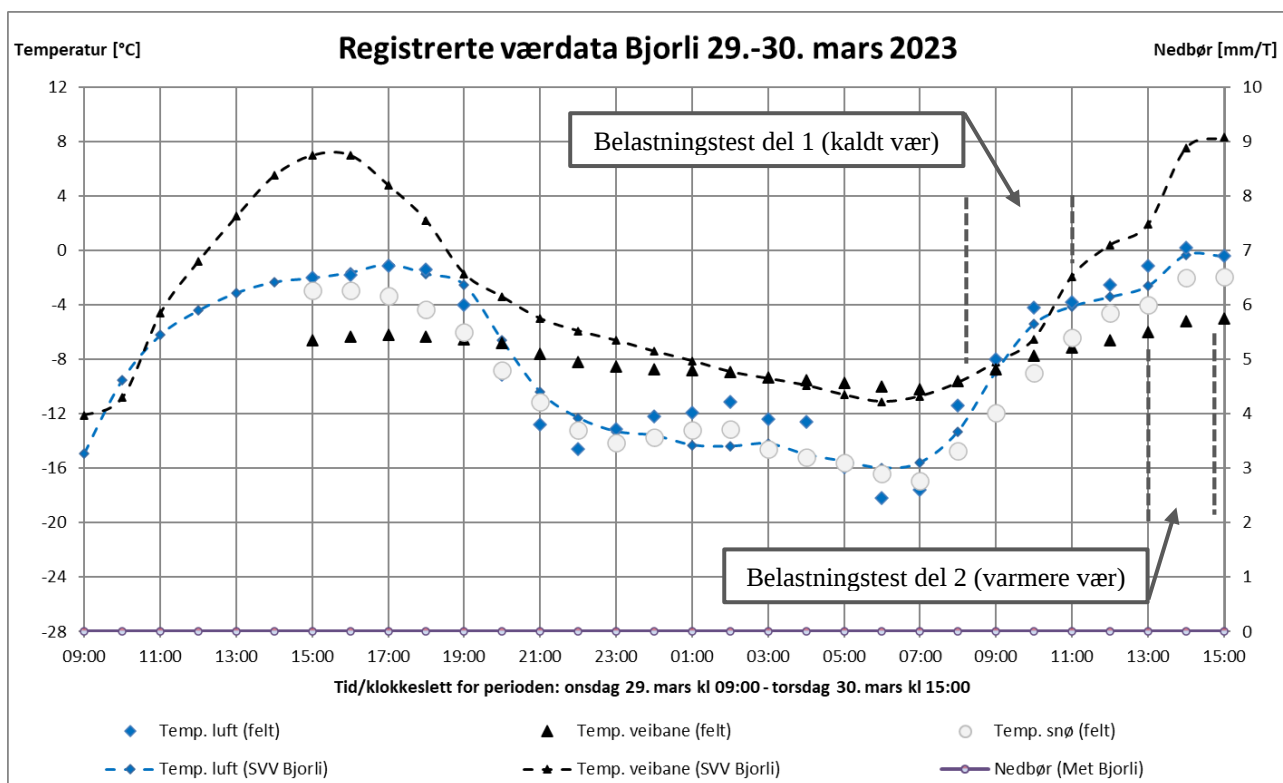
Værdata i tilknytning til belastningstesten på Bjorli flyplass, jfr. figur 23, er hentet fra MET sin målestasjon Bjorli og SVV sine værstasjoner E136 Brustuglia og E136 Bjorli, der E136 Bjorli er lokalisert ca. midt mellom Bjorli og E136 Brustuglia.

Målestasjonene befinner seg alle innen en mil fra flyplassen, men E136 Brustuglia ligger noe lavere i terrenget enn Bjorli og flyplassen. For at fremstillingen i figur 24 ikke skal bli for kompleks har en valgt å bare ta med data fra E136 Bjorli og Bjorli i figuren.



Figur 23: Lokalisering måle-/værstasjoner ifht Bjorli flyplass. 3-4 og 9 km (ca.) nordvest for flyplassen.

Belastningstesten ble gjennomført den 30. mars i tidsrommet 0815-1100 (kaldt vær) og 1300-1445 (varmere vær). Av figur 24 ser en at lufttemperaturen var nede i $\pm 16-18^{\circ}\text{C}$ på natten inn mot testen. Første del av testen ble gjennomført slik at en fikk resultater i kaldt vær. Lufttemperaturen sees av figur 24 å ha vært omkring $\pm 12^{\circ}\text{C}$ da testingen ble startet kl. 0815, mens den hadde økt til omkring $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ved avslutningen av første del kl. 1100. Andre del av testen ble gjennomført slik at en fikk resultater i varmere vær. Lufttemperaturen lå omkring 0°C i det aktuelle tidsrommet her.



Figur 24: Værddata ifbm belastningstesten på Bjorli flyplass 30. mars 2023. Testing i tidsrommet 0800-1445 (ca.).

7. Resultater og vurderinger

7.1 Prøvefelt vei

7.1.1 Erfaringer fra utsetting og opptaking



Figur 25: S. Risa Stickset 500 (m/gummihjulshenting/-mating av stikkene) – E6 Saltfjellet 29. september 2022.

Samtlige stikketyper ble satt maskinelt med en S. Risa Stickset 500, se figur 25. Det ble benyttet spett med største diameter 45 mm. Se vedlegg 3 mtp. registreringer fra utsettingen. Utsettingen gikk i det store og hele greit, men følgende ble notert:

- Tidsbruk utsetting ½-1 min per stikk. Dette gir en kapasitet i størrelsesorden 80 - 100 stikker per time.
- Noe forskjell knyttet til tidsbruken ifbm setting. Tidsbruken var høyest for PC stikkene. Dette kan skyldes at PC stikkene var stivere enn PP stikkene. Det så ut som om PP stikkene i større grad bøye/føyde seg etter hullet i stedet for å gå i kanten/veggen av hullet. Det måtte i stor grad spettes en ekstra gang for å få satt PC stikkene.
- Observerte at matehjulene på setteren gled på bambusen i en del tilfeller. Stikken ble satt likevel, men de ble i en del tilfeller satt grunnere som følge av glidningen.

Prøvestikkene ble tatt ned den 10. mai 2023. Av praktiske hensyn ble stikkene tatt opp manuelt, men maskinelt opptak ville trolig vært mulig for samtlige stikketyper i en ordinær driftssituasjon.

7.1.2 Synlighet

Synlighetsvurdering under ulike forhold var denne vinterens viktigste aktivitet. Særlig under krevende forhold som snøvær og fokk, i grålysningen og skumringen, samt i forbindelse med kolonnekjøring og stengning av vei. En ønsket å få vurdert og dokumentert om, og i hvilken grad, fluoriserende stikk gir bedre synlighet enn ordinære ikke fluoriserende brøytstikk.

12 personer har bidratt med i alt 73 registreringer under ulike forhold. Skjemaet i vedlegg 1 ble benyttet i forbindelse med dette arbeidet. 51 av registreringene er gjennomført fra liten bil, mens 22 har blitt gjennomført fra stor bil.

Som for tidligere år ble stikkene 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.

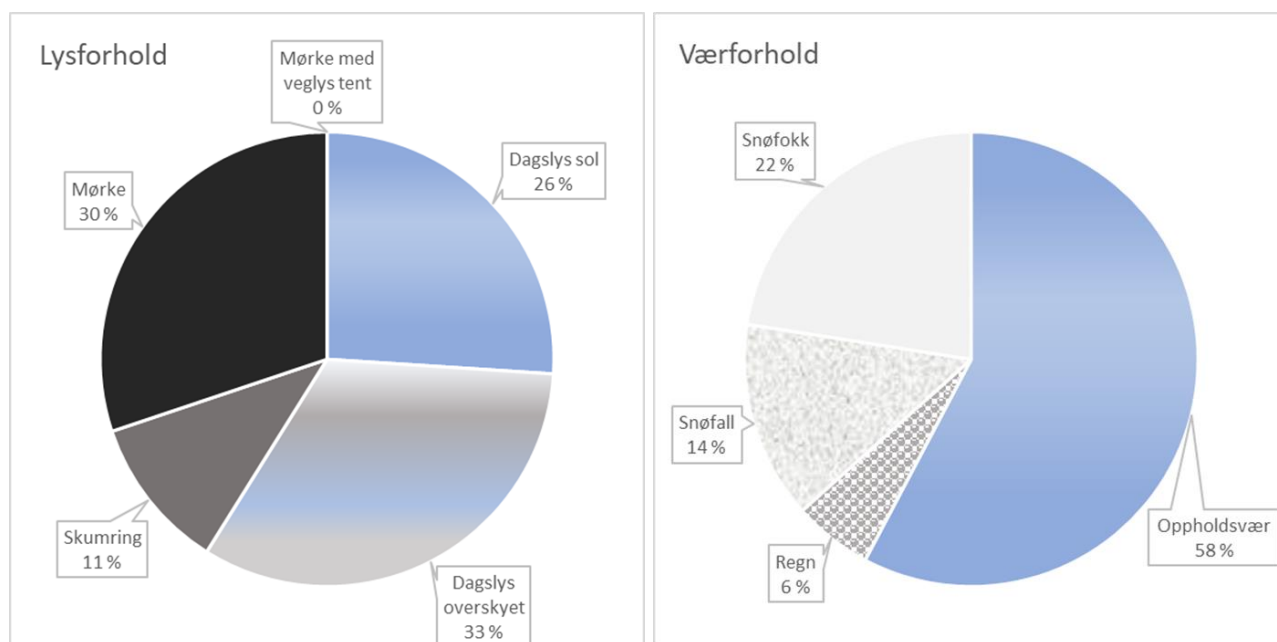
Av tabell 1 ser en at 24 registreringer er gjennomført i overskyet dagslys, mens det var eksempelvis snøfokk i 16 tilfeller. Av det 24 synlighetsvurderingene som ble gjennomført i dagslys og overskyet, ble noen gjennomført i oppholdsvær, der det samtidig var bar vei etc.

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

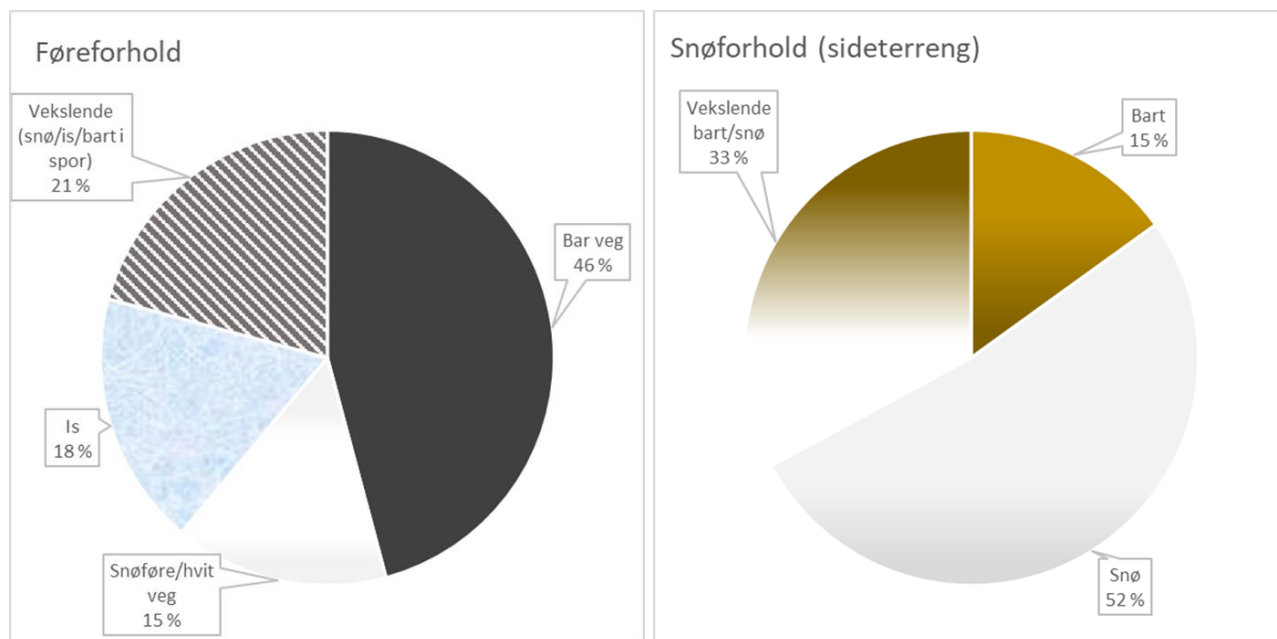
Lysforhold		Værforhold		Føreforhold		Snøforhold (sideterreng)	
Dagslys sol	19	Oppholdsvær	41	Bar veg	33	Bart	11
Dagslys overskyet	24	Regn	4	Snøføre/hvit veg	11	Snø	38
Skumring	8	Snøfall	10	Is	13	Vekslende bart/snø	24
Mørke	22	Snøfokk	16	Vekslende (snø/is/bart i spor)	15		
Mørke med veglys tent	0						

Figur 26 og 27 viser fordelingen av registreringer innen kategorien lys-, vær-, føre- og snøforhold. Av figurene ser en at knapt ⅔ av registreringene er gjennomført i dagslys, mens ⅓ er

gjennomført i skumring eller mørke. Omkring $\frac{2}{3}$ av registreringene sees videre å være gjennomført i oppholdsvær, den resterende $\frac{1}{3}$ i nedbør eller fukk. Halvparten av registreringene er gjennomført når veien har vært bar, mens det for den resterende halvdel har vært snøføre, is eller vekslende snø/is/bart i spor. Sideterrenget har vært snødekt i halvparten av tilfellene. Utover dette har det stort sett vært vekslende bart/snø, men med en andel registreringer der sideterrenget var helt bart.



Figur 26: Fordeling synlighetsregistreringer ifht. lys- og værforhold.



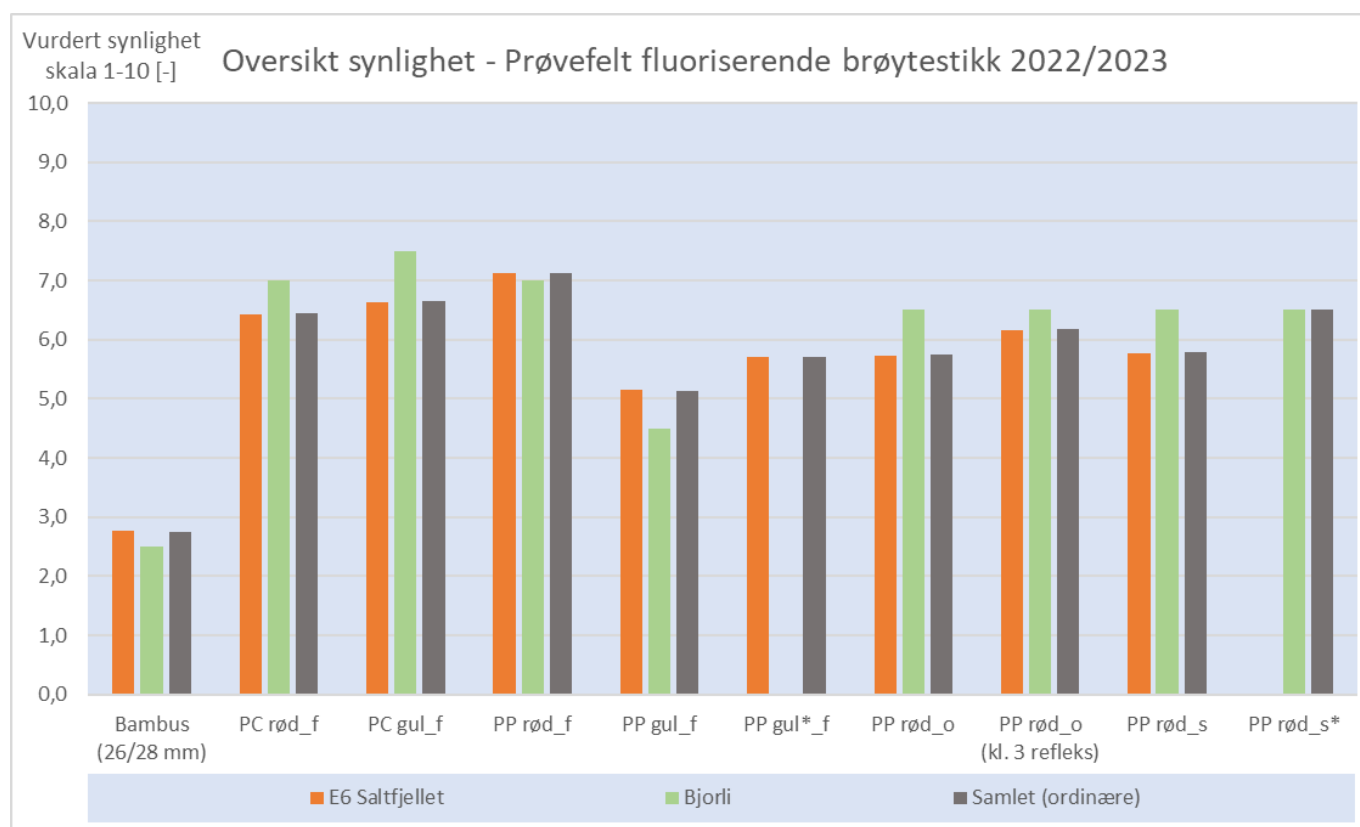
Figur 27: Fordeling synlighetsregistreringer ifht. føreforhold og snøforhold.

I det store og hele god fordeling på de ulike lys-, vær-, føre-, og snøforholdene. Det kunne kanskje vært ønskelig med enda flere registreringer i forbindelse med skumring, snøfall og snøfukk, men her må en huske på at det for de som skulle gjennomføre registreringene måtte klaffe både i forhold

til øvrig arbeidsoppgaver, samt at de, når forholdene er som tøffest, kan ha nok med å gjennomføre jobben trygt og sikkert.

Figur 28-31 viser ulike plott for ulike sorteringer av synlighetsdataene. Av figur 28 ser en det samlede utfallet av vinterens registreringer, sett under ett, uavhengig av lys-, vær-, føre- og snøforhold. En serie per prøvefelt, samt en serie samlet sett. For serien Bjorli har en kun et fåtall registreringer. Det store flertallet av registreringene stammer med andre ord fra Saltfjellet.

Av figuren ser en at PP rød_f blir vurdert som best totalt sett, samt at fluoriserende stikk jevnt over vurderes som noe bedre enn ordinære. Stikkene med klasse 3 refleks oppnår også høyere score enn tilsvarende stikk med klasse 2 refleks. Samtidig er bildet mer sammensatt enn det som fremgår av figur 28, da erfaringene med de ulike stikketyperne endret seg mye gjennom vinteren, jfr. figur 29.



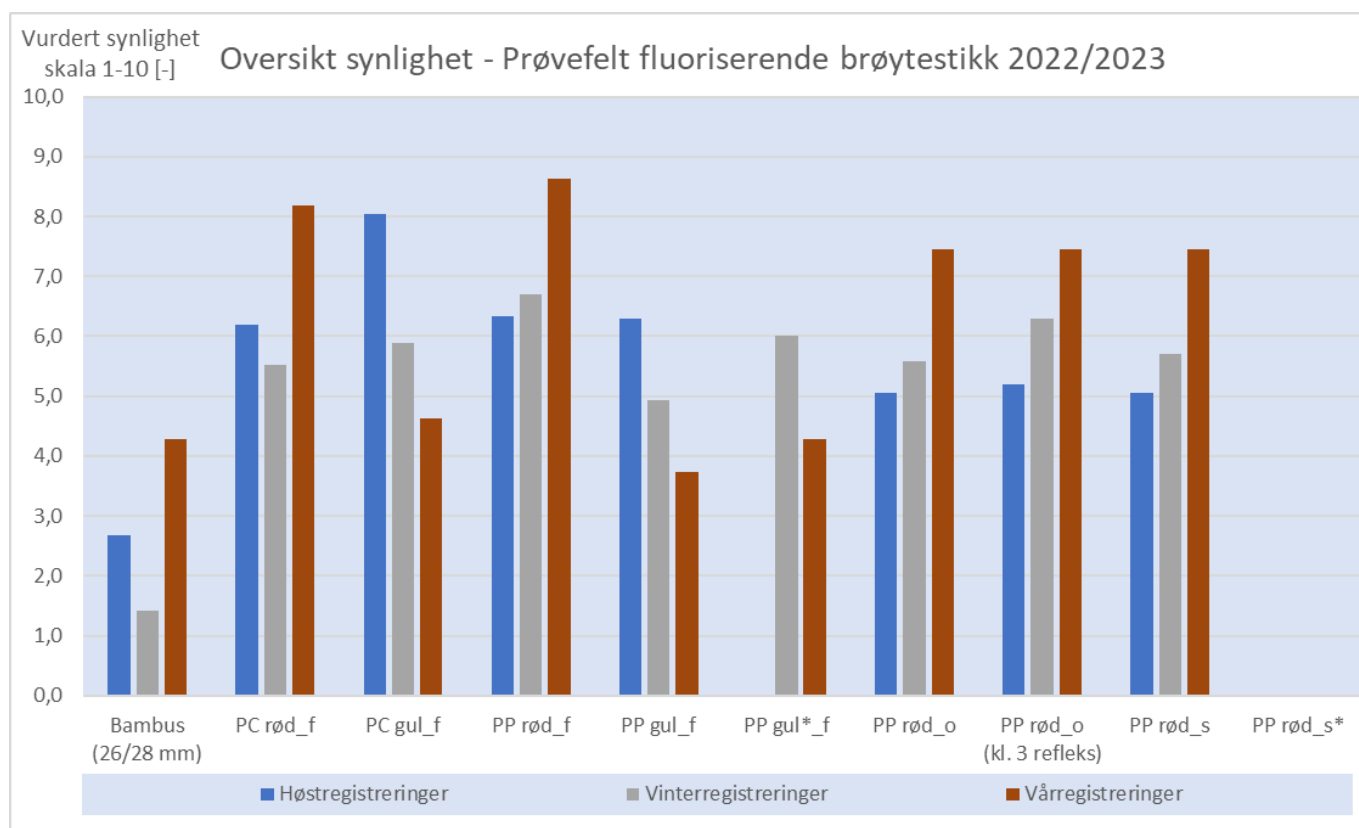
Figur 28: Oversikt synlighetsresultater Saltfjellet, Bjorli og samlet.

Figur 29 viser et plott av synlighetsresultatene fordelt på høst, vinter og vår. I høstregistreringene inngår data fra oktober måned, i vinterregistreringene data fra januar og februar, mens vårregistreringene her stammer fra mars og april.

Av figur 29 ser en at PC gul_f ble vurdert som klart best på høsten. Utover vinteren endrer dette seg. PP rød_f vurderes da som bedre. En ser også at forskjellene mellom stikketyperne er minst i dette tidsrommet. Dette kan nok sies å være som forventet. I mørket vil refleksen dominere, mens effekten av fluorescens vil være liten da fluorescens inntreffer som følge av bestråling fra lys (7). I dagslys derimot, i grålysningen og skumringen, ifbm fokk i dagslys etc. vil fluorescens kunne bidra til bedret synlighet for trafikantene og brøytemannskap med mer. På vårparten vurderes de røde

fluorescerende stikkene som best, og samtlige røde stikketyper vurderes som klart bedre enn de gule, selv med fluorescerende egenskaper.

Av vinterregistreringene ser en også at stikkene med klasse 3 refleks vurderes som bedre enn ordinære med klasse 2 refleks, og nesten på nivå med den beste fluoriserende, dvs. PP rød_f.

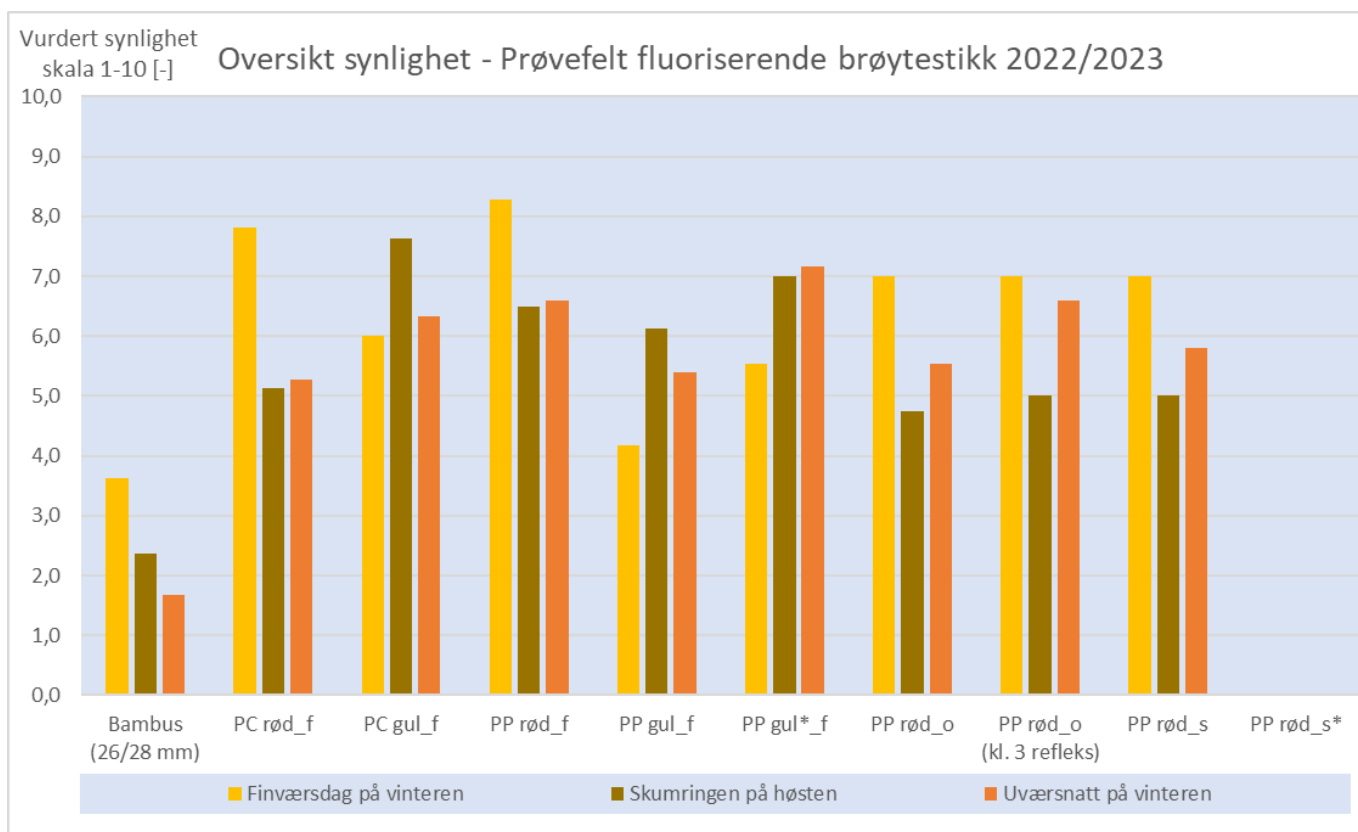


Figur 29: Forskjell synlighetsresultater høst vs. vinter vs. vår.

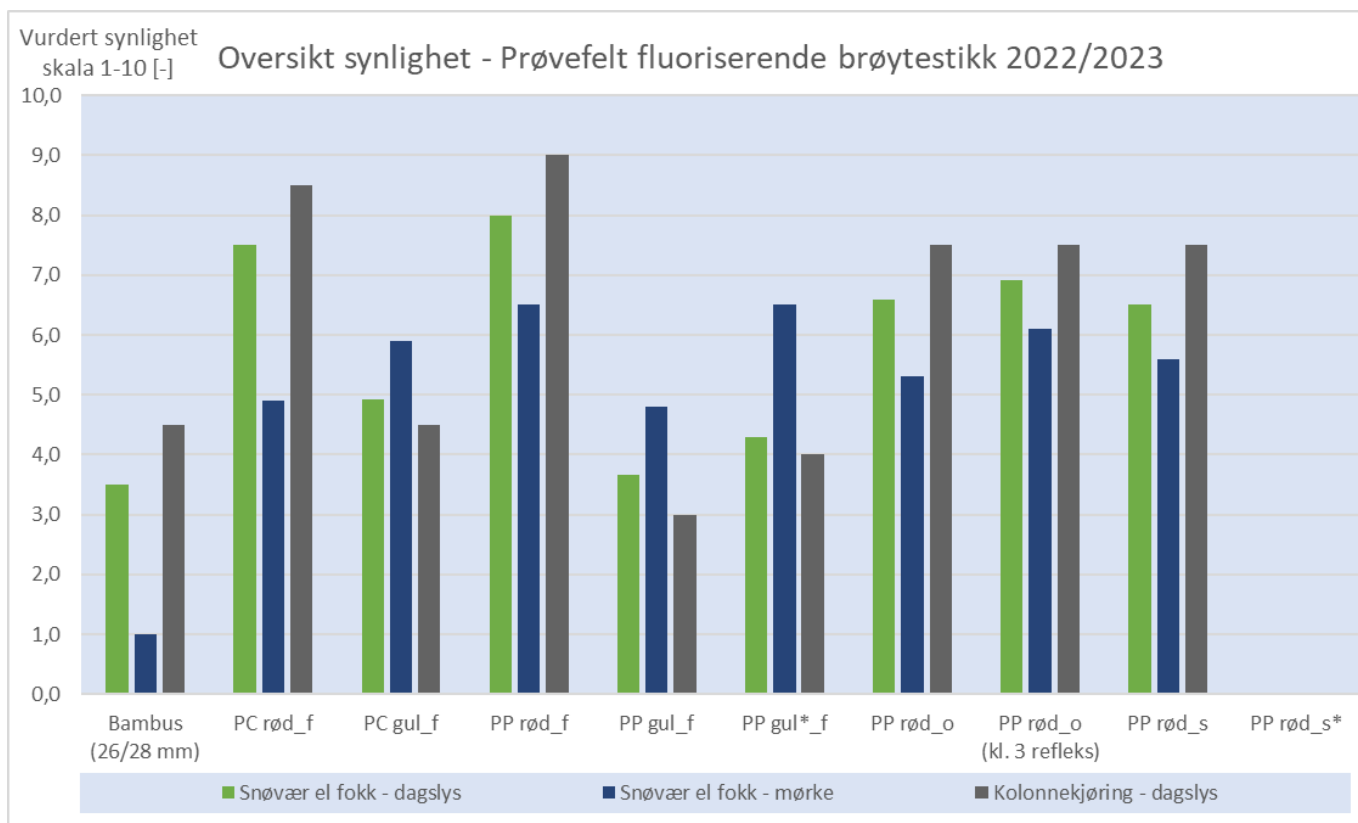
Figur 30 og 31 viser synlighetsresultatene for et utvalg kombinasjoner av lys-, vær-, føre- og snøforhold. Av figur 30 ser en at røde fluoriserende stikk vurderes som best en «Finværsdag på vinteren», med ordinære røde stikk som nest best. I «Skumringen på høsten» vurderes de gule fluoriserende som best, og fluoriserende stikk vurderes da, jevnt over, å gi en del bedre synlighet enn ordinære. I uvær, nattestid på vinteren, det vil si en «Uværsnatt på vinteren», er forskjellene mindre. Her vurderes ordinære røde stikker med klasse 3 refleks å gi like god synlighet som fluoriserende stikk med klasse 2 refleks.

De samme trendene gjør seg gjeldende knyttet til seriene i figur 31. I forbindelse med «Snøvær el fokk - dagslys» scorer røde fluoriserende stikk best, mens ordinære røde stikk vurderes som nest best. I «Snøvær el fokk - mørke» er forskjellene små. Ordinære røde stikk vurderes her å være omtrent på linje med fluoriserende. Ved «Kolonnekjøring - dagslys» vurderes røde fluoriserende som en del bedre enn ordinære røde, og klart bedre enn gule fluoriserende.

Av figur 28 til 31 ser en til sist at bambusstikker gjennomgående vurderes å gi en del dårligere synlighet enn røde og gule plaststikk. Stikkene med striper sees heller ikke å oppnå høyere synlighetsscore enn tilsvarende stikk uten striper, m.a.o. ingen effekt av de pålagte stripene.



Figur 30: Oversikt synlighetsresultater for utvalgte lys-, vær-, føre- og snøforhold.



Figur 31: Oversikt synlighetsresultater for utvalgte lys-, vær-, føre- og snøforhold.

I det store og hele, og i etterpåklokskapens lys, vil en si at resultatene jevnt over er som forventet. Resultatene er basert på subjektive vurderinger. Det vil derfor være forskjeller og utslag knyttet til «øyet som ser», som ikke helt lar seg forklare. Forskjeller knyttet til bakgrunn over prøvefeltet kan eksempelvis ha betydning. At det er forskjell på høst, vinter og vår er nok heller ikke overraskende. Sol-, lys-, snø-, vind- og værforholdene, lysgjennomgang, med- vs. motlys, fargetap og kontrast i forhold til lys og bakgrunn har betydning for hvor godt stikken (fargen) synes.

Ifølge Erling Hansen, som har vært delaktig i forbindelse med registreringene, har bakgrunn avgjørende betydning med tanke på stikkens synlighetsegenskaper. «Jo mer fargen bryter med bakgrunnsfargen, jo bedre synes den. Det var det som skjedde med de gule, som ble dårligere mot hvit bakgrunn enn de var med brun/svart bakgrunn. PC plast slipper ikke lys gjennom stikka, men det gjør PP stikkene, så i motlys skårer PP bedre. Motsatt med solen i ryggen er PC best. De fluoriserende stikkene tapte seg gjennom vinteren pga. bleking, både gule og rød. Vanlig PP rød holder fargen hele vinteren og bryter godt mot bakgrunnen uansett forhold».

For ordens skyld nevnes at en for PP rød_s så at stripene avga lys i et mørkt rom, mens en ikke så tilsvarende ute på vei. Muligens blir det ikke mørkt nok med lyset fra trafikken til stede. Alternativt kan eksempelvis effekten av stripen være for liten til å være synlig på litt lengre hold.

I figur 32 og 33 ser en Bambus 26/28 mm vs. PC gul_f og PC gul_f vs. PP rød_f på henholdsvis høsten og vinteren. PC gul_f bryter godt mot den høstbrune bakgrunnen, mens PP rød_f synes bedre mot hvit bakgrunn.



Figur 32: Bambus 26/28 mm vs. PC gul_f. Bjorli flyplass 13. oktober kl. 1737 (tidlig skumring).



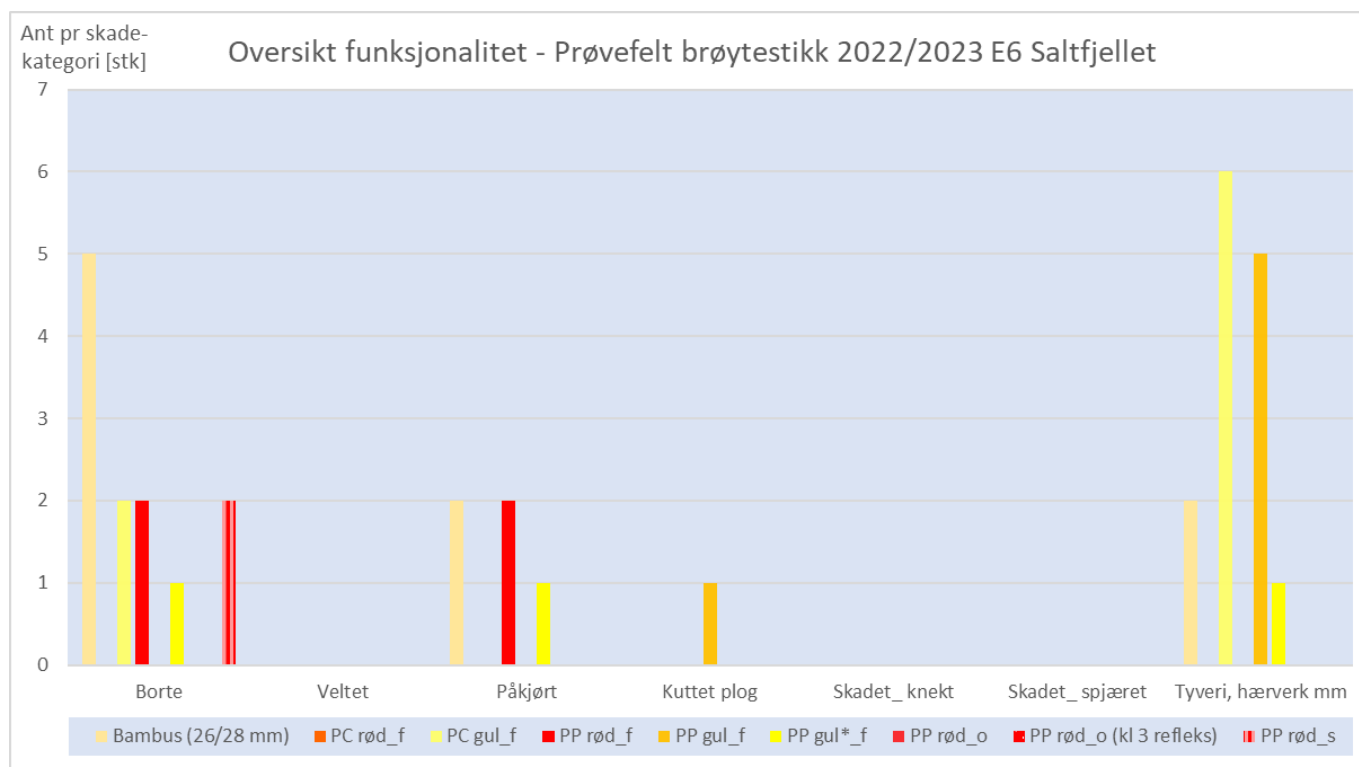
Figur 33: PC gul_f vs. PP rød_f Brekkelivegen (Bjørli flyplass) 31. januar 2023 kl. 1505

7.1.3 Funksjonalitet

Prøvefeltet ble også denne vinteren fulgt opp på ukentlig basis for å samle data knyttet til skadeantall med mer. Skjema i vedlegg 2 ble benyttet her.

Tabell 2: 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)



Figur 34: Oversikt funksjonalitetsresultater E6 Saltfjellet.

Tabell 2 viser de aktuelle skadekategoriene med tilhørende bokstavkode til bruk i forbindelse med registreringene. Resultatene fra oppfølgingen fremgår av figur 34. Skader som ikke skyldes ordinær drift er samlet i kategorien «Tyveri, hærverk mm». For skadekategoriene «Borte» og «Påkjørt» kan det likevel være tvil om skaden har oppstått som følge av ordinær drift eller ikke, men primært vil det nok kun være skader relatert til ordinær drift som er medtatt her.

Tabell 3: Oversikt antall skadede stikk (driftsrelatert – ordinær drift)

Prøvefelt	Bambus 26/28 mm	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP gul*_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refl.)	PP rød_s
E6 Saltfjellet	7	0	2	4	1	2	0	0	2

Tabell 4: Skadeprocent (driftsrelatert – ordinær drift) basert på tallene i tabell 4

Prøvefelt	Bambus 26/28 mm	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP gul*_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refl.)	PP rød_s
E6 Saltfjellet	18	0	5	10	5	10	0	0	5

Av figur 34 ser en at flest bambusstikk ble skadet. Skadetallene er likevel lave både for bambus og plast. Det ble stjålet en del stikker på høsten, primært gule, hvilket også fremgår av figuren. Tabell

3 og 4 viser skadetall og skadeprosent per stikketype. Skadeprosent for bambus i størrelsesorden 20%, mens tilsvarende for plaststikkene i snitt ligger omkring 5%.

Lite billedokumentasjon knyttet til skader og bruddflater fra prøvefeltet denne vinter da primærfokuset har vært synlighet, men to eksempler er inntatt i figur 35. Av bildene ser en at bambusstikken har gått til brudd på en slik måte at det ble stående igjen en spiss rest, mens bruddflaten til plaststikken i dette tilfellet må kunne karakteriseres som «snillere».



Figur 35: Bambus 26/28 mm og PP gul_f (foto: Erling Hansen/Tor Ottar Emanuelsen Sandberg).

7.2 Prøvefelt flyplass

Som vintrene 2020/2021 og 2021/2022 ble det gjennomført belastningstester knyttet til stikkene som ble satt ut ved Bjorli flyplass. Belastningstestene ble gjennomført 30. mars 2023 på en slik måte at en fikk resultater i kaldt vær fra testing på morgenen, samt resultater i varmere vær fra testing utover ettermiddagen.

Stikkene ble satt ut 13. oktober 2022 og hadde kun blitt utsatt for sporadisk brøyting forut for belastningstesten.

7.2.1 Erfaringer fra utsetting

Maskinell utsetting med en S. Risa Stickset, se figur 36. Det ble benyttet 36 mm spett i forbindelse med settingen av Bambus 26/28 mm og PC rød_f. Deretter ble det byttet til 45 mm spett. Det vises til vedlegg 3 mtp. registreringer fra utsettingen. Utsettingen gikk i det store og hele greit, men følgende ble notert:

- Små forskjeller mtp tidsbruk. Benyttet noe i overkant av 1 min per stikk ifbm utsettingen. Dette gir her en kapasitet på omkring 50-60 stikker per time, under de rådende forhold.
- Plaststikkene satt godt fast, mens bambusstikkene var løse (helt løse) på tross av "rett" spett.
- Ingen spesielle forskjeller med denne setteren ifbm utsetting og utsettingen gikk i det store og hele greit, på tross av at stikkesetteren ikke var tilpasset eller stilt inn for å kjøre både lengre og tykker stikk enn det som normalt benyttes.
- Høyere densitet for PC enn for PP. Vekt per meter for PC omkring 250 gram. Tilsvarende for PP omkring 190 gram. For PP rød_s variantene var egenvekt per meter omkring 165 gram, men forskjellene her kan nok tilskrives forskjeller i godstykkelse.
- Gjennomsnittlig rotmål for Bambus 26/28 mm var 26,2 mm, med min 22,9 mm og maks 32,9 mm.

Tabell 5: Oversikt egenvekt stikker og tidsbruk i forbindelse med utsetting

Vekt og tidsbruk	Bambus 26/28 mm	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refl.)	PP rød_s	PP rød_s*
Vekt 25 stk stikker [gram]	16105	16935	16979	13051	10446	12894	13231	9460	11027
Egenvekt stikk [gram]	700	677	679	522	522	516	529	450	441
Tidsbruk utsetting [min:sek]	15:30	18:25	16:06	16:15	15:56	17:05	14:53	17:10	15:22

- Veid 25 stk stikker per stikketype (23, 20 og 21 stk for hhv Bambus 26/28 mm, PP gul_f og PP rød_s). Dette gir ok nøyaktighet for alle praktiske formål, samtidig som egenvektene nok kan variere som følge av råvare- og produksjonsvariasjon, eller som følge av at stikkene som ble veid ikke var representative størrelsesmessig.
- PP gul_f* ble ikke satt ut på Bjorli. Egenvekt stikk for denne var 495 gram.



Figur 36: S. Risa Stickset (m/klype for henting/setting av stikken) – Bjorli Flyplass 13. oktober 2022.

7.2.2 Påkjenning fra brøyting og slag

Figur 37 viser forholdene på flystripa etter første overfart med plogen. Snødybde omkring 50 cm på stripa da testen ble gjennomført. Traktor med fres ble benyttet for å åpne midten av stripa før brøyting med ordinær plog. Bildet i figur 37 er tatt etter 1. brøyting. Brøytekanthøyden var da omkring 55-65 cm. Belastningen i forbindelse med brøyteoverfartene var fjernede snømengder iht. beskrevet i tabell 6 og 7.

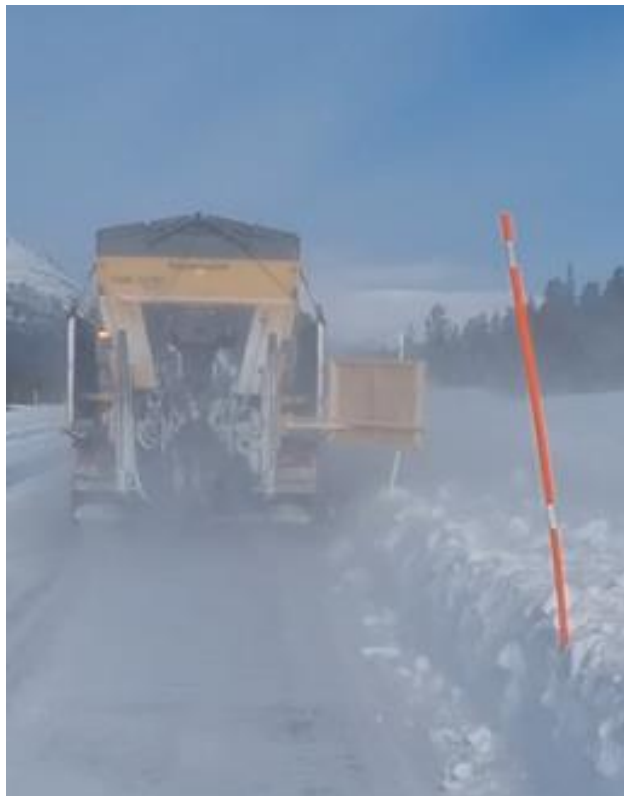


Figur 37: Forholdene på flystripa etter 1. brøyting ifbm belastningstest i kuldegrader/kaldt vær.

Selv om det ble flyttet en god del snø per passering med plogen var nok ikke belastningen større enn det den mang en gang vil være i en normalsituasjon på en fjellovergang. Slagpåkjenningen kan trolig beskrives som tøff. Her er det vanskelig å ha en sikker formening om påkjenningen som følge av testoppsettet, slag fra en vinge, tilsvarer påkjenningen stikkene utsettes for ved treff fra kanten av en plog, men utfallet av testene knyttet til bambus, jfr. påfølgende avsnitt, tyder muligens på at belastningen her er tøffere enn normalt. En anser det for lite trolig at skadetallene/-utfallene for bambus i en ordinær driftssituasjon blir som nedenfor. Det vises til figur 38 og 39.



Figur 38: Brøytebelastning ifbm testen.



Figur 39: Slagpåkjenning fra vinge ifbm testen.

Tabell 6 viser utfallet fra belastningstesting i kaldt vær ($\div$ 5-10 °C). Stikken ble her utsatt for påkjenning fra tre omganger med brøyting og seks omganger med slag fra vingen. Av tabellen ser en at ingen stikk ble skadet som følge av påkjenningen fra brøyting. En ser også at bambusstikkene begynte å svikte alt fra første gangs påkjenning av slag fra vinge, mens plaststikkene av polypropylen (PP) begynte å svikte ved femte gangs slagpåkjenning.

Samtlige (7 av 7) bambusstikker ble skadet som følge av påkjenningen. Samtlige (7 av 7) PP rød_s sviktet også. For de øvrige stikkevariantene av PP plast sviktet 1-2 stikk per type. Ingen stikker tilvirket av polykarbonat (PC) ble skadet som følge av påkjenningen.

PP rød_s tålte med andre ord påkjenningen dårligere enn de øvrige PP stikken, hvilket samsvarer med resultatene fra egenskapstesting i laboratorium, gjennomført ved Våler Vekst i november 2022, jfr. avsnitt 7.3.1. Ingen sikker forklaring med tanke på årsak til dette, men noen mulige forklaringer er listet opp i nevnte avsnitt.

Tabell 6: Oversikt skadeutfall belastning (brøyting og slag) ved minus 5-10 °C (kaldt vær)

Påført belastning	T_luft T_snø	Bambus 26/28 mm	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refl.)	PP rød_s	PP rød_s*
1. brøyting (35 km/t – 75-85 cm av br.kant)	÷10-12 ÷13-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. brøyting (40 km/t – 40-45 cm av br.kant)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. brøyting (40 km/t – 50-70 cm av br.kant)	÷7-8 ÷11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)		1 spjæret 1 knekt	-	-	-	-	-	-	-	-
2. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)		2 spjæret	-	-	-	-	-	-	-	-
3. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)	÷4-5 ÷8-9	2 spjæret 1 av	-	-	-	-	-		1 skadet	-
4. slag vinge (40 km/t – 100 cm over bakken)		-	-	-	-	-	-	-	1 av	-
5. slag vinge (55 km/t – 100 cm over bakken)		1 spjæret	-	-	-	1 av	2 av	-	1 skadet 2 av	1 av
6. slag vinge (55 km/t – 100 cm over bakken)	÷3-4 ÷6-7	-	-	-	-	1 av	-	1 av	1 skadet 3 av	1 skadet
Sum alle belastninger (7 stk av hver type totalt)	-	6 spjæret 1 av	-	-	-	2 av	2 av	1 av	1 skadet 6 av	1 skadet 1 av

Tabell 7 viser skadeutfallet fra den del av belastningstesten som ble gjennomført i varmt vær (0 °C). Her ble seks av syv seksjoner utsatt for påkjenning fra to omganger med brøyting og ni omganger med slag fra vingen. Den siste seksjonen ble brøytet ned med plogen for å se på bruddflatene en fikk når stikkene ble kuttet med plogen.

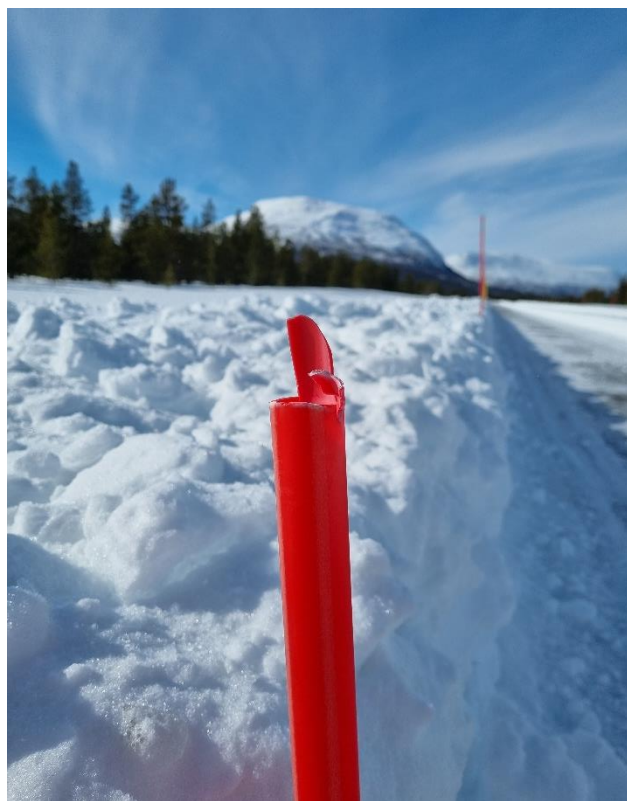
Av tabell 7 ser en at trendene fra testingen i kaldt vær gjentok seg. Ingen stikk ble skadet som følge av påkjenning fra brøyting. Bambusstikkene begynte å svikte alt fra første gangs påkjenning av slag fra vinge, og PP rød_s tålte mindre enn de øvrige PP stikkene. Som forventet var skadetallene lavere enn i kaldt vær. 6 av 6 av bambusstikkene ble skadet, mens 2 av 6 av PP rød_s ble skadet. Ingen skader utover dette for de øvrige variantene/stikketyperne.

Tabell 7: Oversikt skadeutfall belastning (brøyting og slag) ved 0 °C (varmt vær)

Påført belastning	T_luft T_snø	Bambus 26/28 mm	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refl.)	PP rød_s	PP rød_s*
1. brøyting (40 km/t – 50-65 cm av br.kant)	0÷1 ÷4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. brøyting (40 km/t – pusset kant (++)		-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)		2 spjæret	-	-	-	-	-	-	-	-
2. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)		2 spjæret	-	-	-	-	-	-	-	-
3. slag vinge (40 km/t – 120 cm over bakken)		1 spjæret 1 knekt	-	-	-	-	-	-	-	-
4. slag vinge (40 km/t – 100 cm over bakken)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. slag vinge (55 km/t – 100 cm over bakken)	0÷1 ÷2-3	1 knekt	-	-	-	-	-	-	1 skadet	-
6. slag vinge (55 km/t – 100 cm over bakken)		-	-	-	-	-	-	-	2 av	-
7. slag vinge (55 km/t – 100 cm over bakken)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. slag vinge (55 km/t – 100 cm over bakken)		1 spjæret	-	-	-	-	-	-	-	-
9. slag vinge (55 km/t – 100 cm over bakken)	0÷1 ÷2-3	1 knekt	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum alle belastninger (6 stk av hver type totalt)	-	3 spjæret 3 knekt	-	-	-	-	-	-	2 av	-

7.2.3 Bruddflater



Figur 40: PP rød_s som har gått til brudd.



Figur 41: Spjæret og knekt Bambus 26/28 mm.

Figur 40 til 42 viser det en vil si er typiske skadeutfall knyttet til brøytstikk av bambus og ordinær (PP) plast. Plaststikken knekker og går av. Bruddflaten vil i en del tilfeller være spisse i andre tilfeller mindre farlige. Bambusen spjæres eller splintres, eller knekker, men går i mange tilfeller ikke av, se eksempelvis bildet til venstre i figur 41. Bruddflatene for bambusen vil som for plast være spisse i enkelte tilfeller i andre mindre farlige.

Om en sammenligner resultatene fra tidligere år, jfr. Statens vegvesens rapport 886 (2021) (3) og Statens Vegvesens rapport 887 (2022) (4), så vil en se at skadene for bambus 26/28 mm kom tidligere i testsyklusen enn hva tilfellet var for bambus variantene (16/18 og 18/20 mm) som ble testet den gang. For bambus i sorteringsfraksjonene 16/18 og 18/20 mm begynte skadene å inntreffe fra 4. eller 5. gangs påkjenning fra slag med vinge. For årets bambus (26/28 mm) begynte skadene å inntreffe alt fra 1. gangs påkjenning av slag. Dette må nok kunne sies å være som forventet. Stivheten øker med økende diameter og vil etter hvert bli av en slik karakter at stikken typisk spjæres. Stikken skades, samtidig som funksjonen i mange tilfeller likevel ivaretas da stikken ikke knekker, jfr. figur 42.

Figur 43 viser utfallet for den seksjonen med stikk som ble brøytet ned (påkjørt) med plogen. Det mest overraskende her kan kanskje sies å være at PC stikkene ikke ble kuttet, men i stedet ble dratt, eller kanskje en bør si slitt, opp av hullene. Dette kan skyldes tilfeldigheter, men det er samtidig liten tvil om at polykarbonatstikene er meget sterke. Kanskje kan en stille spørsmål om de er for sterke da, de etter å ha blitt påkjørt, slitt opp av hullet og deformert, ble liggende i veien, noen som neppe er ønskelig om det skulle vises seg å bli et vanlig utfall der PC stikker eventuelt tas i bruk.



Figur 42: Spjæret Bambus 26/28 mm.



Figur 43: Stikker påkjørt med plogen og brøytet ned. PC stikkene ble ikke kuttet, men i stedet dratt/slitt opp av hullene. Bambus 26/28 mm (f.v.), PC rød_f, PC gul_f, PP rød_f, PP gul_f, PP rød_o, PP rød_o (kl. 3 refleks), PP rød_s og PP rød_s*.

7.3 Egenskapstester i laboratorium

Våler Vekst har som leverandør gjennom mange år bygd seg opp en solid kompetanse knyttet til brøytestikk. De har likedan utviklet testmetoder for å følge opp kvaliteten på stikkene som leveres.

Temperatur har stor betydning når det kommer til plastblandinger av polypropylen sine egenskaper. En brøytestikk må kunne håndtere temperaturer fra pluss 20 til minus 20-30 grader. Her må stikken (plastblandingen) være tilstrekkelig stiv når det er varmt og tilstrekkelig myk når det er kaldt. For stiv plastblanding vil resultere i at stikkene knekker eller knuses når det er kaldt. For myk plastblanding kan føre til at stikkene bøyer seg eller pendler for mye i varmt vær.

Det gjelder med andre ord om å finne frem til en plastblanding som møter de ønskede egenskaper, samt sikre at det som blir produsert og levert, over tid og fra år til år, er i samsvar med det en ønsker. Laboratorietesting og produksjonsoppfølging er avgjørende for å oppnå dette. For mer utførlig om testene vises det til Statens vegvesens rapport 886 (2021) (3).

7.3.1 Egenskaper i kaldt vær

Brøytestikkens eller plastblandingsens egenskaper i kaldt vær testes ved hjelp av en slagtest. Stikkene avkjøles til $\pm 20^{\circ}\text{C}$ og utsettes for påkjenning, i form av slag, fra et fallhode som veier 3750 gram. Stikken må her minst tåle fall fra 80 cm høyde for å bli ansett å ha tilfredsstillende kuldeegenskaper. Samtidig, hvis stikken tåler fall fra 110-120 cm godt, vil de kunne bli for myke i varmt vær. Det vises til figur 44 og 45.



Figur 44: Teststasjon slagtesting ("giljotin")



Figur 45: Slagtestede brøytestikker

Tabell 8 og 9 viser utfallet av slagtestene som ble gjennomført. PC stikkene tålte påkjenningen fint, mens det er noe forskjell knyttet til de ulike PP variantene. PP rød_s og PP rød_s* så ut til å være svakest av de variantene som ble testet i felt på Bjorli og Saltnelset.

To varianter av ordinære brøytestikk (Ø25 mm) ble medtatt som referanse. Av tabellen ser en at kuldeegenskapene til PP rød_o Ø25 mm (A) så ut til å være en del bedre enn PP rød_o Ø26 mm (P). Disse to variantene er levert Våler Vekst fra ulike produsenter.

Økende stikkediameter (Ø32 vs. Ø25 mm), for ellers like stikker, så ikke ut til å gi bedre kuldeegenskaper. Kuldeegenskapene så med andre ord ut til å være materialavhengig og ikke dimensjonsavhengig.

Årsaken(e) til at PP rød_s og PP rød_s* svikter i større grad enn de øvrige PP stikkene kan nok være mange og sammensatte. Råvare- og produksjonsvariasjon kan være en mulig forklaring. Det kan nok også skyldes at mengden plast for disse, plast per meter eller «plastmasse», var lavere enn for de øvrige PP stikkene. For PP rød_s og PP rød_s* var denne omkring 165 g/m, mens den for de øvrige PP stikkene med samme dimensjon var i størrelsesorden 195 g/m. Små forskjeller knyttet til godstykkelse vil kunne gi utslag i så måte.

En testet også to varianter av skrubrøytestikk. Skrubrøytestikken har blitt utviklet av firmaet RoadTech AS ilt av de seneste 5-6 årene. Førsteverjonen av skruen ble testet vinteren 2020/2021. Denne viste seg å være for sprø. Inn mot sesongen 2021/2022 ble utformingen og materialvalget endret, men erfaringene fra områder der det hadde blitt satt skrustikk denne vinteren var at skruen fortsatt så ut til å være for svak. Til sesongen 2022/2023 ble materialvalget på ny endret, og siden det likevel skulle gjennomføres tester ved Våler Vekst bestemte en seg for å teste andre og tredje versjon av skruen for å se på om egenskapene var bedret.

Av tabell 9 ser en etter dette at testene bekreftet at skruen fra sesongen 2021/2022 så ut til å være svak. Skruen som ble produsert til sesongen 2022/2023 så derimot ut til å være meget sterk.

Tabell 8: Oversikt utfall slag-/kuldetest

Fallhøyde giljotin	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP gul*_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refleks)	PP rød_s
70 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
90 cm	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Sprekk	Ok	Sprekk
100 cm	Ok	Ok	Sprekk	Ok	Ok	Ok	Sprekk	Sprekk
110 cm	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Sprekk	Sprekk
120 cm	-	.	-	Ok	Ok	Sprekk	Sprekk	Sprekk

Tabell 9: Oversikt utfall slag-/kuldetest, forts

Fallhøyde giljotin	PP rød_s*	PP rød_o Ø26 mm (P)	PP rød_o Ø25 mm (A)	Skrustikk rød (21/22)		Skrustikk rød (22/23)	
				skrue	stikk	skrue	stikk
70 cm	-	-	-	-	-	-	-
90 cm	Sprekk	Ok	Ok	Brudd	Ok	Ok	Ok
100 cm	Sprekk	Sprekk	Ok	Brudd	Ok	Ok	Ok
110 cm	Sprekk	Sprekk Brudd	Ok	-	Sprekk	Ok	Ok
120 cm	Sprekk	Brudd	Sprekk	-	-	Ok	-

7.3.2 Egenskaper i varmt vær

Brøytestikkens egenskaper i varmt vær adresseres ved hjelp av en bøyetest. Testen gjennomføres i romtemperatur ved at stikkene spennes opp horisontalt og påføres belastning i form av lodd. Disse veier 400 gram og festes 10 cm inn på stikkens frie ende. Nedbøyningen måles etter en time med belastning. Loddene fjernes så og tilbakegangen måles etter nok en time. Det er ønskelig med størst mulig tilbakegang, mens nedbøyningen ikke bør overstige 40 cm for en 25 mm tykk og 180 cm langt stikk.

Siden stikkene som ble testet denne vinteren var både lengre (270 cm) og tykkere (32 mm) enn det som normalt benyttes, ble bøyetesting gjennomført med både 180 og 270 cm lange varianter av de aktuelle stikketyperne.

Av tabell 10 og 11 ser en at det var stor forskjell på nedbøyningen for 32-33 vs. 25-26 mm tykke stikker. PC stikkene var stivest, med en nedbøyning (180 cm lengde) omkring 10 cm, nedbøyningen for tilsvarende PP stikker var i størrelsesorden 20 cm, mens den for de ordinære PP stikkene (25-26 mm) var 35-40 cm. Tilbakegangen, dvs. avviket fra utgangsposisjonen, sees også å være best for de stiveste stikkene.

Tabell 10: Oversikt nedbøyning og tilbakegang ifbm bøyetest (180 cm lengde)

Nedbøyning	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP gul*_f	PP rød_o	
m/veker	11	11	19,5	18,5	23	20,5	[cm]
u/veker (etter)	0,5	0,5	2,5	2	2	3	[cm]

Tabell 11: Oversikt nedbøyning og tilbakegang ifbm bøyetest (180 cm lengde), forts

Nedbøyning	PP rød_o (kl. 3 refleks)	PP rød_s	PP rød_s*	PP rød_o Ø26 mm (P)	PP rød_o Ø25 mm (A)	
m/vekter	20	23	23,5	42,5	33	[cm]
u/vekter (etter)	3	3,5	3,5	6,5	3,5	[cm]

Tabell 12 og 13 viser utfallet av bøyetesten ved 270 cm lengde. Her ble kun et utvalg stikker testet, derav manglende data for PC gul_f, PP rød_o (kl. 3 refleks) og PP rød_s. Ordinære stikker (25-26 mm) vil det ikke være aktuelt å teste, eller benytte, i 270 cm lengde.

Av tabellen ser en at forskjellene naturlig nok ble mye større når en testet ved full lengde (270 cm). For PC stikken var nedbøyningen nå omkring 40 cm, mens den for tilsvarende PP stikker var i størrelsesorden 65-75 cm. Forskjellene med tanke på tilbakegang ses også å være større ved testing i full lengde.

Tabell 12: Oversikt nedbøyning og tilbakegang ifbm bøyetest (270 cm lengde)

Nedbøyning	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP gul*_f	PP rød_o	
m/vekter	38,5	-	68	64	75	68	[cm]
u/vekter (etter)	1,5	-	15	12	14	13	[cm]

Tabell 13: Oversikt nedbøyning og tilbakegang ifbm bøyetest (270 cm lengde), forts

Nedbøyning	PP rød_o (kl. 3 refleks)	PP rød_s	PP rød_s*	PP rød_o Ø26 mm (P)	PP rød_o Ø25 mm (A)	
m/vekter	-	-	78	-	-	[cm]
u/vekter (etter)	-	-	16	-	-	[cm]

7.4 Langtidstesting av egenskaper i felt

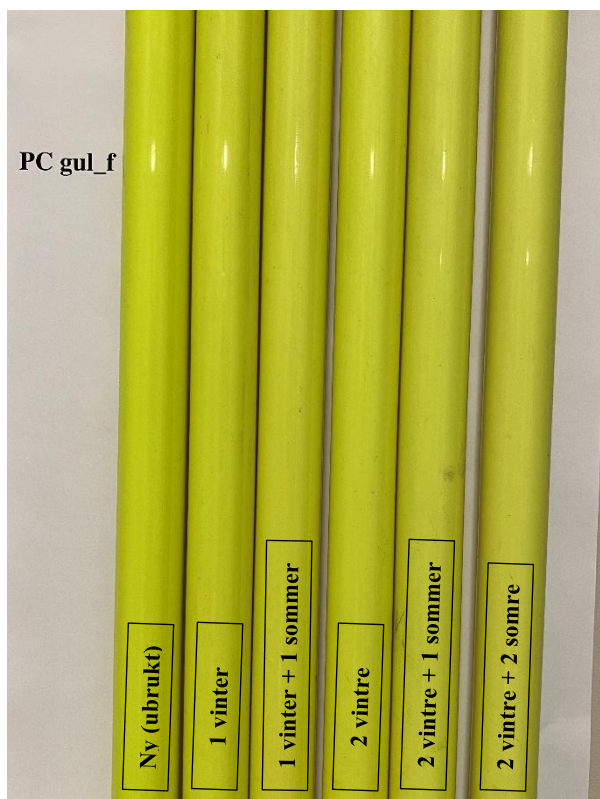
Resultatene fra langtidstesting viser så langt at fluoriserende PP raskt taper farge og fluorescens. Fluoriserende PC holder godt på fargen, det samme gjelder ordinær PP. Ifølge Ivar Opås samsvarer dette med det de tidligere har erfart knyttet til fluoriserende PP ved Våler Vekst. Opås har forhørt seg med flere stikkeprodusenter om farge- og fluorescensbestandigheten til PP stikker kan bedres gjennom å øke tilsatt mengde farge- og fluorescensstoff i produksjonen, men fått til svar at dette ikke vil være tilfelle. Bildene i figur 46 til 52 viser utviklingen per stikketype fra ny (ubrukt), via stått ute 1 vinter, 1 vinter + 1 sommer, 2 vintre, 2 vintre + 1 sommer til stått ute 2 vintre + 2 somre.



Figur 46: Bambus 26/28 mm



Figur 47: PC rød_f



Figur 48: PC gul_f



Figur 49: PP rød_f



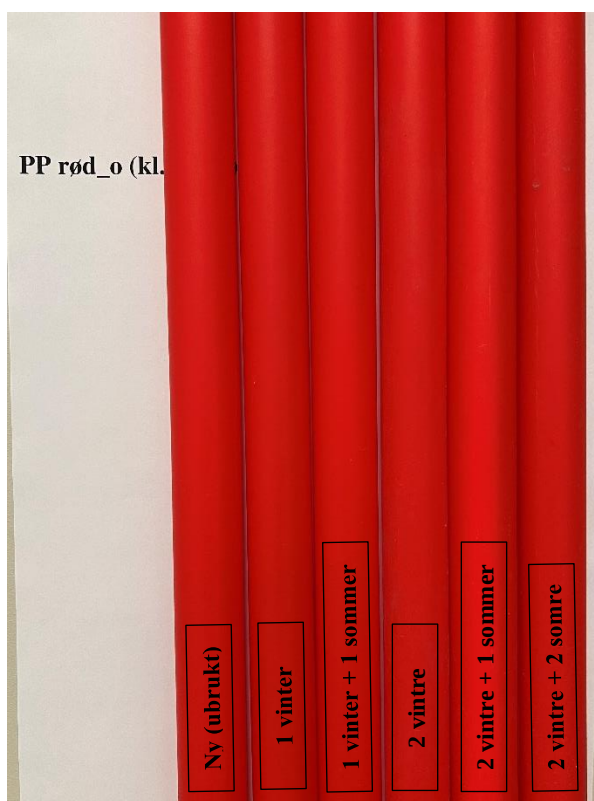
Figur 50: PP gul_f



Figur 51: PP gul*_f



Figur 52: PP rød_o



Figur 53: PP rød_o (kl. 3 refleks)



Figur 54: PP rød_s

Fargetapet for fluoriserende PP, jfr. figur 49 til 52, er synlig alt etter en vinter. En vil her i tillegg anføre at fargetapet, med det blotte øye, er tydeligere, etter en vinter, enn det som fremgår av bildene, særlig for PP rød_f. Lysmengde og bakgrunn har nok betydning i så måte. Ute i felt var det tydelig at de fluoriserende røde PP stikkene hadde tapt seg en god del i løpet av den første vinteren.

For de øvrige stikketyperne er det kun snakk om mindre fargeendringer. De har nok tapt seg noe etter å ha stått ute i to vintre og to somre, selv om dette ikke fremgår i særlig grad av bildene, men fargetapet kan nok karakteriseres som beskjedent.

I juni 2024 ble det gjennomført en laboratorietest av stikker som hadde stått ute to vintre, se tabell 14 til 16. Kun PP rød_f ble testet da dette var den eneste typen som hadde stått ute, langs vei, i to vintre. Data for PP rød_f (ny) er hentet fra testene i november 2022, jfr. avsnitt 5.3 og tabell 8, 10 og 12 i avsnitt 7.3.1 og 7.3.2 over.

Av tabell 14 til 16 ser en at stikkene ser ut til å være en del svekket etter å ha stått ute i to vintre. Plastblandingen ser ut til å ha blitt stivere. Dette ser en av at nedbøyningen, jfr. tabell 15 og 16, er redusert fra da stikken var ny. Stivere plastblanding gjør stikken svakere i kaldt vær. Stikken går lettere til brudd. Dette avsløres gjennom slag-/kuldetesten, se tabell 14. Av dataene i tabell 14 ser en at samtlige stikker som hadde stått ute i to vintre ble skadet eller gikk til brudd ved fallhøyde 90 cm, mens den tålte denne, samt også tøffere påkjenning, da stikken var ny.

Tabell 14: Oversikt utfall slag-/kuldetest

Fallhøyde giljotin	PP rød_f (ny)	PP rød_f (to vintre)	PP rød_f (to vintre)	PP rød_f (to vintre)
70 cm	-	Sprekk	-	-
90 cm	Ok	Brudd	Sprekk	Sprekk
100 cm	Sprekk	-	Sprekk	Sprekk
110 cm	Ok	-	Brudd	Brudd
120 cm	-	.	-	-

Tabell 15: Oversikt nedbøyning og tilbakegang ifbm bøyetest (180 cm lengde)

Nedbøyning	PP rød_f (ny)	PP rød_f (to vintre)	PP rød_f (to vintre)	PP rød_f (to vintre)	
m/vekter	19,5	16,0	16,5	16,5	[cm]
u/vekter (etter)	2,5	2,0	2,5	2,5	[cm]

Tabell 16: Oversikt nedbøyning og tilbakegang ifbm bøyetest (270 cm lengde)

Nedbøyning	PP rød_f (ny)	PP rød_f (to vintre)	PP rød_f (to vintre)	PP rød_f (to vintre)	
m/vekter	68,0	62,5	62,0	62,5	[cm]
u/vekter (etter)	15,0	13,0	13,0	13,0	[cm]

7.5 Tilbakemeldinger og erfaringer fra øvrige områder

Øystein Larsen i SVV har fått tilbakemelding fra byggeleder på Bjørnfjell om at farge og fluoriserende egenskaper avtok raskt for de fluoriserende stikkene som hadde blitt benyttet der. Larsen har vært i kontakt med flere omkring temaet, men erfart at det var lite erfaring med fluoriserende brøytestikk rundt omkring.

Knyttet til skrubrøytestikk er tilbakemeldingene fra vinteren 2022/2023 gode. Larsen har fått tilbakemelding fra høyfjellskontrakten i område vest. Herfra ble det rapportert om lite skader og svinn. Bård Nonstad i SVV har fått lignende tilbakemelding fra Hemnekjølen i Trøndelag. Lite skade og svinn, på tross av kulde og lite snø, med tilhørende tøff påkjenning på skruen.

Larsen har ellers fått tilbakemelding om at det benyttes en del bambus på høyfjellsoverganger. Tilbakemeldingene gikk på at dette stort sett fungerte greit, men at synligheten ikke var den beste.

8. Oppsummering – konklusjon

De seneste vintrene har det blitt jobbet mye med ulike temaer knyttet til brøytestikk. Arbeidet ble påbegynt vinteren 2019/2020 og videreført vintrene 2020/2021 og 2021/2022. Disse vintrene lå mye av fokuset på mulige alternativer til bambus og plast, og utvidelse av kunnskapsgrunnlaget blant annet med tanke på synlighets- og funksjonalitetssegenskaper, for både eksisterende og nye typer brøytestikk. Arbeidet disse vintrene er oppsummert i notat av Nonstad og Larsen (2020) (1), rapport av Galaaen (2021) (2), Statens vegvesens rapport 886 (2021) (2) og Statens vegvesens rapport 887 (2022) (4).

Vinteren 2022/2023 gikk en fra brøytestikk for ordinære forhold til brøytestikk for særlig krevende forhold. På slike værutsatte strekninger, som høyfjell og fjelloverganger, kan det være behov for både ekstra styrke og ekstra gode synlighetssegenskaper. Fluoriserende brøytestikk benyttes i noen grad på slike strekninger av synlighetshensyn, men objektiv kunnskap knyttet til forskjellen mellom fluoriserende og ordinære syntes ikke å foreligge. Styrkeegenskapene påvirkes blant annet av typen plast som benyttes og plastblandingens sammensetning. Brøytestikk lages normalt av polypropylen (PP) plast. Polykarbonat (PC) er en sterkere plasttype, men benyttes kun i liten grad til brøytestikk. Heller ikke her fantes det dokumentert kunnskap omkring mulige forskjeller mellom plasttypene. Egenskapsutvikling over tid, herunder eksempelvis fargetap og svekkelse som følge av påkjenning fra vær og vind, var likedan aspekter en ønsket å se på og dokumentere.

Prøvefelt ble etablert langs E6 på Saltfjellet i Nordland og ved Bjorli flyplass i Innlandet. Synlighetsegenskapene har blitt fulgt opp og vurdert på Saltfjellet, mens styrketesting ble gjennomført på Bjorli, samt i laboratorium ved Våler Vekst AS. Prøvefelt for langtidstesting av egenskaper befinner seg ved Sørrelva Brøytestasjon på Saltfjellet. Her pågår testingen fremdeles, men en har p.t. resultater fra 1 vinter, 1 vinter + 1 sommer, 2 vintre, 2 vintre + 1 sommer samt 2 vintre + 2 somres påkjenning av sol, lys, vær og vind.

Resultatene oppsummeres etter dette som følger, jfr. også sammenfatning av egenskaper i tabell 17:

1. Synlighet:

- a. Røde fluoriserende stikk vurderes som best totalt sett.
- b. Fluoriserende stikk vurderes som bedre på høst og vår, i grålysningen og skumringen, samt i forbindelse med fukk i dagslys.
- c. Gule fluoriserende stikk scorer bra på høsten, før snøen kommer, men faller igjennom og vurderes som dårligere enn ordinære, ikke fluoriserende stikk, når vinteren har satt inn.
- d. Liten eller ingen forskjell mellom fluoriserende og ordinære stikker i mørket. Ordinære stikker med klasse 3 refleks oppnår score på linje med fluoriserende stikk med klasse 2 refleks i de mørkeste vintermånedene.
- e. Røde fluoriserende stikk vurderes som en god del bedre enn ordinære røde, og klart bedre enn gule fluoriserende i forbindelse med kolonnekjøring vinterstid i dagslys.
- f. Bambusstikker oppnår gjennomgående en del dårligere score enn røde og gule plaststikk.

2. Funksjonalitet:

- a. Samtlige stikketyper gikk greit å sette maskinelt. Her må likevel tilføyes at høy stivhet og glatt overflate kan tenkes å gjøre PC stikkene mer krevende både å få satt opp og tatt ned.
- b. Skadeprosent denne vinteren i størrelsesorden 5% for plast og 20% for bambus.
- c. Bambusstikkene tålte påkjenningen fra slag dårlig. PP stikkene tålte jevnt over påkjenningen bra, men begynte å svikte ved 4-5 gangs påkjenning i kaldt vær. I varmere vær tålte de som forventet påkjenningen bedre. Ingen PC stikker ble skadet som følge av påkjenningen, verken i kaldt eller varmere vær.

- d. Brøystestikk av PC plast ser ut til å være meget sterke. Styrkemessig kan de tenkes å være for sterke da de ble slitt opp av hullet og liggende delvis forvridd i veien ved direkte påkjørsel av plogen.
3. Langtidseffekt:
- Fluoriserende stikk av PP plast taper raskt farge og fluorescens. Tapet er tydelig alt etter en vinters bruk og ville trolig hatt betydning om synlighetsegenskapene ble vurdert andre eller tredje vinter stikkene stod ute. Dette må hensyntas i en totalvurdering når en velger eller legger føringer for hvilken type stikk som skal benyttes i en kontrakt etc.
 - Ordinære stikker av PP plast holder godt på fargen. Det samme gjelder for fluoriserende PC.
 - For stikker av PP plast endret styrkeegenskapene seg ilt to vintres bruk. Laboratorietester viser at plastblandingen hadde blitt stivere, hvilket gjør stikken mindre motstandsdyktige mot påkjenning i lave temperaturer.

Tabell 17: Sammenfatning egenskaper – brøystestikker for særlig krevende forhold

Egenskap/aspekt	Bambus (26/28 mm)	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f	PP gul*_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refleks)	PP rød_s
Synlighet									
Synlighet mørke									
Synlighet kolonne ²									
Fargebestandighet									
Transport, håndtering									
Utsetting									
Behov resetting									
Lagring									
Gjenbruk									
Levetid									
Bruddflater, risiko stikkerester									
SHA og trafiksikkerhet									
Nedtaking	Ikke utført/vurdert								
Miljøbelastning, klima	Ikke utført/vurdert								
Miljøbelastning, forurensing	Ikke utført/vurdert								

² Gjelder synlighet ifbm krevende forhold (kolonnekjøring og fokk) i dagslys.

Symbolforklaring og kommentarer til tabell 17

God		Sammenfatningen i tabell 17 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		

Konklusjonen blir etter dette at røde fluoriserende brøytestikk gir noe bedre synlighet enn ordinære brøytestikker. Forskjellene er størst i dagslys og en del situasjoner, så som grålysning, skumring og snøfokk i dagslys, der bedret synlighet kan ha betydning både med tanke på trafikkavvikling og trafiksikkerhet. Gule fluoriserende stikker vises bra på høsten, mot mørk bakgrunn, men gir langt dårligere synlighet enn røde stikker, ordinære og fluoriserende, mot hvit bakgrunn på vinteren og våren. Ordinære røde brøytestikk av PP plast med klasse 3 refleks gir i de mørkeste vintermånedene synlighet omtrent som en fluoriserende rød stikk med klasse 2 refleks, og kan med det være et bra alternativ til fluoriserende stikk, særlig om en tar hensyn til at fluoriserende PP stikker raskt taper farge og fluorescens. Brøytestikk av PC plast har gode styrke- og fargebestandighetsegenskaper, men vurderes, på grunn av blant annet pris, å være mindre aktuell til bruk i større skala.

Basert på en samlet vurdering anses ordinære røde brøytestikk, dvs. ikke fluoriserende, av PP plast, med klasse 3 refleks, som det beste alternativet på særlig værutsatte og krevende veistrekn timer, så som høyfjellsveier og fjelloverganger.

Konklusjonen gjelder for stikkene som har blitt testet og arbeidet som er utført vinteren 2022/2023, samt oppfølging av langtidseffekter i 2024.

9. Videre arbeid

Følgende forslag til videre arbeid lanseres basert på arbeidet som er utført vinteren 2022/2023:

- Refleksen her mest å si for synligheten i mørket. Folieklasse og mengde er derfor viktig. Eventuelle fargekombinasjoner kan også ha betydning for synlighetsegenskapene under ulike forhold. Gul refleks på røde stikk kan eksempelvis tenkes å være fordelaktig totalt sett, jfr. gule fluoriserende stikkens gode egenskaper på høsten.
- Knyttet til refleks anser en det også for aktuelt å se på langtidsegenskapene. Dersom refleksjonsegenskapene avtar mye i løpet av en sesong eller to kan dette være noen en bør hensyntas i krav og i forbindelse med innkjøp.

10. Referanser

- (1) Nonstad, B. og Larsen, Ø., 2020, «Oppsummering av erfaringer med brøytestikk og prøvefelt vinteren 2019/20», notat datert 26.06.2020.
- (2) Galaaen, J.S., 2021, «Livsløpsanalyser og -vurderinger for brøytestikker», RAPPORT Multiconsult DATO / REVISJON: 13. september 2021 / 03 DOKUMENTKODE: 10224473-01-RIM-RAP-001
- (3) Bolme, I., 2021, «Test av brøytestikk vinteren 2020/2021. Synlighet, funksjonalitet og miljøbelastning for ulike typer brøytestikk», SVV rapport 886, 2021.
- (4) Bolme, I., 2022, «Test av brøytestikk vinteren 2021/2022. Synlighet og funksjonalitet – nye typer trestikk vs. bambus og plast», SVV rapport 887, 2022.
- (5) Statens vegvesen, 2014, «Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger», håndbok Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2014.
- (6) <https://seklima.met.no>
- (7) <https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescence>

f.bak plasttyppen (for eksempel PC gul_1) indikerer at stikken er fluoriserende. En o.bak plasttyppen indikerer da at stikken er en ordinær (ikke fluoriserende) stikke. Den ene stikken med s.bak plasttyppen er en stik med innsjopt selvlysende stripe som har forbindelse i retningsskjemaet.

Stikkertypen PP gul_1 f.bak sat ut i uke 44 (erstatte 10 av de opprinnelige gul_1) med en type fluoriserende gul_1 stikker med skarpe kantene (mer som PC gul_1).

Navn:

[illegible]

Vedlegg 2 – Registreringsskjema funksjonalitet

Skjema for skade- og resettingsregistrering test av fluoriserende brøytestikk vinteren 2022/2023: E6 Saltfjellet

Navn:

Felt 1: retning fra sør mot nord

Dato	Kl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Kommentarer
PP rød _s 2x kl. 2 refleks	Felt 1																					
PP rød _o 2x kl. 3 refleks	Felt 1																					
PP rød _o 2x kl. 2 refleks	Felt 1																					
PP gul _f 2x kl. 2 refleks	Felt 1																					
PP gul* _f 2x kl. 2 refleks	Felt 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
PP rød _f 2x kl. 2 refleks	Felt 1																					
PC gul _f 2x kl. 2 refleks	Felt 1																					
PC rød _f 2x kl. 2 refleks	Felt 1																					
Bambus 26/28 mm	Felt 1																					

Forklaring/koder for utfylling:

- = OK

B = Borte

V = Vellet

P = Påkjørt

Kp = Kuttet plog (ved roten)

Sk = Skadet_knekt

Ss = Skadet_spræret

Sb = Skadet_bøyd/kroknet

Sl = Skadet_snølast (kramsnø, stort snøfall)

Sp = Skadet_sprøbrudd

Sn = Skadet_nedtagning av kant

Su = Skadet_kantutslag

Sf = Skadet_fresing

A = Annet (skriv kommentar)

f bak plasttypen (for eksempel PC rød_f) indikerer at stikken er fluoriserende. En o bak plasttypen indikerer da at stikken er en ordinær (ikke fluoriserende) stikke. Den ene stikken med s bak plasttypen er en stikk med innstøpt stikketypen PP gul*_f ble satt ut i uke 44 (erstattet 10 av de opprinnelige gule (PP gul_f) med en type fluoriserende gule PP stikker med skarpere gulffarge (mer som PC gul_f)).

Felt 2: retning fra nord mot sør

Dato	KI	Stikke nr																			Kommentarer	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
Bambus 26/28 mm	Felt 2																					
PC rød_f 2x kl. 2.refleks	Felt 2																					
PC gul_f 2x kl. 2.refleks	Felt 2																					
PP rød_f 2x kl. 2.refleks	Felt 2																					
PP gul_f 2x kl. 2.refleks	Felt 2										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
PP gul*_f 2x kl. 2.refleks	Felt 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
PP rød_o 2x kl. 2.refleks	Felt 2																					
PP rød_o 2x kl. 3.refleks	Felt 2																					
PP rød_s 2x kl. 2.refleks	Felt 2																					

Forklaring/koder for utfylling:

- = OK

B = Borte

V = Vellet

P = Påkjørt
- Kp = Kuttet plog (ved roten)

Sk = Skadet_knekt

Ss = Skadet_splærret

Sb = Skadet_bøyd/kroknet
- Sl = Skadet_snløst (kramsø, stort snøfall)

Sp = Skadet_sprøbrudd

Sn = Skadet_nedtagning av kant

Su = Skadet_kanturslag
- Sf = Skadet_fresing

A = Annet (skriv kommentar)

f bak plasttypen (for eksempel PC rød_f) indikerer at stikken er fluoriserende. En o bak plasttypen indikerer da at stikken er en ordinær (ikke fluoriserende) stikke. Den ene stikken med s bak plasttypen er en stikk med innstøpt stikketypen PP gul*_f ble satt ut i uke 44 (erstattet 10 av de opprinnelige gule (PP gul_f) med en type fluoriserende gule PP stikker med skarpere gulffarge (mer som PC gul_f)).

Vedlegg 3 – Registreringer utsetting Bjorli og Saltfjellet

	Bambus (26/28 mm)	PC rød_f	PC gul_f	PP rød_f	PP gul_f
Vekt 25 stk ³ stikker	16105	16935	16979	13051	10443
Egenvekt stikk	700	677	679	522	522
Vekt pr meter	259	251	252	193	193
Tidsbruk utsetting Saltfjellet (F1)	13 min 10 sek	17 min 40 sek	15 min 40 sek	-	10 min 40 sek
Tidsbruk utsetting Saltfjellet (F2)	09 min 00 sek	10 min 40 sek	13 min 27 sek	-	08 min 40 sek
Tidsbruk utsetting Bjorli (flystripa)	15 min 30 sek	18 min 25 sek	16 min 06 sek	16 min 15 sek	15 min 56 sek
Kommentar utsetting Saltfjellet	Hentet 2 stk en gang. Ingen problemer som for PC stikkene. Så at matehjulene gled på bambusen i en del tilfeller og at en fikk satt det på første forsøk selv om de ikke gikk helt ned i hullet. Utsetting gikk bra (1 feilslag). Magasin ikke riktig justert.	Problemer som for PC gul_f ifbm setting.	Trøbbel med å få satt stikken. PC stikkene er stivere enn PP stikkene. PP bøyer/føyer seg i større grad etter hullet i stedet for å gå i kanten/veggen av hullet. Måtte spett på nytt i stor grad for å få satt stikken.	Utsatt tidligere => ingen data	Ingenting notert
Kommentar utsetting Bjorli	Arma på setteren var også litt for kort for slike lange stikker => noe ekstra tidsbruk som følge av dette. Benyttet 35 mm spett.	Byttet til 46 mm spett etter denne, dvs. at PC rød_f ble satt med 35 mm spett.	Ingenting notert	Ingenting notert	Ingenting notert

i. Tidsbruk utsetting 20 stk stikk per felt på Saltfjellet og 14 stk stikk på Bjorli

³ 23 stk for Bambus (26/28 mm), 20 stk for PP gul_f

	PP gul*_f	PP rød_o	PP rød_o (kl. 3 refleks)	PP rød_s	PP rød_s*
Vekt 25 stk ⁴ stikker	-	12894	13231	9460	11027
Egenvekt stikk	-	516	529	450	441
Vekt pr meter	-	191	196	167	163
Tidsbruk utsetting Saltfjellet (F1)	-	09 min 04 sek	07 min 44 sek	15 min 40 sek	-
Tidsbruk utsetting Saltfjellet (F2)	-	10 min 05 sek	-	-	-
Tidsbruk utsetting Bjorli (flystripa)	-	17 min 05 sek	14 min 53 sek	17 min 10 sek	15 min 22 sek
Kommentar utsetting Saltfjellet	PP gul_f* ble satt senere (en del av PP gul_f stikkene ble erstattet med PP gul_f*), derav ingen data	Hentet 2 stk en gang.	Ingen feilslag. Ivar Opås "hjalp til" noe. Tidsforbruket mm ville kanskje blitt høyere uten Ivar bakpå. Ivar sto bakpå og hjalp til i samtlige tilfeller unntatt for PP rød_s felt 1.	Tidsforbruk F1 inkl. spettbytte og div henteproblemer. Ivar Opås satt ikke bak på planet og "rettet" på stikk i magasinet mm	Ikke satt ut E6 Saltfjellet. Kun satt ut på Bjorli.
Kommentar utsetting Bjorli	Ikke satt ut Bjorli. Kun satt ut på E6 Saltfjellet.	Ingenting notert	Ingenting notert	Ingenting notert	Ingenting notert

i. Tidsbruk utsetting 20 stk stikk per felt på Saltfjellet og 14 stk stikk på Bjorli

⁴ 21 stk for PP rød_s



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