

Test av refleks til brøytestikk

Synlighet for ulike farger, typer, mengder og kombinasjoner av refleks

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 1057



Tittel

Test av refleks til brøytestikk

Undertittel

Synlighet for ulike farger, typer, mengder og kombinasjoner av

Forfatter

Inge Bolme, Veidekke Industri
Kompetansenteret

Avdeling

Teknologi Drift og vedlikehold

Seksjon

Drift

Prosjektnummer

C13434 FOUI Vinterdrift

Rapportnummer

1057

Prosjektleder

Øystein Larsen

Godkjent av

Bård Nonstad

Emneord

Brøytestikk, refleks, prøvefelt

Sammendrag

Vinteren 2023/2024 ble det gjennomført en test av ulike farger, mengder og kombinasjoner av refleks til brøytestikk for særlig krevende forhold. Det har gjennom mange år blitt jobbet mye med ulike tema i tilknytning til brøytestikk. Arbeidet, erfaringene og resultatene beskrevet i denne rapport føyer seg derfor inn i en rekke av rapporter knyttet til brøytestikk.

Samlet sett vurderes ordinær gul, dvs. ikke fluoriserende, refleks i folieklasse 3 som det beste alternativet på særlig krevende og værutsatte veistreknings. Brøytestikk for slike forhold bør videre utrustes med to 10 cm høye refleksfelt montert 1 og 2 meter over bakken.

Title

Test of reflectors for snow poles

Subtitle

Visibility of different colors, types, quantities, and combinations of reflectors

Author

Inge Bolme, Veidekke Industri
Kompetansenteret

Department

O&M Technology

Section

Operations Support

Project number

C13434 FOUI Vinterdrift

Report number

1057

Project manager

Øystein Larsen

Approved by

Bård Nonstad

Key words

Snow poles, reflectors, field test

Summary

During the winter of 2023/2024, a test was conducted on various colors, quantities, and combinations of reflectors for snow poles under particularly challenging conditions. Over many years, extensive work has been done on various topics related to snow poles. The work, experiences, and results described in this report therefore add to a series of reports related to snow poles. Ordinary yellow reflectors in class 3 are considered the best option for particularly demanding and weather-exposed road sections. Snow poles for such conditions should also be equipped with two 10 cm high reflective fields mounted 1 and 2 meters above the ground.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Summary	2
1. Innledning	3
2. Bakgrunn.....	4
3. Refleks til brøytestikk	5
3.1 Generelt	5
3.2 Krav til refleks til brøytestikk	5
4. Reflekstyper	7
5. Aktiviteter	8
5.1 Prøvefelt vei	8
5.2 Retrorefleksjonsmåling	12
5.3 Langtidstesting av egenskaper i felt.....	13
6. Resultater og vurderinger	15
6.1 Synlighet prøvefelt vei	15
6.2 Retrorefleksjonsmålinger.....	20
6.3 Langtidstesting av egenskaper i felt.....	21
6.4 Kravbeskrivelse til brøytestikk og refleks.....	23
7. Oppsummering – konklusjon	25
8. Forslag til videre arbeid	28
9. Referanser.....	29
Vedlegg 1 – Registreringsskjema synlighet	30
Vedlegg 2 – Retrorefleksjonsmålinger (alle serier).....	31

Sammendrag

Vinteren 2023/2024 ble det gjennomført en test av ulike farger, mengder og kombinasjoner av refleks til brøytestikk for særlig krevende forhold. Det har gjennom mange år blitt jobbet mye med ulike tema i tilknytning til brøytestikk. Arbeidet, erfaringene og resultatene beskrevet i denne rapport fører seg derfor inn i en rekke av rapporter knyttet til brøytestikk.

I alt 11 ulike reflekstyper og reflekskombinasjoner har blitt testet. Ordinær hvit, gul, rød, grønn og blå, samt fluoriserende oransje og gul, samtlig i folieklasse 3, har blitt prøvd ut og sammenlignet med ordinær hvit klasse 2 refleks. Prøvefeltet ble etablert langs E6 på Saltfjellet. I tillegg har en hatt refleksprøver stående ute ved Sørrelva Brøytestasjon med tanke på oppfølging av langtidsegenskaper. Her pågår testingen fortsatt.

Ordinær gul (dyp gul) refleks vurderes som best, men forskjellen mellom gul og hvit er ikke veldig stor. Dobbel mengde refleks gir bedre synlighet, men dobbel mengde hvit refleks i folieklasse 3 vil i enkelt tilfeller virke blendene. Fluoriserende refleks gir noe bedre synlighet i dagslys, men vurderes som dårligere enn ordinære i mørket. Ordinær rød, grønn og blå, samt fluoriserende oransje, klasse 3 refleks vurderes som dårligere enn ordinær hvit klasse 2 refleks. Knyttet til langtidsegenskaper så viser retrorefleksjonsmålingene så langt at refleksene ikke har tapt seg nevneverdig som følge av ett års påkjenning og bruk. Samlet sett vurderes ordinær gul, dvs. ikke fluoriserende, refleks i folieklasse 3 som det beste alternativet på særlig krevende og værutsatte veistrekninger. Brøytestikk for slike forhold bør videre utrustes med to 10 cm høye refleksfelt montert 1 og 2 meter over bakken.

Summary

During the winter of 2023/2024 tests regarding reflectors for snow poles were carried out. Topics such as colours, amounts and combinations of reflectors for severe conditions, e.g. mountain passes, were studied. Property development for reflectors over time have also been addressed and studied. A lot of work has been conducted by the Norwegian Public Road Administration regarded snow poles over the past few years. This report is therefore one out of several related to snow poles.

A total of 11 different class 3 reflector types and combinations have been tested. Ordinary, i.e. non-fluorescent white, yellow, red, green and blue, as well as fluorescent orange and yellow have been compared with ordinary white class 2 reflectors. The tests were carried out along E6 Saltfjellet in the northern parts of Norway.

Yellow (deep yellow) non-fluorescent reflectors were found to be best, slightly better than ordinary white. Twice the amount of reflectors were found to be good in terms of visibility, but to some extent blinding. Fluorescent reflectors provided somewhat better visibility in daylight, while they were outperformed by ordinary in the dark. Further ordinary red, green and blue, as well as fluorescent orange, ended up being evaluated as less visible than ordinary white class 2 reflectors. In terms of long-time properties retroreflection measurements so far indicates no significant degradation due to one winter's strain and wear. As to conclude non-fluorescent yellow class 3 reflectors are, based on an overall assessment, considered to be the best alternative for severe conditions. Snow poles for such conditions should be equipped with two 10 cm high reflectors mounted 1 and 2 meters above the ground.

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 2023/2024 har det blitt jobbet med testing av refleks til brøytestikk. Denne rapporten oppsummerer arbeidet som har blitt gjort, erfaringene og resultatene fra testingen. Øystein Larsen har vært ansvarlig for gjennomføringen fra SVV sin side. I tillegg har Erling Hansen fra SVV og Tor Ottar Emanuelsen Sandberg fra Mesta, begge tilknyttet driftskontrakt Dk 9502 Salten, samt Thor Arnstein Berg fra Våler Vekst og Ivar Opås tidligere Våler Vekst vært sentrale. Takk ellers til byggherre lokalt og driftsentreprenør 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 påbegynt vinteren 2019/2020 og videreført vintrene 2020/2021, 2021/2022 og 2022/2023. De første vintrene ble det jobbet med å dokumentere en del aspekter knyttet til synlighet og funksjonalitet for ordinære brøytestikk av bambus og plast, samt alternativer av furu og pil. Deretter, vinteren 2022/2023, ble fokuset rettet mot fluoriserende stikker, dvs. brøytestikk for særlig krevende forhold, før det, som en forlengelse av dette arbeidet, ble bestemt å videreføre testingen med tanke på mulige alternativer knyttet til refleks – farger, typer, mengder og kombinasjoner – for særlig krevende forhold.

Arbeidet fra tidligere år er oppsummer i henholdsvis notat av Nonstad og Larsen (2020) (1), rapport av Galaaen (2021) (2) samt Statens vegvesens rapport 886 (2021) (3), Statens vegvesens rapport 887 (2022) (4) og Statens vegvesens rapport 1023 (5).

3. Refleks til brøytestikk

3.1 Generelt

Brøytestikk er viktig i et drifts- og trafikksikkerhetsperspektiv. Brøytestikkene har en viktig funksjon og skal blant annet gi optisk ledning i forhold til veikant. Refleks er viktig i så måte når det er mørkt. I mørket vil det primært være refleksene en ser. Krav eller ønsker til synlighet må samtidig vurderes opp imot ulike andre hensyn. For mye refleks kan eksempelvis virke blendende eller føre til at fotgjengere blir vanskeligere å oppdage.

3.2 Krav til refleks til brøytestikk

Statens vegvesens Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger (6) 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. Knyttet til refleks foreskriver R610 at: «Brøytestikk skal ha montert ett hvitt refleksfelt med folieklasse 2. Høyden på refleksfeltet skal være 10 cm. Underkant av refleksfeltet skal være 1 meter over vegbanen». R610 ble revidert høsten 2024. Kravene til refleks er ikke endret, men det er åpnet opp for at man lokalt kan beskriv bruk av både mer og kraftigere reflekstyper, jfr. R610 2024 utgave.

Det vises til Statens vegvesens Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr – Tekniske krav (7) mtp. folieklassifisering og tilhørende krav. Per i dag deles refleksfolier, for norske trafikkskilt, inn i tre folieklasser, folieklasse 1, 2 og 3, der klassene er bestemt ut fra foliens reflekterende egenskaper. Klasse 1 og klasse 2 refleks vil normalt være bygd opp av glassperler i henholdsvis plast og luft, mens en klasse 3 refleks er bygd opp av mikropriismer (7). Klasse 3 refleks gir best synlighet. Årsaken til at det er satt krav om klasse 2 refleks på brøytestikk henger sammen med at klasse 3 refleks kan virke blendende på mørke veier og, som nevnt over, trekke oppmerksomheten bort fra andre viktige objekter langs veien, for eksempel dyr, fotgjengere og andre gjenstander.

Det finnes ulike typer refleksjon. Diffus refleksjon inntreffer når lys faller inn mot en uregelmessig flate. Strålene reflekteres her i forskjellige retninger, det vil si spres. Speilende refleksjon innebærer at lys med en viss vinkel inn mot en flate reflekteres med en viss (tilsvarende) vinkel ut fra flaten. Retrorefleksjon er refleksjon at lys tilbake mot lyskilden. Refleksfolier utformes med tanke på best mulig effekt i så måte (8).

Flaters reflekterende egenskaper beskrives ved hjelp av faktorer eller koeffisienter. Luminansfaktor benyttes i forbindelse med diffus refleksjon, mot retrorefleksjonskoeffisient for retroreflekterende flater (8). Retrorefleksjonskoeffisienten er sentral i forhold til folieklasser og refleks. Koeffisienten benevnes R' og beregnes etter formelen (7):

$$\begin{aligned} R' &= I/E \text{ [cd/lx/m}^2\text{] der;} \\ I &= \text{Lysmengden som reflekteres fra 1 m}^2 \text{ av prøven som testes, målt i Candela (cd)} \\ E &= \text{Belysningsstyrken som faller inn mot testflaten målt i lux (lx)} \end{aligned}$$

Candela er måleenheten for lysstyrke. 1 cd tilsvarer «omtrent lysstyrken fra et stearinlys, når en ser rett inn i flammen» (9). Lux er måleenheten for belysningsstyrke (illuminans), og angir hvor mye

lys som faller inn på en flate. 1 lx er «illuminansen i én meters avstand fra en punktstråler som stråler likt i alle retninger og har en lysstyrke på en candela (cd)» (10). Retroreflekterende materialer kan ha en R'-verdi på flere hundre cd/lx/m², mens den for en diffust reflekterende flate maksimalt kan bli 1/π, tilsvarende omkring 0,3 cd/lx/m² (8). Dette sier en del om retroreflekterende materials egenskaper og kan muligens være noe vanskelig å forstå.

Enkelt forklart er retrorefleksjonskoeffisienten et mål på hvor godt hver arealenhet av refleksfolien utfører oppgaven med å returnere lyset den blir belyst med. Alternativt: «For hver kvadratmeter av folien får vi R' candela lysstyrke tilbake for hver lux vi sender mot den» (11).

Kravet¹ til R'-verdi, iht. R310, for en hvit refleksfolie i klasse 2 er 180 cd/lx/m². Typiske verdier for en ny refleks oppgis i R310 til å være 230 cd/lx/m², se tabell 1. Av tabell 1 ser en også krav og typiske verdier for andre folieklasser og foliefarger, samt at det er store forskjeller knyttet til både krav og retrorefleksjon for de ulike folieklassene og foliefargene. Ordinær hvit refleks gir best reflekterende egenskaper, mens rød, grønn og blå refleks-/foliefarge har langt dårligere egenskaper i så måte. Så kan det tenkes å være forskjell på målt refleksjon og hvordan synlighetsegenskapene vurderes gjennom det menneskelige øye.

Tabell 1: Typiske verdier og krav til retrorefleksjonskoeffisient for ulike typer refleks (7)

Folieklasse	Typiske R'-verdier (hvit folie)	Minstekrav til retrorefleksjon innenfor garantitiden iht. R310						
		Hvit_o	Gul_o	Rød_o	Grønn_o	Blå_o	Gul_f	Oransje_f
1	90	50	35	10	7	2	-	-
2	230	180	120	25	21	14	-	-
3	370-700	300	195	60	30	19	240	90

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

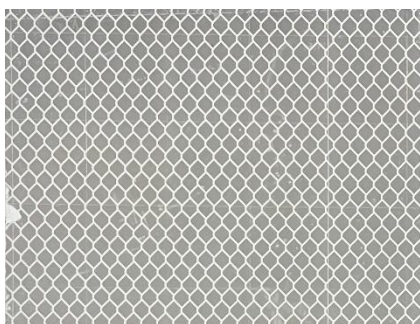
¹ Kravene til R'-verdier i R310 gjelder for refleksfolier til trafikkskilt innenfor garantitiden. «Garantitiden er 7 år for trafikkskilt med folieklasse 1, 10 år for trafikkskilt med folieklasse 2 og 12 år for trafikkskilt med folieklasse 3», jfr. R310. Refleks til brøytestikk må tilfredsstille kravene til R'-verdi i R310, men bestemmelsene om garantitid kommer ikke til anvendelse her da det er stor forskjell både på folien og belastningen for skilt vs. brøytestikk. Refleksfolie til brøytestikk kan ikke være for stiv da den skal monteres på en sylindrisk flate med liten diameter. Blir folien for stiv vil refleksjonen «slippe» fra stikken. Stivheten blir så stor at vedheftsstyrken til tapen/limet på refleksfolien overvinnes. Det er derfor en annen topp-coating på refleksfolie til brøytestikk kontra refleksfolier til trafikkskilt, hvilket er av betydning for hvor raskt refleksjonen taper seg (degraderes).

4. Reflekstyper

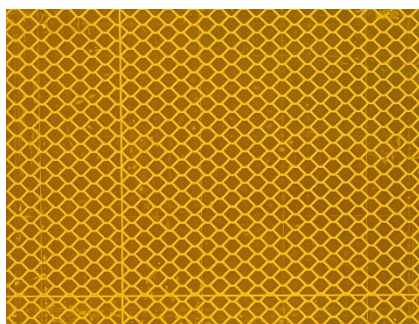
Figur 1 til 8 viser reflekstypene som ble testet vinteren 2023/2024. Notasjonen «f» indikerer at refleksen (reflekstapen) er fluoriserende, «o» indikerer at refleksen er en ordinær refleks, dvs. ikke fluoriserende, mens «*» benyttes for å skille ulike typer gul fluoriserende refleks fra hverandre. Gul_f* er av et annet fabrikkat og ble medtatt da den hadde en «skarpere» gulfarge og høy R'-verdi.

Alt av refleks til testen ble levert av Våler Vekst AS. Refleksene skulle være 10 cm brede, ha folieklasse 3 og være montert henholdsvis 1 m over bakken og 10 cm ned fra topp.

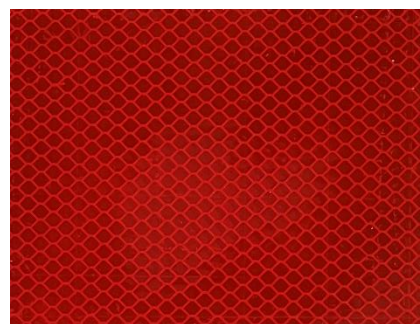
Refleksene ble montert på røde fluoriserende stikker, PP rød_f fra testene vinteren 2022/2023, jfr. Statens vegvesens rapport 1023, som hadde stått ute en vinter.



Figur 1: Hvit_o



Figur 2: Gul_o



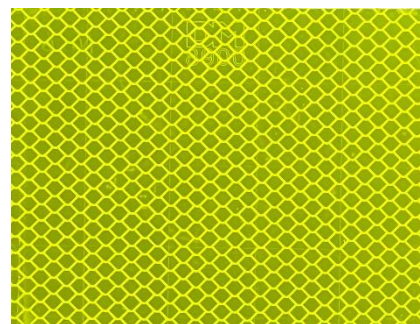
Figur 3: Rød_o



Figur 4: Grønn_o



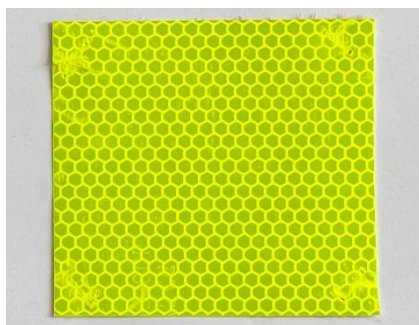
Figur 5: Blå_o



Figur 6: Gul_f



Figur 7: Oransje_f



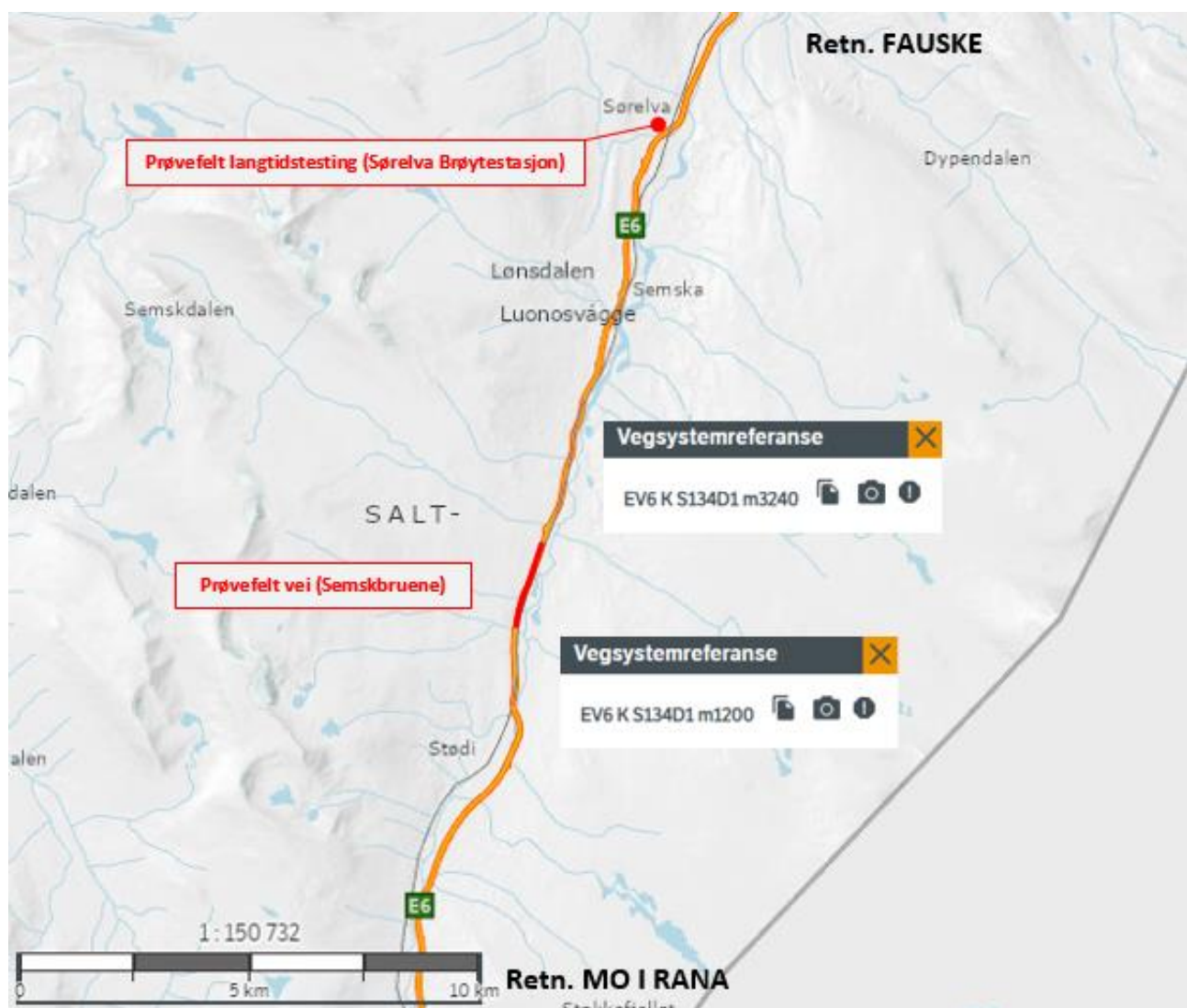
Figur 8: Gul_f*

5. Aktiviteter

Aktiviteten gjennom denne vinteren har vært begrenset til etablering og oppfølging av et prøvelfelt på E6 Saltfjellet. I tillegg har en hatt brøytestikk og refleksprøver ute til langtidstesting ved Sørrelva Brøytestasjon.

5.1 Prøvelfelt vei

Prøvelfelt vei ble etablert mellom Semsbruene på E6 Saltfjellet, se figur 9. Av figuren ser en også hvor Sørrelva Brøytestasjon er lokalisert. Ifølge vegdatabanken NVDB er ÅDT på strekningen i størrelsesorden 1200, men den er trolig lavere enn dette vinterstid slik som her.



Figur 9: Lokalisering av prøvelfeltet på E6 Saltfjellet.

Langs prøvestrekningen ble det satt ut i alt 11 ulike kombinasjoner av reflekstypene omtalt i kapittel 4, jfr. figur 1-8 foran. Det ble satt ut 5 par stikk for hver reflekstype/-kombinasjon. Mellom hvert felt med prøvestikker ble det satt ut 5 stikker (samme type stikk) med hvit klasse 2 refleks. Med 20 meters stikkeavstand og 11 ulike reflekstyper/-kombinasjoner ble feltlengden ca. 100 meter, mens

prøvefeltet totalt sett ble i overkant av 2 km langt. Oversikten nedenfor viser reflekskombinasjonene som ble testet. Primært 2x reflekser av samme type per stikk, men dobbel mengde («dobbel br.») for to kombinasjoner, samt to kombinasjoner av hvit og gul refleks på samme stikk, se figur 10-21.

Felt	Benevnning og type refleks	Kommentar
1	Hvit_o	
2	Gul_o	
3	Rød_o	
4	Grønn_o	
5	Blå_o	
6	Gul_f	
7	Oransje_f	
8	Hvit_o dobbel br.	2x refleks både oppe og nede
9	Gul_o dobbel br.	2x refleks både oppe og nede
10	Gul_f + Hvit_o	
11	Gul_f* + PP rød_o kl. 3	2x refleks oppe, PP rød_o kl. 3 – lik vinteren 2022/2023

Figur 10 til 21 viser de ulike prøverefleksene og reflekskombinasjonene oppsatt på E6 Saltfjellet den 11. oktober 2023. Bildene i figur 10 til 20 er tatt fra sør mot nord, mens bildet i figur 21 er tatt i motsatt retning. Sistnevnte bilde, samme refleks som i figur 11, ble medtatt for å illustrere at det kan være forskjell på målt refleksjon og hvordan synligheten oppfattes og vurderes i praksis, jfr. avsnitt 3.2 foran. Stikken/refleksen i figur 21 er her avbildet i motlys, mens bildene ellers er tatt i medlys.



Figur 10: Hvit_o (felt 1)



Figur 11: Gul_o (felt 2)



Figur 12: Rød_o (felt 3)



Figur 13: Grønn_o (felt 4)



Figur 14: Blå_o (felt 5)



Figur 15: Gul_f (felt 6)



Figur 16: Oransje_f (felt 7)



Figur 17: Hvit_o dobbel br. (felt 8)



Figur 18: Gul_o dobbel br. (felt 9)



Figur 19: Gul_f + Hvit_o (felt 10)



Figur 20: Gul_f* + PP rød_o kl. 3 (felt 11)



Figur 21: Gul_o (felt 2 – motlys)

5.2 Retrorefleksjonsmåling

Håndbok R310 foreskriver at måling av retrorefleksjon «skal gjennomføres med instrument som tilfredsstiller spesifikasjoner gitt i NS-EN 12899-1, med tilhørende referanser». Videre også at «Kravene til fluorescerende produkter betinger at testingen utføres iht. metode beskrevet i CIE-publikasjon «15.2 Colourimetry- 1986» (45/0-geometri)» (7). Retrorefleksjon har blitt målt med RetroSign retrorefleksjonsmåler, jfr. figur 22, før utsetting, etter nedtaking og som en del av oppfølgingen mtp. egenskapsutvikling over tid, jfr. avsnitt 5.3. De fluoriserende refleksvariantenes fluoriserende egenskaper har ikke blitt testet i forbindelse med testen her.

Retrorefleksjonsmålinger gjennomføres på plant underlag. NS-EN 12899-3 foreskriver at «For testing, retroreflectors of type R1² shall be bonded to aluminium plates with a minimum thickness of 2 mm» (12). Retrorefleksjon har blitt målt på løse (ikke monterte) reflekslapper (referanse), på reflekser monter på fjøler (plant³ underlag) og på refleks montert på brøytestikk (ikke plant underlag). Målingene er derfor ikke utført iht. beskrevet i standard, men ble medtatt for å lære, se hvilke utslag det gav og samle dokumentasjon.

² Klasse R1 retroreflektor: retroreflective sheeting (material) (12)

³ Tre påvirkes av tilgang på fukt. Luftfuktigheten variere gjennom året. Det var derfor uklokt å montere reflekslappene på fjøler slik som her. Treet «går» med årstidene og endrer fasong (krumning). Dette var uheldig med tanke på retrorefleksjonsmålingene. Forskjell i krumming fra gang til gang kan (trolig) ha påvirket utfallet av målingene.



Figur 22: RetroSign retrorefleksjonsmåler



Figur 23: Retrorefleksjonsmåling på plant underlag

5.3 Langtidstesting av egenskaper i felt

Det er også satt ut prøvereflekser til langtidstesting som blir fulgt opp med retrorefleksjonsmålinger når de har stått ute 1 vinter, 1 vinter + 1 sommer, 2 vintre, 2 vintre + 2 somre og så videre. Disse vil bli fulgt opp så lenge det er formålstjenlig.

Reflekser montert på fjøler er hengt opp på sørveggen av et bygg som vegvesenet disponerer ved Sørrelva Brøytestasjon på Saltfjellet, se figur 24. I tillegg har en også satt ut stikker hentet fra prøvefelt vei mtp. langtidstesting. Disse står sammen med stikk fra en tidligere test av fluoriserende brøytesikk. Det vises her til figur 25. Stikkene med prøvereflekser står i forreste rekke på bildet og hadde stått ute 1 vinter + 1 sommer da bildet ble tatt 2. oktober 2024.

Gul_f**, jfr. figurtekst figur 24, er enda et alternativ mtp gul fluoriserende refleks som ble medtatt på fjølene og langtidstesting, men ikke ifbm prøvefelt vei. Denne ble medtatt for å få mest mulig data fra flest mulig alternativer når en først skulle kjøre en langtidstest knyttet til refleks. Det er dermed 9 ulike reflekstyper som følges opp for å undersøke utviklingen av retrorefleksjon over tid.



Figur 24: Prøvereflekser montert på fjøler opphengt for langtidstesting ved Sørrelva Brøytestasjon. Ovenfra og ned: Hvit_o, Gul_o, Rød_o, Grønn_o, Blå_o, Gul_f, Oransje_f, Gul_f og Gul_f*.**



Figur 25: Prøvefelt langtidstest av egenskaper refleks og fluoriserende brøytestikk. Bilde fra Saltfjellet 2. oktober 2024.

6. Resultater og vurderinger

6.1 Synlighet prøvefelt vei

Registreringsgrunnlaget for denne vinteren er noe begrenset. 4 personer har bidratt med i alt 17 registreringer. Skjemaet i vedlegg 1 ble benyttet i forbindelse med registreringene. Samtlige registreringer denne vinteren er gjennomført fra liten 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. Ordinær klasse 2 refleks, som hadde stått uten en vinter, ble benyttet som referanse, jfr. siste avsnitt i kapittel 4. Denne ble gitt karakteren 5. Det vil si at om prøverefleksene scorer høyere enn dette vurderes de som bedre enn en hvit klasse 2 refleks og visa versa.

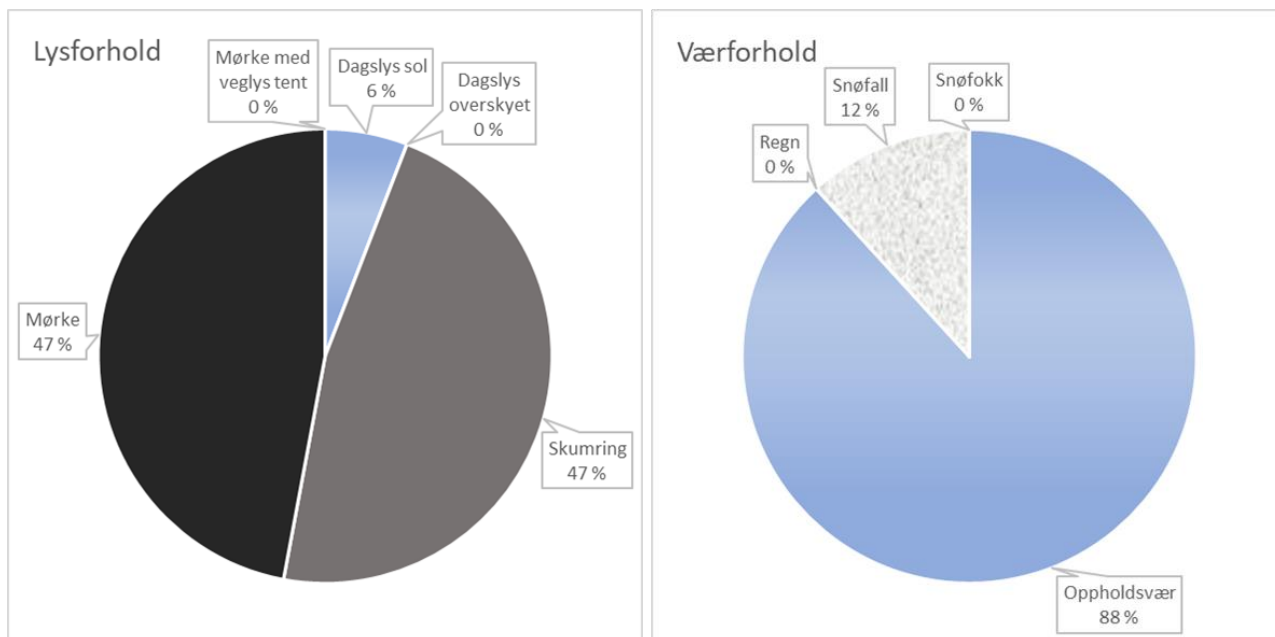
Tabell 2 viser antall registreringer per kategori av lys-, vær-, føre- og snøforhold. Av tabellen ser en at registreringene primært er gjennomført i skumring eller mørke. Dette fordi refleksen er viktigst i mørket. I dagslys vil refleksene, og forskjeller knyttet til disse, i mindre grad bidra til brøytestikkens synlighet totalt sett.

Av tabell 2 ser en eksempelvis at 16 av 17 registreringer er gjennomført i skumring eller mørke. Det var oppholdsvær i 15 av tilfellene og primært bar veg eller snøføre/hvit veg. En ser også at det lå snø i sideterrenget i hele registreringsperioden, det vil si at en ikke har registreringer mot eksempelvis høstmørk bakgrunn etc.

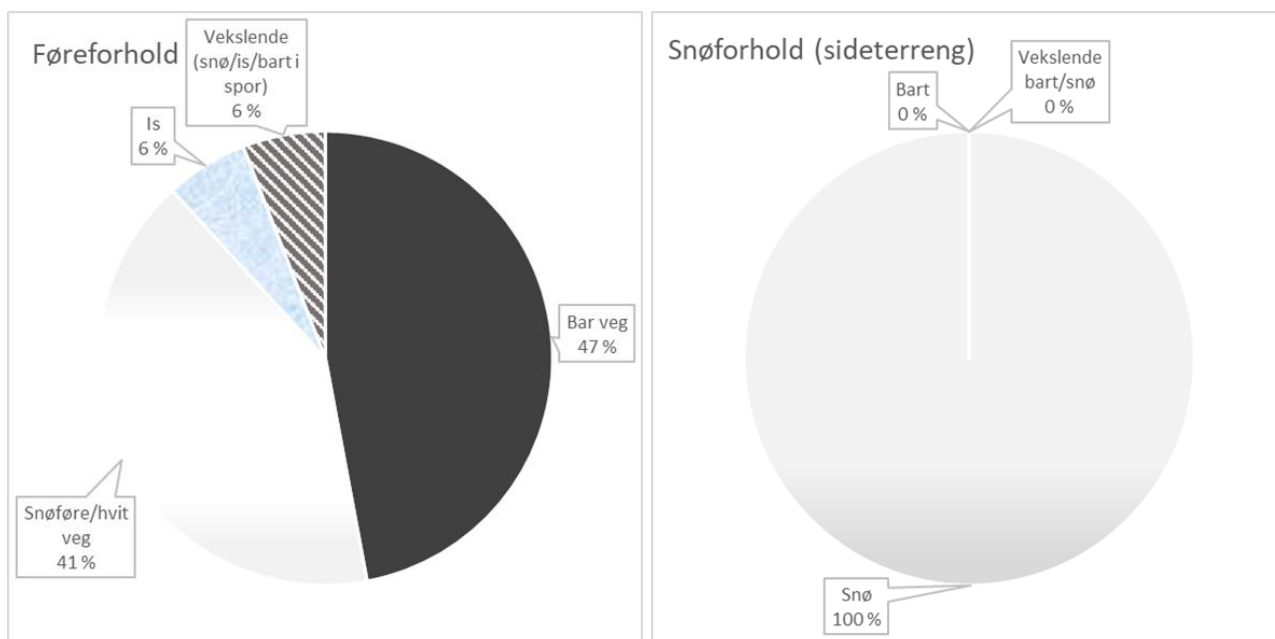
Tabell 2: Kategorier og antall registreringer per kategori for lys-, vær-, føre- og snøforhold

Lysforhold		Værforhold		Føreforhold		Snøforhold (sideterreng)	
Dagslys sol	1	Oppholdsvær	15	Bar veg	8	Bart	0
Dagslys overskyet	0	Regn	0	Snøføre/hvit veg	7	Snø	17
Skumring	8	Snøfall	2	Is	1	Vekslende bart/snø	0
Mørke	8	Snøfokk	0	Vekslende (snø/is/bart i spor)	1		
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 ca. 95 % av registreringene er gjennomført i skumring eller mørke. Det var oppholdsvær i 90 % (ca.) av tilfellene og snøfall i de resterende. Videre ser en at det var snøføre/hvit veg i 40 % av tilfellene, bar veg i nesten 50 % av tilfellene og is eller vekslende bart/snø i de resterende tilfellene. Sideterrenget var snødekt i 100 % av tilfellene.



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

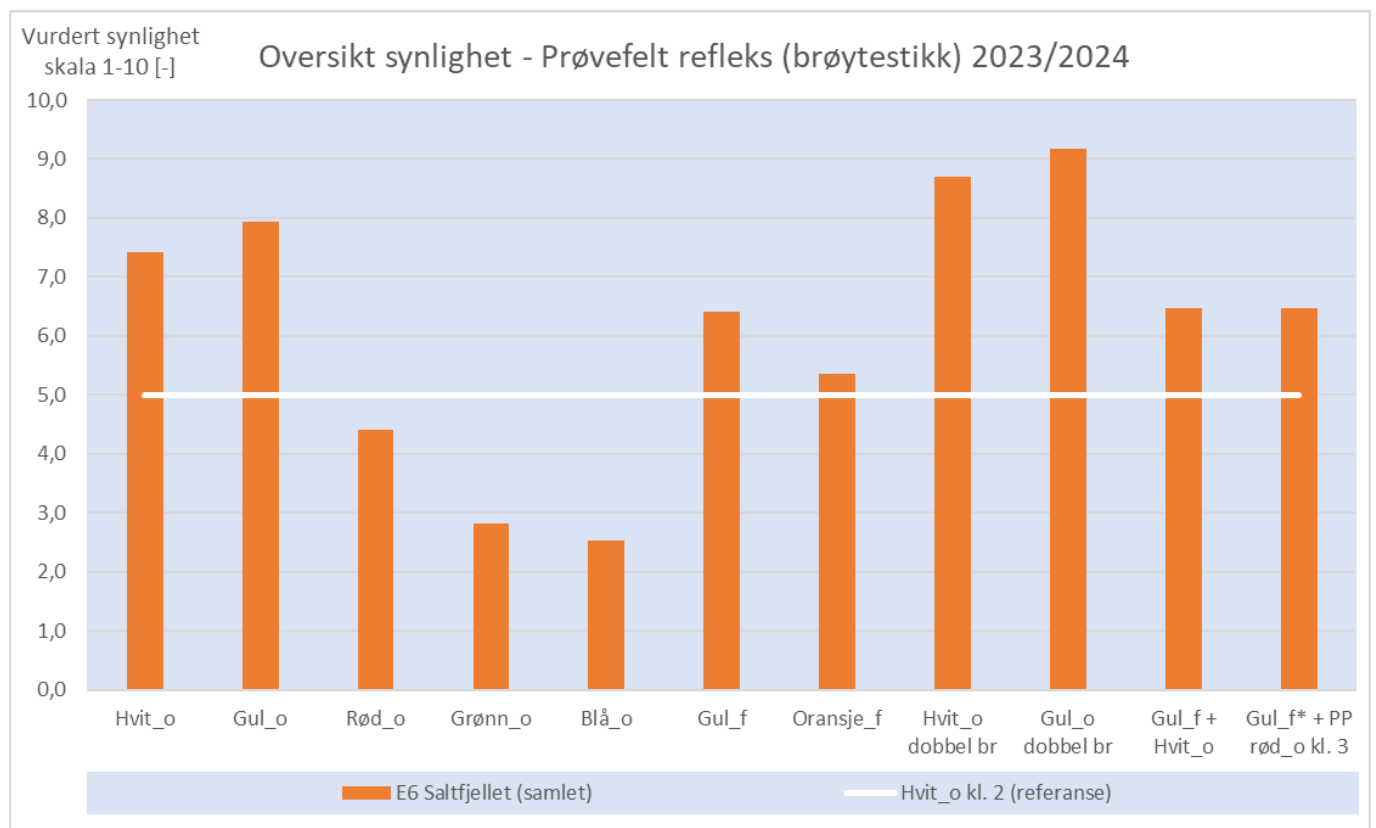


Figur 27: Fordeling synlighetsregistreringer ifht. føreforhold og snøforhold.

I det store og hele grei fordeling på de ulike lys-, vær-, føre-, og snøforholdene, selv om det nok kunne vært ønskelig både med flere registreringer, samt registreringer i eksempelvis høstmørkt sideterreng, regnvær og snøfokk. Samtidig skal oppfølgingen av prøvefeltet avstemmes i forhold til øvrige oppgaver med de begrensinger som følger av dette.

Figur 28 og 29 viser utfallet av synlighetsregistreringene samlet sett og for fire ulike sorteringer av synlighetsdataene. Av figur 28 ser en at kombinasjonene med dobbel refleksmengde oppnådde best synlighetsscore. Videre at ordinær, dvs. ikke fluoriserende, hvit og gul refleks oppnår bedre score enn fluoriserende, samt at den gule refleksen vurderes som noe bedre enn den hvite. De ordinære

røde, grønne og blå refleksene sees å oppnå dårliger score enn referansen, ordinær hvit klasse 2 refleks, hvis score ble satt til 5, mens den oransje fluoriserende refleksen vurderes på linje med referansen. Fluoriserende gul, samt kombinasjoner av ordinær hvit og fluoriserende gul, vurderes som noe bedre enn referanserefleksene, men vurderes samtidig som dårligere enn ordinær hvit og gul refleks.



Figur 28: Oversikt synlighetsresultater Saltfjellet samlet.

Resultatene fra synlighetsregistreringene over stemmer godt overens med en registrering av antall synlige stikk med nærlys og bil i ro, gjennomført på Saltfjellet 7. november 2023 litt før midnatt, se tabell 3. I henhold til håndbok R610 skal «Minst 3 brøytestikk skal være synlige samtidig på samme side av vegen. Synlighet skal vurderes fra bil med nærlys i mørke» (6). Grønn_o og Blå_o sees her å gi for dårlig synlighet ifht krav. Rød_o og Oransje_f tilfredsstiller kravet, men med færre synlige stikker enn for de som gav best synlighet.

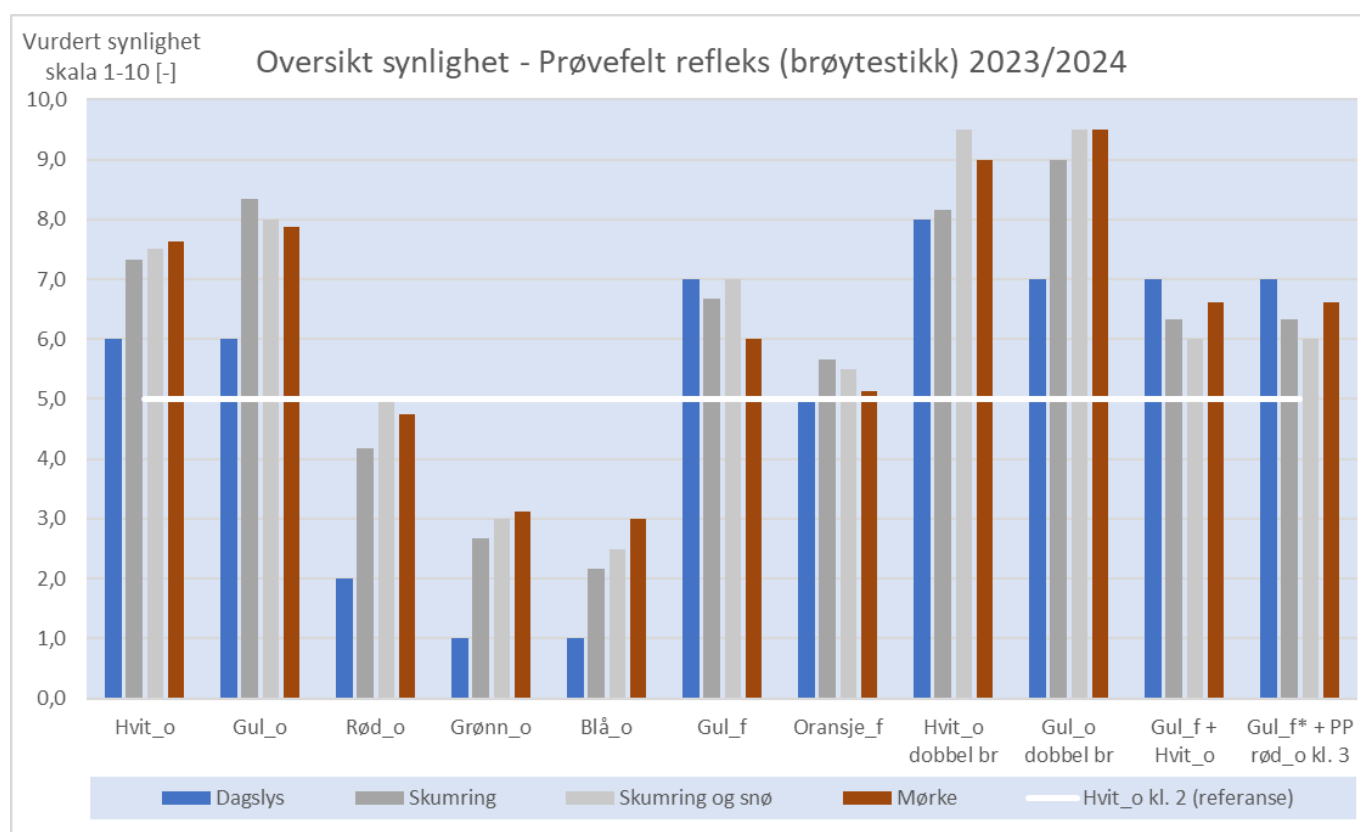
Tabell 3: Antall synlige stikk med nærlys og bil i ro 7. november 2023 kl. 22-23

Hvit_o	Gul_o	Rød_o	Grønn_o	Blå_o	Gul_f	Oransje_f	Hvit_o dobbelt br.	Gul_o dobbelt br.	Gul_f + Hvit_o	Gul_f* + PP rød_o kl. 3
5	4	3	2	1	4	3	4	4	4	4

I notatene fra den 7. november har en anført at det var liten eller ingen hjelp i øvre refleks for en personbillist med nærlys aktivert. Videre at Hvit_o dobbel br. var skarp med fjernlys. Gul_o dobbel br. var også til dels skarp, men ikke like «ubehagelig». Dobbelt bredde kan tenkes å være fordelaktig ved eksempelvis snøfokk i skumring og mørke, men kan bli vel skarp i mørket på klare vinternetter. Knyttet til Hvit_o dobbel br. så har flere involverte anført at denne kombinasjonen er skarp og virker blendende i enkelte situasjoner.

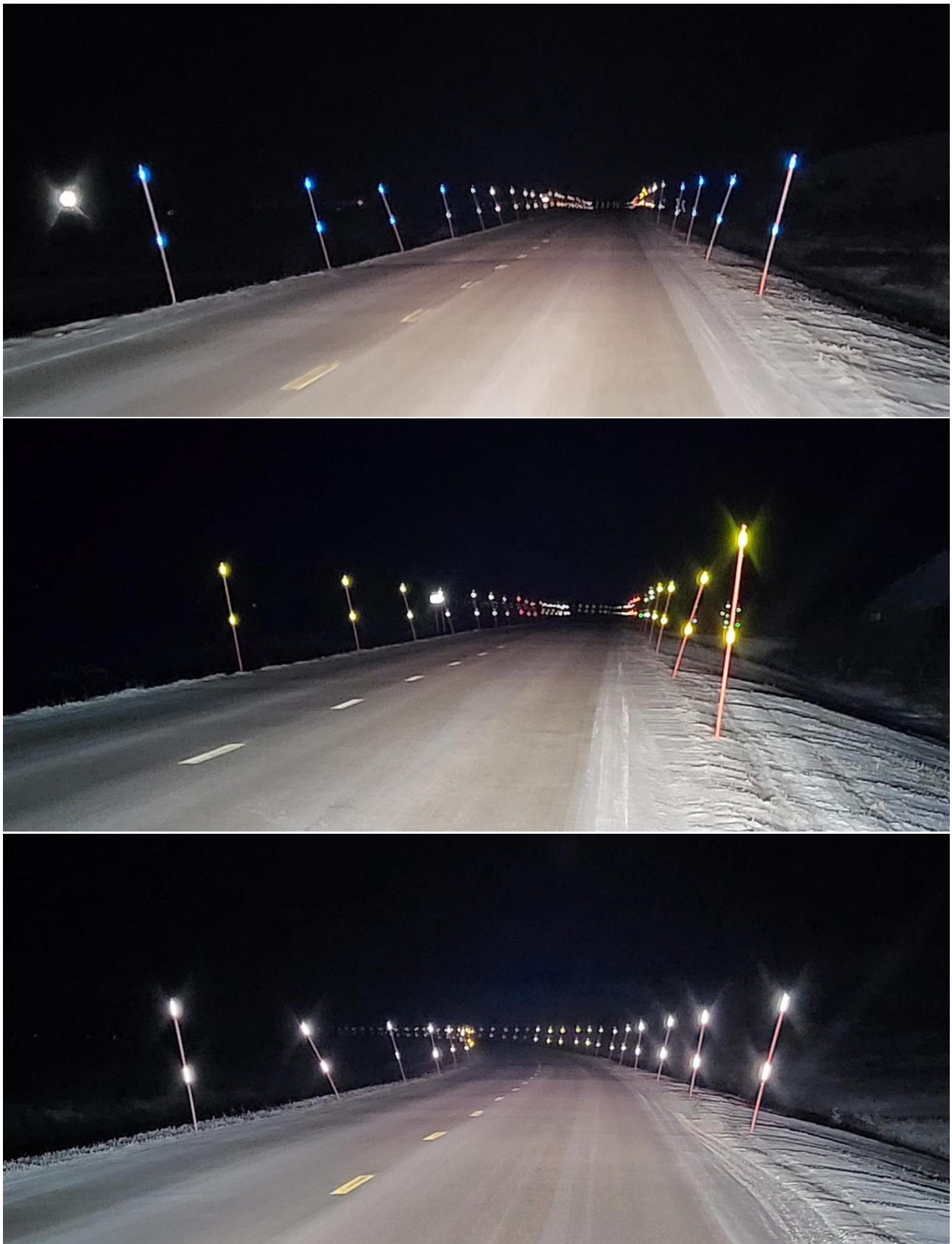
Av figur 29 ser en at de fluoriserende refleksene oppnår best score i dagslys, mens ordinære oppnår best score i mørket. Dette kan sies å være som forventet. Fluorescens inntreffer som følge av bestråling fra lys. Fluoriserende materialer konverterer lys med kort bølgelengde – ikke synlig (UV) lys – til lys med lengre bølgelengde slik at andelen synlig lys øker (13).

Videre ser en av figur 29 at Gul_o vurderes som best, men forskjellen mellom Gul_o og Hvit_o er i de fleste tilfellene ikke veldig stor. Forskjellen mellom enkel og dobbel refleks sees å være størst i forbindelse med skumring og snø, samt i mørket. Kort sagt i de tilfeller der refleksene har størst betydning. Grønn_o og Blå_o vurderes som en god del dårligere enn referanserefleksene, mens Rød_o og Oransje_f vurderes omtrent på linje med referanserefleksene. Gul_f vurderes i mørket bare som noe bedre enn ordinær hvit klasse 2 refleks (referanserefleksene).



Figur 29: Synlighetsresultater for dagslys, skumring, skumring og snøfall samt mørke.

Figur 30 nedenfor viser Blå_o, Gul_f og Hvit_o dobbel br. på Saltfjellet 1. november 2023. Her ser en tydelig forskjell på de blå refleksene kontra gule fluoriserende og dobbel mengde hvit refleks. Bildet av Hvit_o dobbel br. illustrerer kanskje også at denne mengden refleks kan virke blendende.

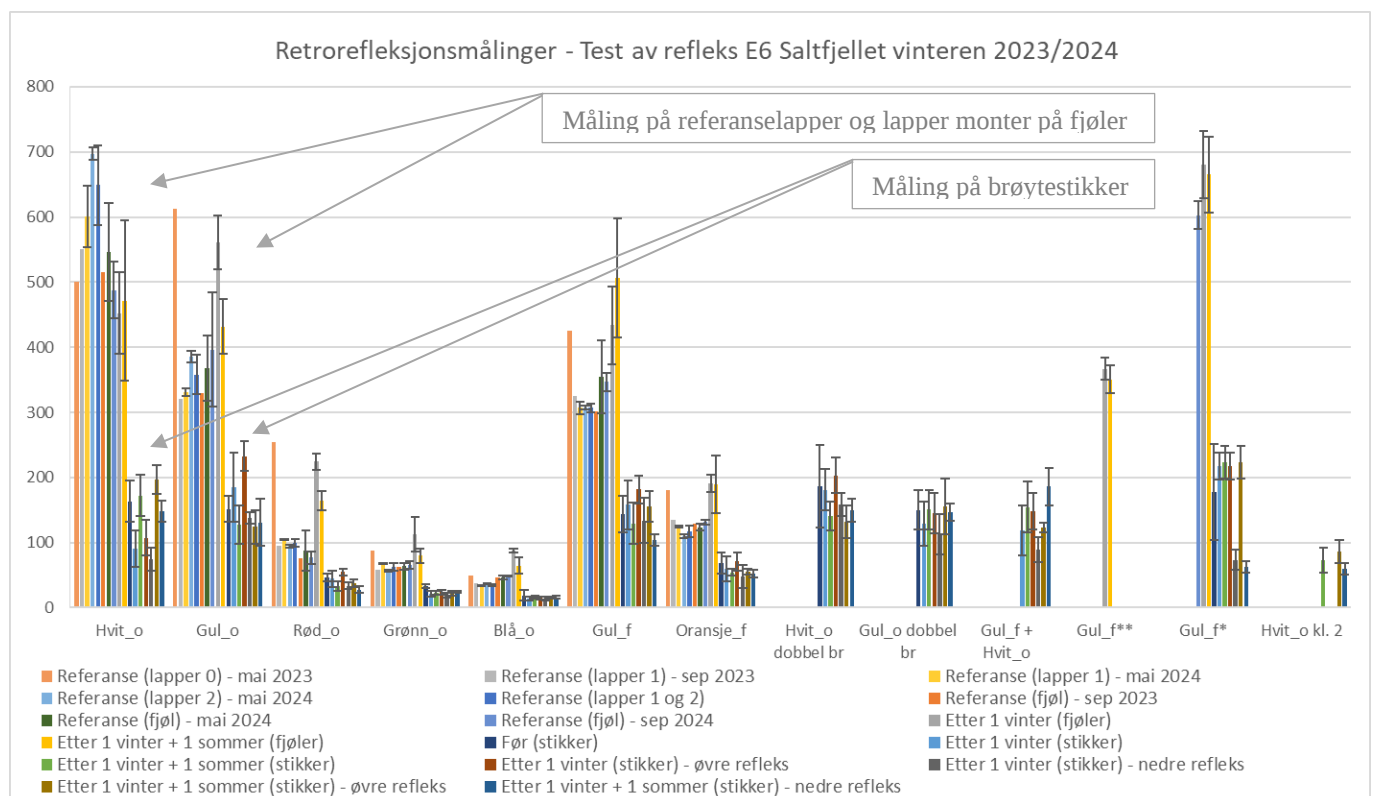


Figur 30: Blå_o, Gul_f og Hvit_o dobbel br. (ovenfra) Saltfjellet 1. november 2023. Foto: Erling Hansen, Statens vegvesen

6.2 Retrorefleksjonsmålinger

Figur 31 viser et plott av retrorefleksjonsmålingene som er gjennomført så langt i prosjektet. Med refleks på fem fjøler i tillegg til målinger direkte på brøytestikk blir tallgrunnlaget fort omfattende. En større versjon av figuren er inntatt i vedlegg 2. Det vil forde mer enn en anser for formålstjenlig å skulle forklare resultatene i figur 31 inngående. Figuren ble medtatt primært for å synliggjøre noen hovedpunkter så langt.

For det første er det til dels ganske store forskjeller fra refleks til refleks for en del reflekstyper. Det er også store forskjeller fra punkt til punkt på samme refleks⁴. Dette ser en av feilfeltene som her representerer ± 1 standardavvik (SD). Forskjellene er størst for Hvit_o, Gul_o og Gul_f, som også oppnår noen av de høyeste retrorefleksjonsverdiene. Samtidig ser en ikke like store variasjoner for Gul_f* som oppnår høyest R'-verdi. Noe variasjon vil være naturlig, noe kan tilskrives forhold som nevnt i fotnote 4, mens en andel av variasjonen trolig også kan tilskrives produksjonsvariasjon og produksjonsnøyaktighet etc. En del av variasjonene vil nok også kunne skyldes at målingene ikke ble gjennomført på lik og/eller plan bakgrunn.



Figur 31: Oversikt retrorefleksjonsmålinger – samtlige serier.

Målingene viser videre at en typisk kan forvente ca. halve R'-verdien om en måler direkte på stikk kontra på plant underlag, se her forklaringer tillagt i figur 31 (piler) som viser hva som er hva av

⁴ Dette kan nok sies å være som forventet iht. teknisk dokumentasjon utarbeidet av leverandøren av måleutstyret (14). For prismatiske retroreflektorer (klasse 3 reflekser) vil det typisk være slik at intensiteten i den retroreflekterte strålen påvirkes av endringer i belysningsstrålens innfallsvinkel, dvs. at måleverdien endres/påvirkes om instrumentet vrir. I dokumentasjonen snakkes det om «rotational symmetry about the illumination direction».

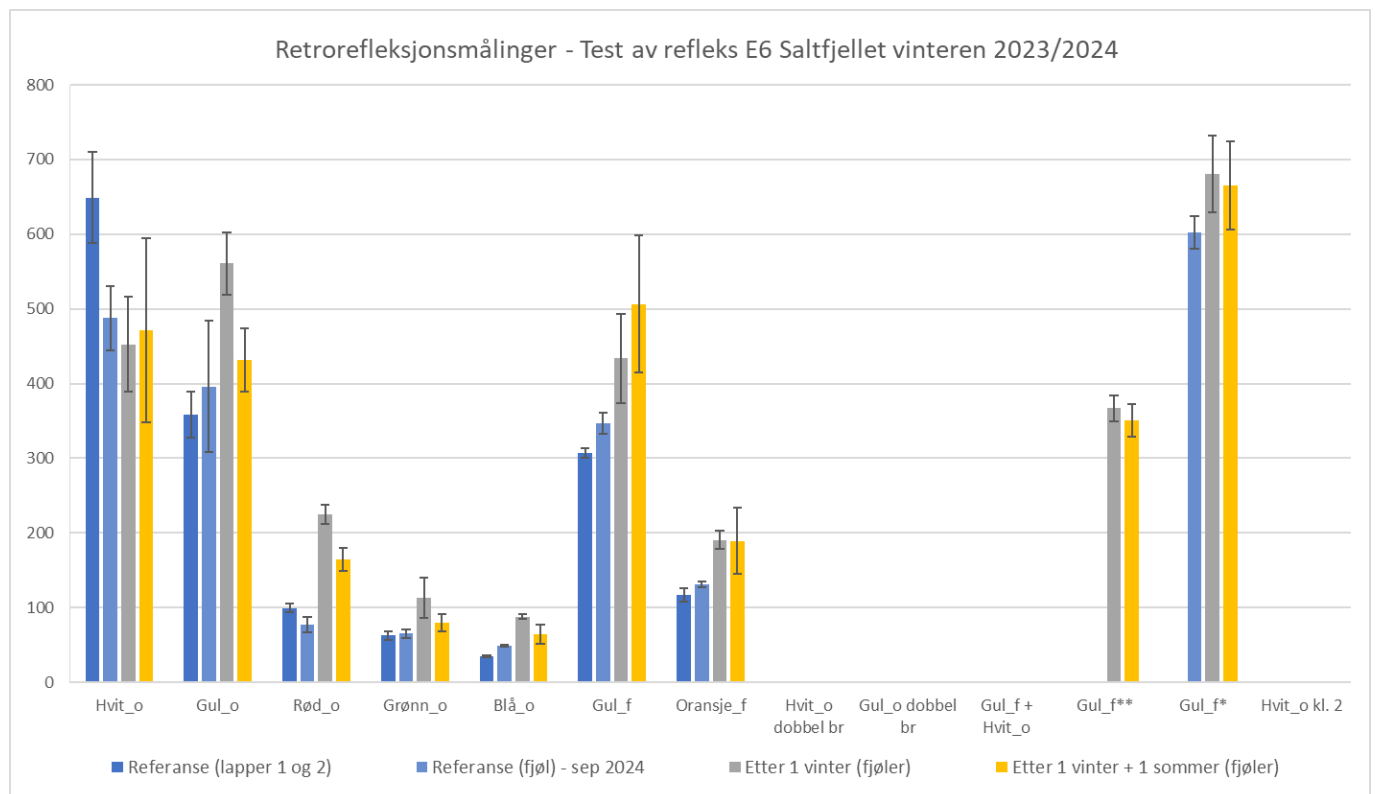
måleserier for reflekstypene Hvit_o og Gul_o. Tilsvarende gjelder for samtlige reflekstyper og kombinasjoner i figuren, men er ikke illustrert da det vil gjøre figuren for «rotete».

Serien «Referanse (lapper 0) – mai 2023» er målinger gjennomført på refleksprøver av Våler Vekst. For seriene der «...lapper 1...» og «...lapper 2...» inngår er målingene gjennomført i Statens vegvesens sine lokaler i Trondheim. Det er her snakk om tre ulike refleksprøver (lapper) per reflekstype. For «...lapper 1...» har en måldata fra både september 2023 og mai 2024. Her er det bra samsvar mellom målingene, mens det mellom de ulike prøvesettene (lappesettene) er til dels ganske store forskjeller. Samtidig vises det her igjen til tabell 1 i avsnitt 3.2 med tanke på krav til R' -verdi med mer. Om en sammenligner måleverdiene i figur 31 med kravene i tabell 3 vil en se at R' -verdiene i det fleste tilfeller ligger godt over minstekravet til retrorefleksjon.

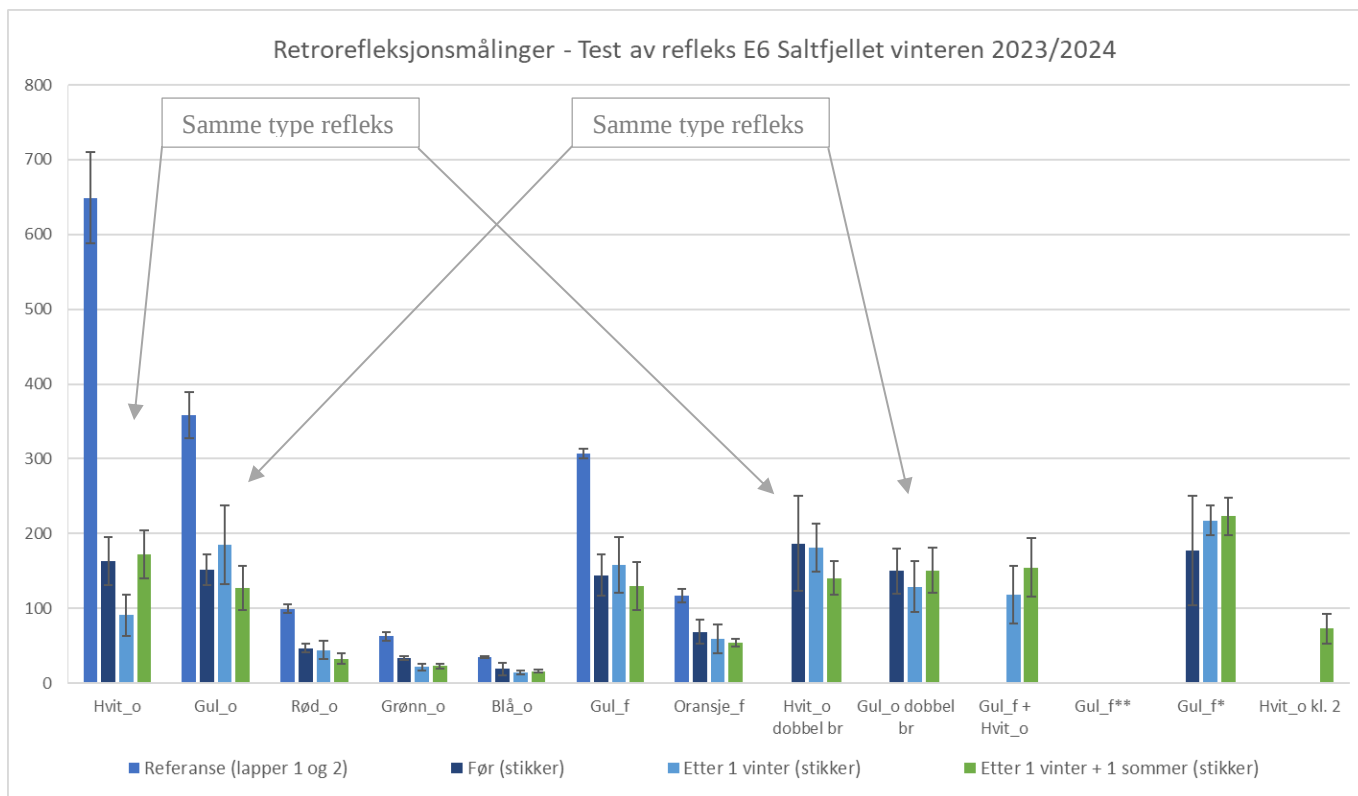
6.3 Langtidstesting av egenskaper i felt

Angående langtidstesting av egenskaper så har en så langt data fra refleks, montert på fjøler og stikker, som har stått ute 1 vinter og 1 vinter + 1 sommer. Siden spredningen i måleresultatene er forholdsvis store, er det vanskelig å trekke sikre konklusjoner. En har likevel valgt å ta med tre plott som viser utfallet av retrorefleksjonsmålingene så langt.

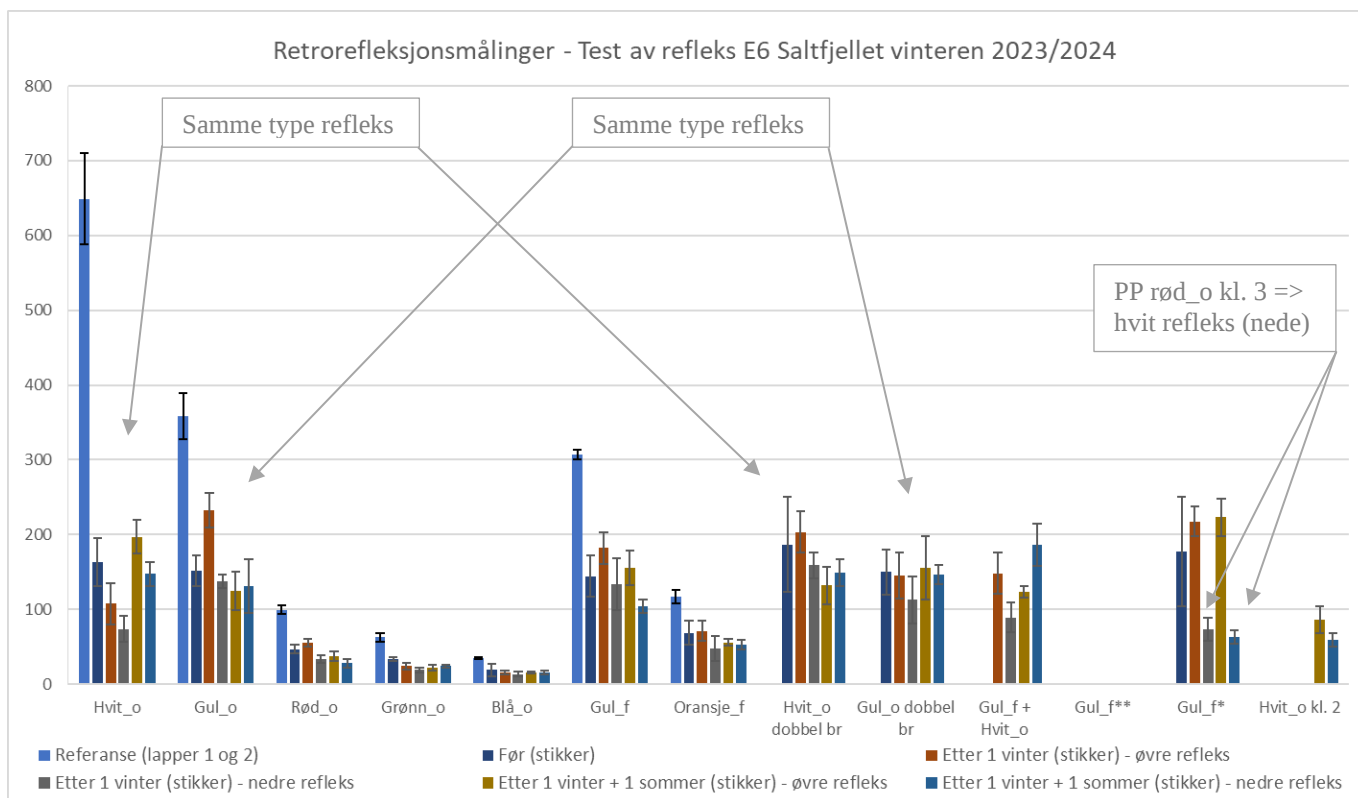
Figur 32 viser retrorefleksjonsmålingene for refleks monter på fjøler etter 1 vinter og 1 vinter + 1 sommer, med tilhørende referanser (lapper og fjøl). Høyst usikkert, men om en legger disse dataene til grunn så ser refleksene ikke ut til å ha tapt seg i løpet av ett års påkjenning. Refleksene har her ikke stått ute langs vei, men hengt oppe på en vegg, noe som har betydning med tanke på slitasje etc.



Figur 32: R' -verdier etter 1 vinter og 1 vinter + 1 sommer for refleks monter på fjøler.



Figur 33: R'-verdier etter 1 vinter og 1 vinter + 1 sommer for refleks montert på brøytestikk.



Figur 34: R'-verdier etter 1 vinter og 1 vinter + 1 sommer for refleks montert på brøytestikk – øvre vs. nedre refleks.

Figur 33 viser retrorefleksjonsmålingene for refleks monter på brøytestikk etter 1 vinter og 1 vinter + 1 sommer, med tilhørende referanser (lapper og stikker). Disse refleksene har stått ute langs vei 1 vinter i tillegg til 1 sommer inne på området ved Søreelva Brøytestasjon. Heller ikke her tyder målingene på at refleksene har tapt seg nevneverdig etter ett års påkjenning fra elementene.

Figur 34 viser de samme dataen som i figur 33 bare splittet slik at en ser målingene for øvre vs. nedre refleks og ikke som et gjennomsnitt som i figur 33. En ser av figuren at det er til dels store forskjeller, i en del tilfeller, fra refleks til refleks. En målte også, jevnt over, noe lavere R' -verdi på nedre refleks kontra øvre. Datagrunnlaget er begrenset og må tolkes med forsiktighet, samtidig vil nok dette kunne sies å være som forventet, om det skulle vise seg å være tilfelle. For refleks som har stått ute langs vei vil trolig en refleks som står 1 m over bakken utsettes for større påkjenning enn en som er montert 2 m (ca.) over bakken.

Det var alt i alt litt overraskende at en ikke så større svekkelse av refleksene enn det en gjorde så langt. Våler Vekst har sett på dette tidligere og erfart at refleksene i mange tilfeller svekkes mye i løpet av 1-3 sesonger. Så kan det så klart være forskjell på høyfjell og lavland. En kan se for seg at vind med tilhørende fukk kan være en slitasjefaktor på høyfjellet, mens påvirkning fra støv, skitt, salt etc. kan være større, og muligens mer avgjørende, i lavlandet. Trafikkmengde kan ha betydning. Mengde sandstrøing likedan. Det kan tenkes å være forskjell på vinterdriftsklassene i så måte. En vet i det store og hele lite om hvor mye refleksene svekkes og hvilke faktorer som er av størst betydning i så måte.

Retrorefleksjon for ordinær hvit klasse 2 refleks (referanserefleksene) sees av figur 33 og 34 å ha blitt målt til i størrelsesorden 50-75 cd/lx/m². Hvit klasse 2 oppnår med dette høyere R' -verdi enn rød, grønn, blå og fluoriserende oransje klasse 3 refleks. Samtidig oppnår ordinær hvit og gul, samt fluoriserende gul klasse 3 refleks omkring dobbelt så høy R' -verdi som den hvite klasse 2 refleksene.

At Gul_o vurderes som best, og bedre enn både Hvit_o og Gul_f* på tross av disse oppnår høyere R' -verdi, kan tenkes å henge sammen med forhold knyttet til «øyets spektrale følsomhet» (15). I følge Store norske leksikon er øyet i dagslys (fargesynet) mest følsomt for gult-oransje lys ($\lambda=555$ nm (ca.)), mens tilsvarende for nattsynet vil være i området grønt ($\lambda=500$ nm (ca.)). Om det i vårt tilfelle vil være dagsynet eller nattsynet som dominerer vites ikke, men det kan kanskje tenkes at forhold knyttet til øyets spektrale følsomhet har bidratt til at Gul_o ble vurdert som best på tross av at andre reflekser oppnådde høyere R' -verdi. Det kan, som nevnt i avsnitt 3.2, tenkes å være forskjell på målt refleksjon og synlighetsegenskapene vurdert gjennom det menneskelige øye.

En har ikke sett på værdata eller gjort seg noen betraktninger mtp. været vinteren som gikk. Dette nevnes da en kan se for seg at det vil kunne være forskjell på «refleksslitasjen» for en «mild» kontra en «krevende» vinter etc.

6.4 Kravbeskrivelse til brøytestikk og refleks

Basert på erfaringene fra arbeidet med testing av brøytestikk og refleks på Saltfjellet de seneste vintrene ble det skrevet inn nye krav til brøytestikk i konkurransegrunnlaget for DK 9502 Salten 2025-2030. Følgende tekst ble lagt inn i grunnlagets kapittel D2 (D2-S29 – Vinterdrift) (16):

«På følgende strekninger er det krav om at brøytestikker skal være av plast, ha rød farge, være 2,70 meter lange, ha ytre diameter 32 mm med minimum godstykkelse 2,2 mm. Brøytestikkene skal ha

montert 2 gule (fargekode Pantone 137) refleksfelt med folieklasse 3, med retrorefleksjonsverdi større enn 400 cd/lx/m^2 iht. beskrevet i Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr – Tekniske krav. Høyden på refleksfeltene skal være 10 cm. Underkant refleksfelt skal være 1 meter og 2 meter over vegbanen.».

7. Oppsummering – konklusjon

Siden vinteren 2019/2020 har det blitt jobbet mer eller mindre kontinuerlig med ulike tema knyttet til brøytestikk. Det tre først vintrene, vinteren 2019/2020, 2020/2021 og 2021/2022, ble det gjort mye for å teste alternativer til bambus og plast. Vinteren 2022/2023 ble det gjennomført tester av fluoriserende stikker for å utvide kunnskapsgrunnlaget her. En gikk med dette fra brøytestikk for ordinære forhold til brøytestikk for særlig krevende forhold. Tidligere arbeid er oppsummert i notat av Nonstad og Larsen (2020) (1), rapport av Galaaen (2021) (2) samt Statens vegvesens rapport 886 (2021) (3), Statens vegvesens rapport 887 (2022) (4) og Statens vegvesens rapport 1023 (5).

Vinteren 2023/2024 gikk en fra brøytestikk for særlig krevende forhold til å se på refleks for tilsvarende. På de mest værutsatte veistrekningene kan bedret synlighet som følge av eksempelvis mer, kraftigere eller bedre refleks være av betydning både med tanke på trafikkavvikling og trafikk sikkerhet. Normalt benyttes hvit, ikke fluoriserende, refleks i folieklasse 2 til brøytestikk. I forbindelse med årets tester har 11 ulike farger, mengder og kombinasjoner, samt ordinære vs. fluoriserende reflekser, alle i folieklasse 3, blitt prøvd ut.

En har hatt prøvefelt langs E6 på Saltfjellet i Nordland. I tillegg har en etablert et prøvefelt for langtidstesting av egenskaper ved Sørrelva Brøytestasjon, også på Saltfjellet. Her har en fortsatt prøvereflekser ute. Så langt har en resultater fra 1 vinter og 1 vinter + 1 sommers påkjenning fra sol, lys, vær og vind etc.

Resultatene oppsummeres etter dette som følger, jfr. også sammenfatning av egenskaper i tabell 4:

1. Synlighet:

- a. Ordinær gul (dyp gul) refleks vurderes som best og dobbel mengde refleks vurderes som bedre enn enkel. Ordinær hvit refleks vurderes som nest best, men forskjellene er ikke store.
- b. Dobbelt mengde hvit refleks (folieklasse 3) vil i enkelte situasjoner kunne virke blendende. Tilsvarende mengde gul refleks ble også vurdert som skarp, men ikke like «ubehagelig».
- c. Fluoriserende refleks ser ut til å gi et synlighetsbidrag i dagslys og i skumringen etc., men scorer dårligere enn ordinære i mørket.
- d. Kombinasjoner av ordinære hvite og gule fluoriserende reflekser vurderes ikke som bedre enn stikker med tilsvarende mengde hvit eller gul refleks. Bedre synlighet i dagslys og skumring veier ikke opp for dårligere synlighet i mørket for fluoriserende reflekser og visa versa. En kombinasjon av fluoriserende og ordinære reflekser ser mao. ikke ut til å gi bedre synlighet, snarere tvert imot. Mulig dette ville vært annerledes med dobbel refleksmengde og ordinære og fluoriserende reflekser både oppe og nede.
- e. Ordinær rød, grønn og blå, samt fluoriserende oransje, klasse 3 refleks vurderes som dårligere enn ordinær hvit klasse 2 refleks.

2. Retrorefleksjon:

- a. Til dels store forskjeller fra refleks til refleks, samt fra punkt til punkt på samme refleks for en del av reflekstypene ifbm måling av retrorefleksjon.
- b. Så langt ser det ut for at en typisk oppnår ca. halve retrorefleksjonsverdien ifbm måling direkte på stikk (buet underlag) kontra på plant underlag.
- c. Liten eller ingen endring i målt retrorefleksjon som følge av en vinters påkjenning og bruk langs E6 på Saltfjellet.
- d. Samtlige reflekstyper lå godt innenfor krav mtp. målte retrorefleksjonsverdier.
- e. Store forskjeller i R'-verdi for de ulike reflekstypene. Fra 650 cd/lx/m² for fluoriserende gul refleks, via 400-500 cd/lx/m² for ordinære hvite og gule til mellom 50-100 cd/lx/m² for rød, grønn og blå refleks, målt på plant underlag. Tilsvarende målt direkte på stikk var omkring 200 cd/lx/m² for fluoriserende gul refleks, 150-200 cd/lx/m² for ordinære hvite og gule, og

mellom 25-50 cd/lx/m² for rød, grønn og blå refleks. Ordinær hvit klasse 2 refleks som hadde stått ute to vintere (referansestikker ifbm synlighetsvurderingene) ble målt, på stikk, til i størrelsesorden 50-75 cd/lx/m².

Tabell 4: Sammenfatning egenskaper – reflekser for særlig krevende forhold

Egenskap/aspekt	Hvit_o	Gul_o	Rød_o	Grønn_o	Blå_o	Gul_f	Oransje_f	Hvit_o dobbel br.	Gul_o dobbel br.	Gul_f + Hvit_o	Gul_f* + PP rød_o kl. 3
Synlighet											
Synlighet mørke											
Synlighet skumring											
Blendende											
Fargebestandighet	Ikke utført/vurdert (intet grunnlag så langt)										
Levetid	Ikke utført/vurdert (intet grunnlag så langt)										

Symbolforklaring og kommentarer til tabell 4

God		Sammenfatningen i tabell 4 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 gul refleks (Gul_o) gir best synlighet. Hvit refleks (Hvit_o) vurderes som nest best. Forskjellen mellom gul og hvit er ikke stor. Ordinær refleks, vurderes som bedre enn fluoriserende. Dobbel mengde refleks gir bedre synlighet, samtidig som denne mengden hvit refleks i folieklasse 3 vil kunne virke blendene. Dobbel mengde gul refleks oppleves også som «skarp», men vurderes ikke som like ubehagelig.

Ordinær rød, grønn og blå, samt fluoriserende oransje refleks vurderes som uaktuell til brøytestikk. Kombinasjoner av ordinære og fluoriserende reflekser vurderes heller ikke som bedre enn rene ordinære eller rene fluoriserende kombinasjoner og anses derfor også for lite aktuelle. Her kan det likevel tenkes at kombinasjoner med dobbel mengde refleks, med ordinære og fluoriserende reflekser både oppe og nede, hadde blitt vurdert annerledes om slike hadde blitt testet. Med en slik kombinasjon kan en se for seg at en hadde hentet ut synlighetsbidraget fluorescens gir dagslys og skumring, samtidig som en utnytter de ordinære refleksenes gode egenskaper i mørket.

Samlet sett vurderes ordinær (ikke fluoriserende) gul refleks i folieklasse 3 som det beste alternativet på særlig krevende og værutsatte veistrekninger. Brøytestikk for slike forhold bør videre utrustes med to 10 cm høye refleksfelt montert 1 og 2 meter over bakken.

Konklusjonen gjelder for de refleksene som har blitt testet vinteren 2023/2024.

8. Forslag til videre arbeid

Følgende forslag til videre arbeid lanseres basert på arbeidet som er utført vinteren 2023/2024:

- Prøverefleksene som står ute til langtidstesting ved Sørrelva Brøytestasjon bør følges opp med nye målinger våren og/eller høsten 2025.
- Det bør gjennomføres et møte med sjåfører sist i første vintersesong for å samle erfaringer med den nye typen refleks, som ble særskilt beskrevet til DK 9502 Salten 2025-2030, under ulike forhold.
- Det kan vurderes å opprette et nytt prøvefelt med refleks fra ulike leverandører i samtlige folieklasser, montert på både brøytestikk og aluminiumsplater. Prøvefeltet bør etableres slik at stikkene blir påkjent som i forbindelse med ordinær drift og settes ut og tas ned høst og vår i 3-5 sesonger. Her bør en også vurdere å etablere prøvefelt slik at en får resultater fra både høyfjell og lavland, med og uten saltpåkjenning, høy vs. lav trafikkmengde, nedbørsrikt vs. nedbørsfattig område med mer.

9. 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», Statens vegvesens rapport 886, 2021.
- (4) Bolme, I., 2022, «Test av brøytestikk vinteren 2021/2022. Synlighet og funksjonalitet – nye typer trestikk vs. bambus og plast», Statens vegvesens rapport 887, 2022.
- (5) Bolme, I., 2024, «Test av fluoriserende brøytestikk. Test av synlighet og funksjonalitet – fluoriserende vs. ordinære stikk – vinteren 22/23», Statens vegvesens rapport 1023, 2024.
- (6) Statens Vegvesen, 2014, «Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger», håndbok Statens Vegvesen Vegdirektoratet, 2014.
- (7) Statens Vegvesen, 2014. «Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr – Tekniske krav», håndbok Statens Vegvesen Vegdirektoratet, 2014.
- (8) https://roadsensors.com/wp-content/uploads/assets/docs/roadsensors/Technical_Reports/RS101.pdf
- (9) <https://snl.no/lysstyrke>
- (10) <https://snl.no/lux>
- (11) Brekke, B., 1991, «Synbarhet av brøytestikker med refleksmaterialer», rapport Energiforsyningens Forskningsinstitutt A/S (Sintef Gruppen), ISBN 82-594-0302-1, 1991.
- (12) NS-EN 12899-3:2007, «Faste, vertikale trafikkskilt – Delt 3: Kantsøyler og reflektorer», Standard Norge 2008.
- (13) <https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescence>
- (14) https://roadsensors.com/wp-content/uploads/assets/docs/roadsensors/Technical_Reports/RS106.pdf
- (15) <https://snl.no/lysfluks>
- (16) https://eu.eu-supply.com/app/rfq/publicpurchase_docs.asp?PID=415984&LID=488003&AllowPrint=1

Vedlegg 1 – Registreringsskjema synlighet

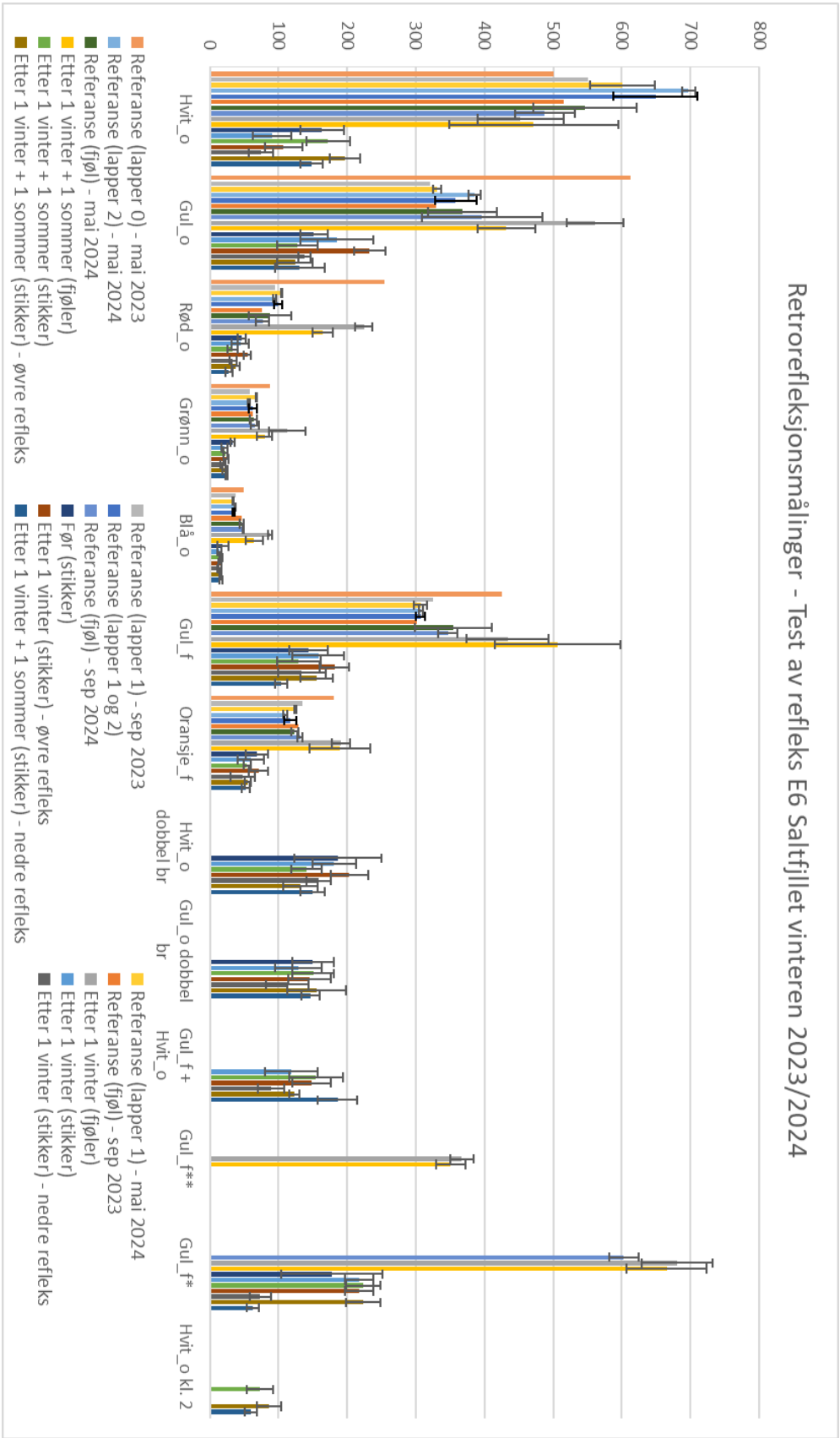
Skjema for registrering av synlighet (11 ulike refleks typer/kombinasjoner): E6 Saltfjellet (fra nord mot sør)

Navn:

[illegible]

o bæk reflektstypen (for eksempel Hvilv.) o indikerer at refleksen er en ordinær refleks (ikke fluoriserende). En i bæk reflektstypen indikerer dia at refleksen er fluoriserende.

Vedlegg 2 – Retrorefleksjonsmålinger (alle serier)





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