

BACHELOROPPGÅVE

Metodar for å undersøkje supraglasiale elvar

Basert på flyfoto, feltstudiar og drøfting av metode

av

28, Karin Børve
122, Andreas Grumstad
121, Sunniva Skuset

Methods in which supraglacial streams are investigated

Geologi og geofare

GE491

Juni 2014





METODAR FOR Å UNDERSØKJE SUPRAGLASIALE ELVAR

BASERT PÅ FLYFOTO, FELTSTUDIAR OG DRØFTING AV METODE

Av

Karin Børve

Andreas Grumstad

Sunniva Skuset

Juni 2014

Samandrag

Ei betre forståing av korleis erosjonsprosessane til supraglasiale elvar fungerer er ein viktig del av å skjønne korleis brear smeltar og responderar på klimaendringar. Til tross for dette er elvane eit av dei minst studerte hydrologiske systema på jorda.

Denne oppgåva tek for seg ulike metodar å undersøkje elvane. Det er gjort ved feltarbeid på Fannaråkbreen og flyfoto i ArcMap. På lang sikt er målet at undersøkingar med flyfoto/ satelittfoto kan bli så presise at dei kan erstatte eller supplere feltarbeid, og slik kan kartlegginga av smeltande brear bli langt meir effektivt enn den er i dag.

I feltarbeidet vart det gjort ulike typar målingar av elva med tanke på sinusitet, mellom anna med måleband og GPS. I tillegg vart det satt opp målestasjonar der tanken var å måle smelting rundt og i elvane. ArcMap vart nytta til å lage ein database med informasjon om supraglasiale elvar i Jotunheimen og Breheimen. Kvaliteten til databasen er prega av at ulike personar gjorde målingar og at oppløysinga på flyfotoa har diskutabel kvalitet. Likevel vart den nytta for å gjere statistiske testar.

Resultata frå feltarbeidet er nytta til eit forsøk på å finne ut meir om korleis supraglasiale elvar eroderar. Sjølv om mykje av feltarbeidet har usikkerheitsmarginar, ser det ut til å gi indikasjonar på at det er andre erosjonsprosessar enn berre friksjonssmelting slik det tidlegare er antydde. Dette er basert på tal frå teoretiske utrekningar av friksjonssmelting samanlikna med tal frå feltarbeidet.

Ein annan del av oppgåva tek for seg korleis dei ulike sinusitetsmålingane frå feltarbeidet er i forhold til kvarandre og i forhold til ArcMap. Ein grunn til at dette vart gjort, var for å samanlikne målingar på flyfoto med røynda. Det syner seg at flyfotoa er tre år gamle, og difor lite nyttige for å gjere nøyaktige samanlikningar med feltarbeidet.

Vi har funne lite hjelp i litteraturen om temaet og det resulterte i at vi har måtte finne metodar og teste dei sjølv. Dette har truleg ført til mange feil. Vi har i denne oppgåva prøvd å reflektere over kvifor metodane ikkje fungerte og korleis dei kan bli gjort bedre, og håpar at dette kan komme til nytte ved seinare studiar.

Innhald

1	Innleiing	1
2	Studieområde	2
2.1	<i>Område - Feltarbeid</i>	2
2.2	<i>Område – ArcMap</i>	4
2.3	<i>Geologi</i>	4
2.4	<i>Klima</i>	5
3	Metodar	6
3.1	<i>Feltarbeid</i>	6
3.1.1	Sinusitet målt med måleband (Målebandsmålingar)	6
3.1.2	Elvemeander målt med kompassretning (Vinkelmålingar)	7
3.1.3	Stasjonsmålingar	8
3.1.4	Hastigheitsmålingar	10
3.1.5	GPS	11
3.1.6	Hellingsvinkel	11
3.1.7	Vêr	12
3.1.8	Samanlikningar av sinusitet funne ved ulike metodar	12
3.2	<i>ArcMap - Database</i>	12
3.2.1	Kontrollmålingar	13
3.2.2	Statistikk	15
3.2.3	Nedslagsfelt	15
3.3	<i>Teoretisk utregning av friksjonssmelting i elvebanen</i>	16
4	Resultat	18
4.1	<i>Feltarbeid</i>	18
4.1.1	Observerte nedskjæring i felt samanlikna med friksjonssmelterata	18
4.1.2	Vêr og vassføring	25
4.1.3	Samanlikningar av sinusitet funne ved ulike metodar	26
4.2	<i>ArcMap - Database</i>	28
4.2.1	Kontrollmålingar	28
4.2.2	Statistikk	33
4.2.3	Nedslagsfelt	34
5	Diskusjon	36
5.1	<i>Feltarbeid</i>	36
5.1.1	Generell usikkerheit i feltarbeid	36
5.1.2	Utvikling av supraglasiale elver og vêret sin innverknad	37
5.1.3	Samanlikning av sinusitet funne ved ulike metodar	38
5.2	<i>ArcMap – Database</i>	42
5.2.1	Kontrollmålingar	42
5.2.2	Statistikk	43
5.2.3	Nedslagsfelt	46

6	Konklusjon	46
6.1	<i>Feltarbeid</i>	46
6.2	<i>Database</i>	47
7	Takk til	48
8	Kjeldeliste	49
9	Vedlegg	53
	<i>Vedlegg 1 – GPS</i>	53
	<i>Vedlegg 2 – Rådata fra feltarbeid</i>	53
	<i>Vedlegg 3 – Ekstra værdata</i>	54
	<i>Vedlegg 4 – Database</i>	56
	<i>Vedlegg 5 – Kontrollmålingar</i>	65
	<i>Vedlegg 6 – Resultat av test på om sinusitet auker nedstraums</i>	66
	<i>Vedlegg 7 – Korleis breen har beveg seg iløpet av tre år, og at det føreligg planar for å oppdatere flyfoto ...</i>	69
	<i>Vedlegg 8 – Figurliste</i>	71
	<i>Vedlegg 9 – Tabelliste</i>	73
	<i>Vedlegg 10 – Forslag til forbetringar og endringar</i>	74

1 Innleiing

Verdas brear og iskapper har dei siste 20 åra mista masse og dei fortset å krympe (IPCC, 2013). Havnivåendring, som følgje av klimaendringar, vil gje store konsekvensar for område som ligg nær havet. Verdifulle landområde og livsgrunnlag for millionar av menneske og dyr kan forsvinne. I område som ligg framfor smeltande brear kan jökulhlaup føre til lokale og regionale katastrofar (Björnsson, 2003). Krympande brear vil senke den gjennomsnittlege albedoen på jordoverflata, noko som vil vere ei positiv tilbakekopling for auka temperatur. Brear er også ein viktig ressurs som kjelde for ferskvatn og vasskraft. Forståing av korleis smeltinga foregår er viktig, og brehydrologi er eit forskingstema med fleire ubesvarte spørsmål. Brear er komplekse med mange ulike system som påverkar kvarandre. Supraglasiale elvar er eit av desse systema. Dei transporterar smelte- og regnvatn frå breoverflata og vekk frå breen. Dei er lette å legge merke til då dei ligg på overflata og ofte har ei karakteristisk meandrerande form. Til tross for dette er supraglasiale elvar eit av dei minst studerte hydrologiske systema på jorda (Yang & Smith, 2013). Dersom det kan utviklast metodar for å effektivt samle informasjon om elvane på avstand (flyfoto), kan smeltande brear mogleg undersøkjast utan dyrt og tidkrevjande feltarbeid.

Målet med denne oppgåva er å utføre og undersøkje metodar for studie av supraglasiale elvar. Oppgåva er todelt, den første er å utarbeide ei database over supraglasiale elvar i Jotunheimen og Breheimen ved hjelp av flyfoto i ArcMap. Den andre delen er å gjere feltmålingar av to supraglasiale elvar på Fannaråkbreen. Målet er å finne ei metode for å samle inn data på ein effektiv og presis måte, som på sikt kan erstatte eller supplere feltarbeid. I fall databasen skulle bli brukande, kan den verte ein ressurs for seinare studier. Målet med feltarbeidet er å undersøkje utviklinga til elvelaup på seinsumaren og prøve å forstå korleis dei eroderar seg ned i breoverflata. I tillegg var tanken å bruke feltarbeidet til å undersøkje om databasen stemmer overeins med røynda.

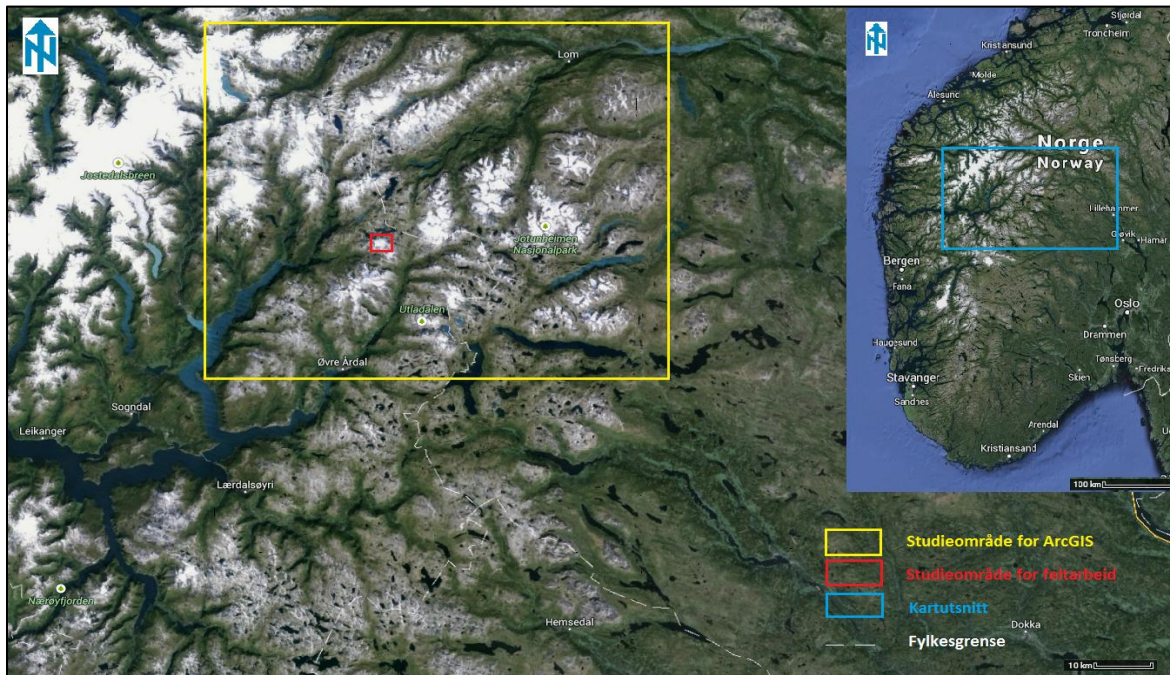
Supraglasiale elvar og meandering

Supraglasiale elvar transporterar smelte- og regnvatn vekk fra breen, men også til dei englasiale- og subglasiale vassystema (Benn & Evans, 2013, s.63). Dei vert danna når overflatevatn vert konsentrert i helningar og nedsenkningar – som sprekkesystem og mellom små ryggar på breoverflata. Forutsetninga for at ei elv skal bli danna er at erosjonsrata i elvelaupet må vere høgare enn resten av breoverflata (Gulley et al., 2009a, i Benn & Evans, 2013, s.63). Supraglasiale elvar ser ut til å meandere på same måte som alluviale elvar, på tross av fundamentale skilnadar som miljø og tidsperspektiv for nedskjering (Karlstrom et al., 2013). Ein avgjerande skilnad er at glasiiale elvar ikkje inneheld sediment av vesentleg grad. Avsetjing og erosjon av sediment er ein viktig faktor for at meandering skal skje i alluviale elvar (Meander, 2012). Det er publisert fleire artiklar om prosessane bak meandering hos supraglasiale elvar (til dømes Ferguson (1973), Marston (1983), Knighton (1972 og 1985)), men ingen gir eit eintydig svar på årsakane.

2 Studieområde

Jotunheimen og Breheimen er begge fjellmassiv og nasjonalparker i Noreg, og representerer dei to høgaste fjellområda i Noreg. Figur 2.1 viser ei oversikt over studieområda. Jotunheimen ligg i det sentrale Sør-Noreg mellom Ottadalen i nord, Gudbrandsdalen i aust, Valdres i sør og Sogn i vest (Askheim & Thorsnæs, 2014). Ved foten av vest-Jotunheimen ligg Sognefjorden, ein av dei lengste og djupaste fjordane i verda. Jotunheimen har innslag av både austleg og vestleg fjellnatur. Her finst lågareliggande, frodige dalar og innsjøar, og i tillegg dei høgaste alpine toppane i Nord-Europa (Miljødirektoratet, 2014). Alle toppane over 2300 m.o.h ligg her, med Galdhøpiggen og Glittertind som dei høgaste (ut.no, 2014). I Jotunheimen ligg 10 % av Noregs brear, hovudsakleg botn- og dalbrear. Desse har trekt seg tilbake dei siste 10-15 åra. (Askheim & Thorsnæs, 2014).

Breheimen ligg vest for Jotunheimen mellom Sognefjorden, Nordfjord og Ottadalen/ Bøverdalen. Fordi Breheimen strekk seg frå havnivå til godt over 2000 m.o.h kan Breheimen også by på variert natur (Den Norske Turistforening, 2014). Jostedalbreen er en del av Breheimen, men berre den nordaustlege delen av Breheimen er inkludert i denne oppgåva (sjå kapittel 2.2).



Figur 2.1. Oversiktskart over studieområde. Gul firkant representerer området med flyfoto som vart brukt i databasen. Raud firkant representerer område der feltarbeidet vart gjort, Fannaråkbreen.

Ettersom oppgåva er delt inn i to hovuddelar, feltarbeid og ArcMap-database, vil desse bli skildra nærare i seksjon 2.1 og 2.2.

2.1 Område - Feltarbeid

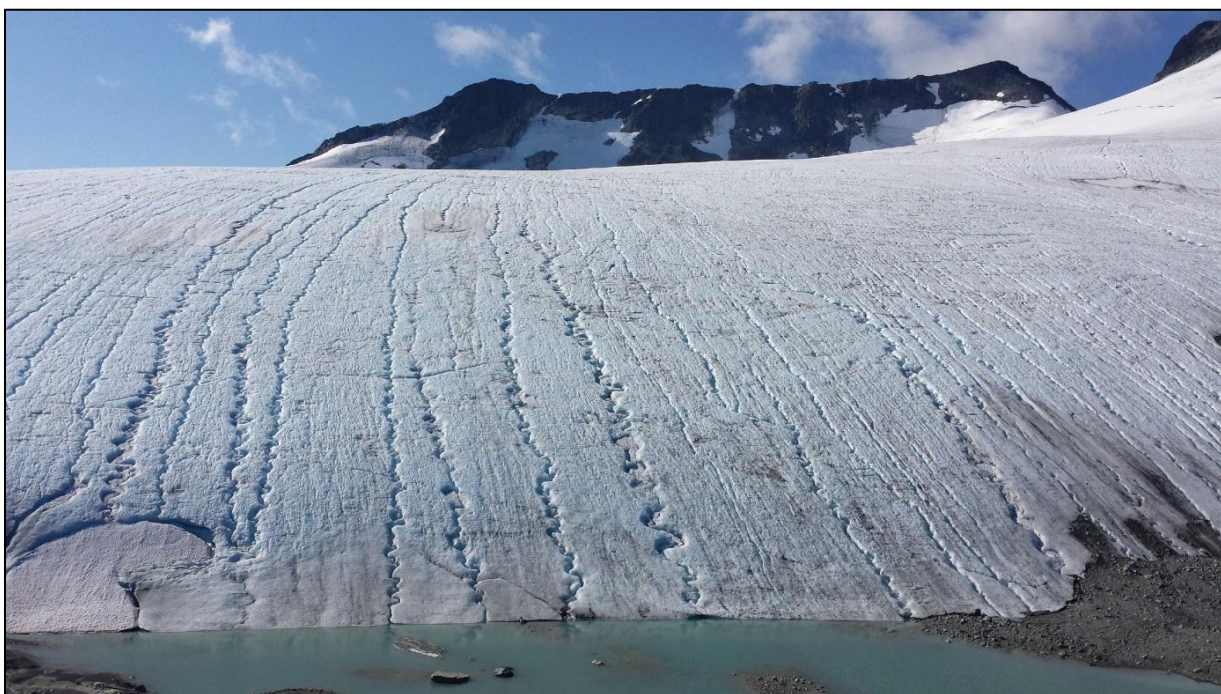
Feltarbeidet vart gjort på Fannaråkbreen (figur 2.2) i perioden 27.08.13-29.08.13. Området er ein del av Hurrungane i vest-Jotunheimen. Breen er ein nord-austvendt botnbreen, om lag 3,4 km² (2003) og ligg mellom 1450-1800 m.o.h. (Andreassen & Winsvold, 2012). Den er avgrensa av Steindalsnosi i

vest og Fannaråken i sør. Dette er ein bre som vert mykje brukt av turistar og i sesongen går det dagleg taulag over Fannaråkbreen. Breen blei valt fordi det vart observert fleire supraglasiale elvar på satellittbilete frå «google maps» i oppstartsfasa av prosjektet (figur 2.3) og fordi breen er lett tilgjengeleg.



Figur 2.2. Fannaråkbreen sett fra nord, nordaust. Fannaråki er ryggen til venstre og Steindalsnosi er til toppen til høgre. Biletet er tatt 21.08.2013.

Snølinja på breen (figur 2.2) ser ut til å ligge tett opp mot Fannaråken, noko som gjer ablasjonsområdet til breen stort i forhold til akkumulasjonsområdet. På figur 2.2 går ei stripe med debris frå fjellet og heilt over breen. Dette kjem sannsynlegvis av at det med jamne mellomrom går steinsprang frå Fannaråken, og breen transporterer steinar og blokker nedover. Det meste av denne debrisen var veldig kantete, noko som er typisk for skredavsettingar.



Figur 2.3. Supraglasiale meanderande elveløp på Fannaråkbreen, Fannaråken i bakgrunnen. Biletet er tatt 21.08.2013.

2.2 Område – ArcMap

I hovudsak har fokus i denne oppgåva vore Jotunheimen, men for å inkludere ein del fleire isbrear og supraglasiale elvar i ArcMap-databasen er ein liten del av nordaust-Breheimen også teken med. Figur 2.4 viser samtlege flyfoto sett saman til eitt bilete, den viser slik Jotunheimen/ Breheimen vart delt opp for å forenkla prosessen av ArcMap-databasen. Inndelinga var gjort på skjønn og følgde fjellparti som meir eller mindre heng saman, avgrensa av større dalføre. Området vist på figur 2.4 har eit areal på om lag 4400 km² (kart.gulesider.no). Flyfotoa er tekne 29.09.2010 og lasta ned frå norgeibilder.no, kartbladet er Sogn 2010.



Figur 2.4. Områdeinndeling brukt når ArcMap databasen vart laga. Områda 1 til 3 og 12 til 15 er etter definisjon ikkje Jotunheimen, men Breheimen.

2.3 Geologi

Jotunheimen og Breheimen er røtene av det som ein gong var den Kaledonske fjellkjeda, danna for om lag 425 millionar år sidan (Bryhni, 2009). Bergrunnen i Jotunheimen er eit skyvedekke (Jotundekket) bestående av prekambriske (4500-542 mill år sidan), magmatiske bergartar, for det meste gabbro og syenitt (Dybwad & Klæbo, 2006). Den Kaledonske fjellkjeda vart i tidleg tertiær (omlag 65-1,8 mill år sidan) erodert ned til eit tilnærma flatt og avrunda landskap (Bryhni, 2013). I kvartær (siste 1,8 mill år) er landskapet forma av elver og brear, og har fått den forma det har i dag. Botnbreiar som har erodert frå to eller tre sider har danna eggjar og tindar, elver har grave ut djupe v-dalar og det alpine landskapet står att. Ein av grunnane til at landskapet er meir alpint i vest-

Jotunheimen enn aust er at klimaet er fuktigare lenger vest, og erosjonen har vore kraftigare (Askheim & Thorsnæs, 2014).

Riksveg 55, Sognefjellvegen, går akkurat ved skiljet mellom Breheimen og Jotunheimen. Her går også eit geologisk skilje, eit band som i hovudsak består av fylitt og leirskifer. Etersom desse kambrosilurske skifera er mjukare og forvitrar lettare, kan det være ein del av årsaka til at landskapet er slakare og rundare omkring skiljet, enn i Jotunheimen og lenger nord og vest i Breheimen. Nord for skiferbandet, den nord-austlege delen av Breheimen, består stort sett av granittiske gneisar av prekambrisk alder, med noko innslag av granitt. Disse bergartane er harde og massive, i likeheit med Jotundekket, og vil etterlate seg tindar, eggjar og djupe dalar (Aa & Sønstegaard, 2005).

2.4 Klima

Jotunheimen og Breheimen er store område som har delar både i aust- og vest-Noreg. Difor varierar klimaet mykje frå stad til stad, men òg høgde over havet og lokal topografi spelar inn. Hovudsakleg er det fuktigare klima jo lenger vest ein kjem som følgje av orografisk nedbør, då den dominerande vindretninga i både Jotunheimen og Breheimen er frå sørvest (Dybwad & Klæbo, 2006, s. 14-15). Breheimen har større variasjon i nedbør enn Jotunheimen. Både nokon av dei mest nedbørsrike og nebørsfattige områda i landet ligg i Breheimen (miljødirektoratet.no, 2013). Temperaturane er synkande til høgare ein kjem, og dalbotnar og søkk er ofte kaldast om vinteren. Det finst ingen god vêrstatistikk for områda. Dei aktuelle målestasjonane Meteorologisk institutt bruker for området ligg på Sognefjellshytta, Fannaråkhytta og Juvasshøe i Lom (NRK og Meteorologisk institutt, 2014). Men grunna mangelfull data, få målestasjonar og store lokale variasjonar, er det vanskeleg å finne nøyaktige tal på nedbør og temperatur som viser trendane.

I samband med supraglasiale elvar og smelting av brear har vêret stor betydning, då først og fremst solinnstråling, temperatur og nedbør. Vind kan auke konveksjon i lufta og føre varm og fuktig luft innover breen. Isenko et al. (2005) studerte struktur og utvikling av supraglasiale vassløp og fann ut at det er mykje avhengig av vassstemperaturen ettersom den er med på å kontrollere smelting av isen rundt elva. Han fann også ut at det hovudsakleg er tre faktorar som avgjer vassstemperaturen – solinnstråling, varmeutveksling med luft (lufttemperatur) og sediment. Sediment kan heve temperaturen betrakteleg, men det er vanlegvis lite av det i supraglasiale elvar. Undersøkingar gjort på Llewellyn-breen i Alaska av Leidman (U.D) viste at vassføring for supraglasiale elvar korrelerte sterkt med temperaturendringar i lufta. Samstundes såg det ut til at nedskjering i elveløpet hadde sterkare korrelasjon med solinnstråling enn lufttemperatur.

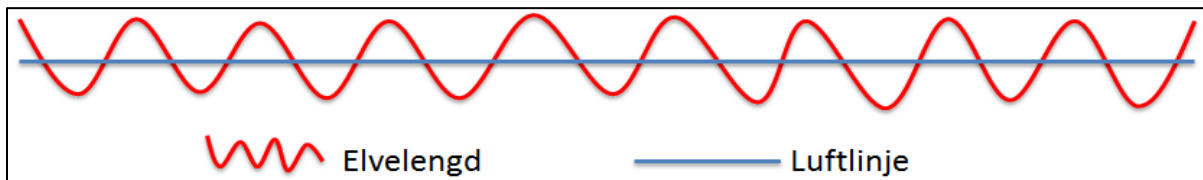
3 Metodar

3.1 Feltarbeid

To elvar på Fannarákbreen vart undersøkt i perioden 27.09.2013-29.09.2013. Elvane vart valt på grunnlag av at dei såg ut til å ha tydeleg meandering. I tillegg var poenget at dei skulle vere ulike i storleik. Elv A, den største, var 460 m lang (elvelengde), om lag 45 cm brei og hadde vasshastigheitar mellom 0,50-1,70 m/sek i løpet av måleperioda. Omlag 300 m lenger vest låg elv B. Den var 480 m lang, om lag 20 cm brei og hadde vasshastigheitar mellom 0,30-1,30 m/sek i løpet av måleperioda.

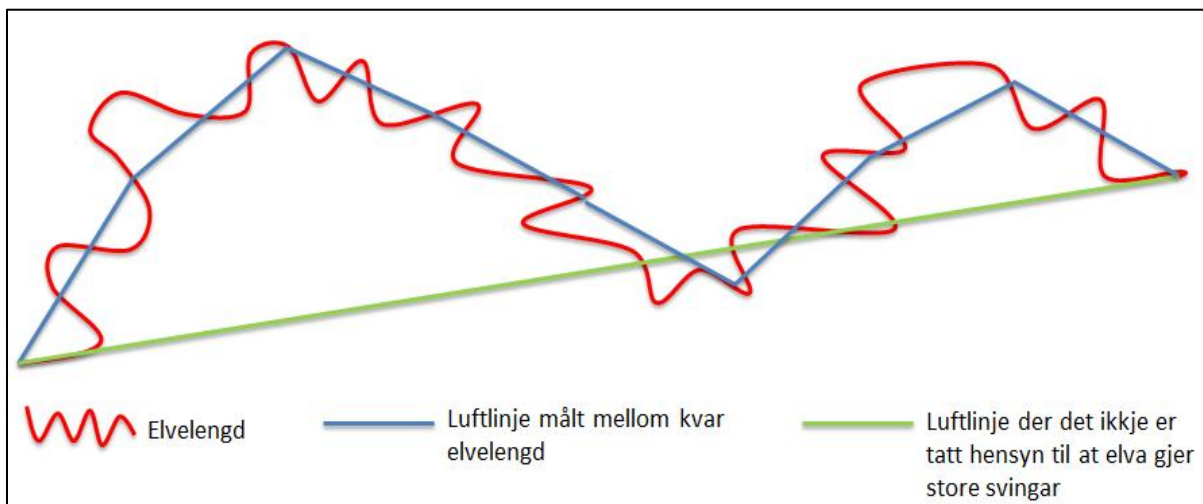
3.1.1 Sinusitet målt med måleband (Målebandsmålingar)

Sinusitet vert berekna ved å dividere elvelengda med luftlinja (figur 3.1). Elvelengd og luftlinje til elv A og B vart målt med måleband, deretter vart sinusiteten rekna ut. Elvelengda vart målt midt i elva og kvar 30. meter (m) vart det lagt ein markør med nummerering. Deretter vart luftlinja målt mellom desse markørane.



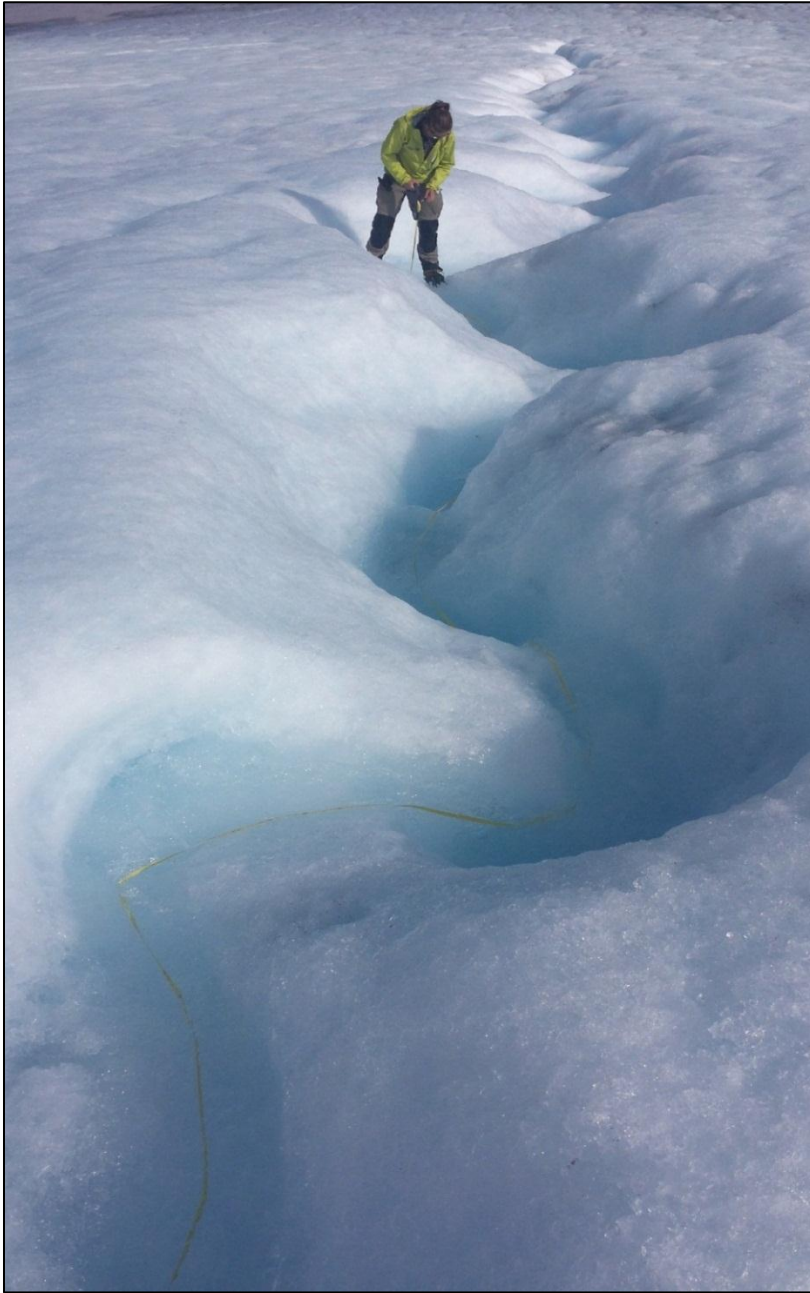
Figur 3.1. Sinusiteten til ei elv = elvelengd / luftlinje

30 m var ei naturleg oppdeling i dette prosjektet då amplituden til elvene varierte frå ~20 - ~150 cm. Dette er ikkje alltid det beste alternativet, då både amplituden og storleiken på meanderane kan vere mykje større enn 30 m. Dersom heile elva svingar i tillegg til å meandrere kan det vere aktuelt å dele opp luftlinja (figur 3.2). Måling av elv B er vist på figur 3.3.



Figur 3.2. I denne oppgåva er det fokus på sinusiteten til meanderane, ikkje korleis heile elva kan slyngje seg etter topografien til breen. Ein meir riktig sinusitet med omsyn på meander, kan bli berekna ved å dele elva opp i kortare delar når luftlengd blir målt.

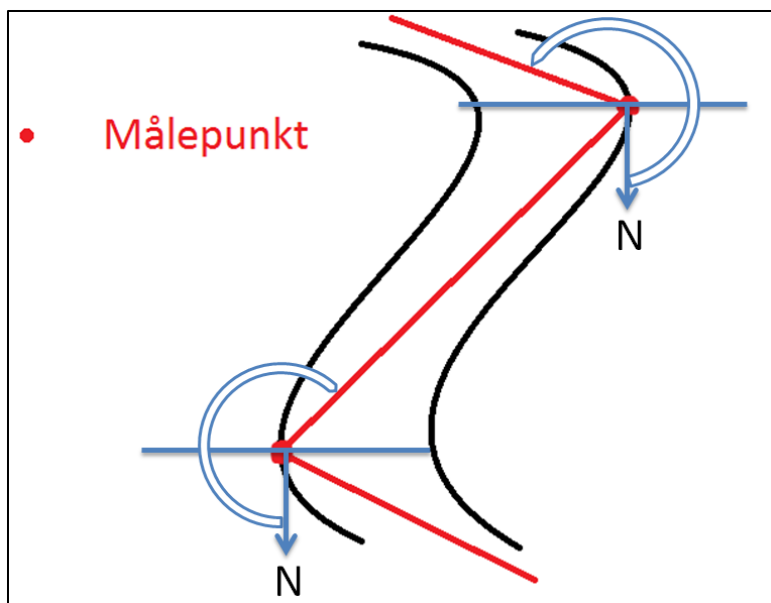
Feilkjelder ved denne metoden kan vere at målebandet vart dregen av straumen, slik at bandet kutta svingane og den målte elvelengda vart kortare enn den reelle. Det er også viktig at måleren ikkje dreg i bandet.



Figur 3.3. Sunniva held styr på målebandmålingane av sinusitet i elv B. Det gule målebandet legg seg fint med straumen.

3.1.2 Elvemeander målt med kompassretning (Vinkelmålingar)

For å kunne rekonstruere elva i excel vart meanderane registrert ved å trekkje måleband frå ytste punkt i ein meander til ytste punkt i neste. Lengda mellom punkta og retning (grader frå nord) vart avlest (figur 3.4). Desse lengdene og gradene vart lagt inn i excel og bearbeida slik at elva kunne bli rekonstruert digitalt. Dette viste seg å vere vanskeleg å gjere dette slik at framstillinga vart korrekt. Vinkelmålingane vart difor kun brukt til å samanlikne sinusitet.

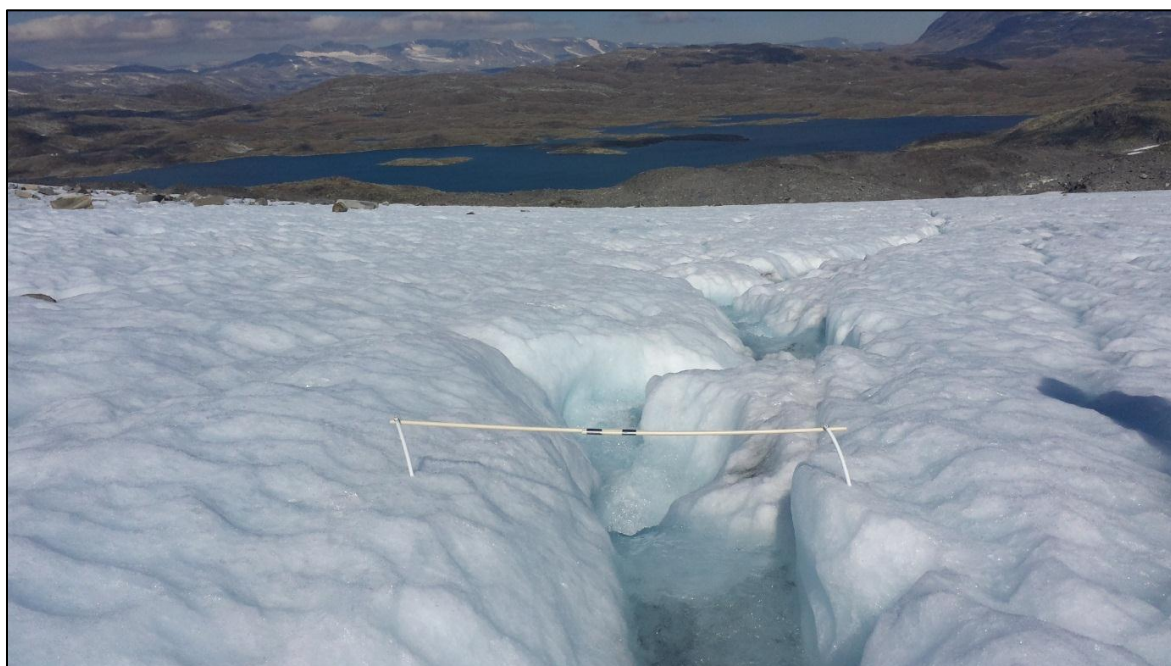


Figur 3.4. Raud linje er lengda og retning på kvar sving slik dei vart målt. Vinkelmålingane starta i botnen av elva og gjekk oppover. Dei blå pilene viser korleis kompasskursen blei teken i forhold til nord.

Feilkjelder i denne prosessen kan vere avlesingsfeil på kompasset og ulik tolking av ytterpunktet i svingen der målinga vart teke. I nederste del av elv A var elvebana omkring 2,0 m djup og 1,5 m brei, her var det vanskeleg å få nøyaktige målingar.

3.1.3 Stasjonsmålingar

Det blei sett opp fire stasjonar over 2 elver, ein målestasjon i øvre del av elva og ein i nedre del. Kvar stasjon bestod av eit røyr på kvar side av elva som var skrudd ned i isen og eit røyr på tvers over, sjå figur 3.5.

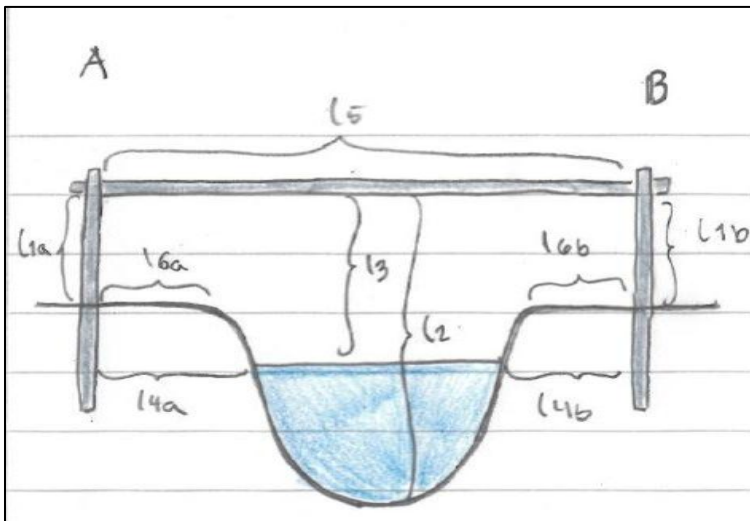


Figur 3.5. Målestasjonen oppe over elv A. To plastikkørør bora ned på kvar side av elva med ei tverrstang over, sett nordover mot Prestesteinsvatnet.

Det vart utført fleire målingar på kvar stasjon. Lengdene er vist på figur 3.6.

- Frå toppen av røyra og ned til overflata av breen (*L1a og L1b*)
- Frå stanga og ned til botnen av elva (*L2*)
- Frå stanga og ned til vassoverflata (*L3*)
- Frå stanga og bort til elvebredda (*L4a og L4b*)
- Mellom stengene som var skrudd ned i isen (*L5*)
- Frå stanga og bort til breoverflata byrja å helle. (*L6a og L6b*)
- Breidda på elva vart også målt (*L7*).

I tillegg vart tverrsnitt av elvebotnen registrert ein gong ved kvar målestasjon. Lengda frå vassoverflata og ned til botnen vart målt med tommestokk kvar 2. cm.



Figur 3.6. Modell for målestasjonene med alle målelengdenelengdene, bortsett fra breidda på elva (*L7*).

Ein grunn til at feltmålingane er usikre var at tre personar, som veksle på å gjere målingane, utgjorde tre ulike tolkingar av målingane. Ujavn breoverflate kan vere ein anna årsak til unøyaktige målingar (i hovudsak *L1a og L1b*). Ujavnheitene kan utgjere 1-2 cm, og vere avgjerande i målingane av dei små variasjonane i smeltinga. Dessutan gjorde turbulent vatn det vanskeleg å måle *L3* og tverrsnittet.

Til å konstruere målestasjonene vart eit plastrøyr delt opp i mindre delar, dette hadde lenge lagt i ein kveil og det gjorde at bitane var bøygde (figur 3.7). Dette førte til bøyging og utstrekking under måleperioden, så dei hadde ikkje konstant lengde. Måling *L1a og b* vart målt frå midten på tverrstanga og ned til overflata, i staden for frå toppen eller botnen som ville gitt meir konsekvente målingar. Stanga var festa med streng og kan ha flytta seg litt, ikkje meir enn 0,5 cm, men det er uansett ei usikkerheit som kunne ha vore unngått. Målingane *L2 og L3* vart ikkje målt på same stad i elva. Då tverrsnittet av elva vart målt viste det seg at botnen var svært ujavn og at ein horisontal avstand på 2 cm kunne ha vertikal skilnad på 6-7 cm.



Figur 3.7. Utstyr som vart brukt under feltarbeid. Legg merke til dei kvite røyra midt i bilete som er bøygde. Kofferten inneheld hastighetsmålaren (figur 3.8).

I tillegg har det mest sannsynleg smelta nedi hola målestasjonen er plassert i, slik at målepunkta ikkje er faste. Denne feilmarginen kunne blitt addert på målingane L1a og L1b frå målestasjonen og dermed blitt korrigert, men ettersom målestasjonen ikkje hadde noko referansepunkt, er det ikkje mogleg å finne ut kor mykje målestasjonen sank.

3.1.4 Hastighetsmålingar

For å måle straumhastigheita til elvane vart ein "Strømmåler SD-4" frå Sensordata A/S nytta (figur 3.8). Straummåleren er laga for å måle straumhastigheit og straumretning i sjø, men fungerer også til elvemålingar. Den måler i 50 sekundsintervall og 30 sekund pause mellom intervallane, opp til 16 målingar. Det vart vurdert til at 5 målingar (8 min) kvar gong var nok til å finne eit representativt gjennomsnitt. Stasjons- og hastighetsmålingar vart gjort kvar 4. time over 3 dagar.

- Første dagen klokka 16:00 og 20:00
- Andre dagen klokka 8:00, 12:00, 16:00 og 20:00
- Tredje dagen klokka 8:00 og 12:00

Enkelte gonger var propellen til straummåleren for stor (den var omlag 10 cm høg) i forhold til vassføringa, dette gjorde at straummåleren ikkje alltid klarte å måle hastigheita korrekt. Ved målingar torsdag 29.08.13 kl. 09.26 var det til dømes berre 2,5 cm djupt vatn i elv A. Då vart målarer flytta 2 m nedanfor punktet der dei andre målingane vart tekne. Her var det ein kulp med djupare vatn slik at propellen vart meir dekt. Forflyttingar til slike kulpar kan medføre problem ettersom vatnet er meir stillestående her. I tillegg var det eit problem at det nokre gonger sette seg fast isklumpar i propellen og stoppa den i kortare periodar, men dette burde ikkje påverke resultatata i stor grad.



Figur 3.8. Karin syter for at hastigheitsmålingane vert tekne riktig, medan Sunniva noterar og held tida.

Det var også forsøkt å gjere hastigheitsmålingar ved hjelp av to små plastflasker butte saman med 2 m snøre. Tanken var å sende flaskene med straumen mellom to oppmålte punkt og ta tida, men vassføringa var låg og flaskene hang seg opp fleire gonger i elvebotnen og gjekk i spinn i små kulpar. Det var vanskeleg å få korrekte målingar med denne teknikken i desse elvene med så lita vassføring.

3.1.5 GPS

Nedslagsfelt og elveløp vart målt ved hjelp av sporingsfunksjon (tracking) på GPS (Global Positioning System), med Garmin eTrex Legend HCx. Nedslagsfeltet til elvane vart funne ved å følgje vasskiljet over og mellom elvane.

Feilkjelder i denne prosessen kan vere feilvurderingar med tanke på hellingar og sprekkesystem under målinga av nedslagsfelt, samt at nøyaktigheita til GPS varierer frå modell til modell. Nøyaktigheita til GPS kan reknast til om lag 2 meter under gode forhold. Sjå vedlegg 1.

3.1.6 Hellingsvinkel

Den gjennomsnittlege hellingsvinkelen ved elv A og B vart funne ved at høgd over havet ved toppen og botnen av elva vart målt med barometrisk GPS. Deretter vart hellingsvinkelen rekna ut ved hjelp av trigonometri. Den lokale hellingsvinkelen ved målestasjonane vart målt ved at eit måleband vart strekt ut ~ 7 m, ~ 50 cm over overflata og deretter registrert med klinometer. Andre generelle hellingsvinklar er funne ved å måle høgd i ArcMap.

Barometrisk høgdemålar, som er baserert på lufttrykk, vert påverka av temperatur og luftfuktigheit (Forssell, 2009). Det vart ikkje gjort korreksjonar med tanke på dette ettersom måleperioda var på under ein time og intensjonen var å måle høgdeskilnaden, ikkje nøyaktig høgd over havet.

Målingane av lokal hellingsvinkel er gjort på augemål og er ikkje ein nøyaktig metode. Avstanden mellom personane førte til at målebandet vart hengande ned på midten. Det kan ha vore skilnad i kor høgt personane haldt målebandet (opptil 5 cm).

3.1.7 Vêr

Under feltarbeidet vart det ikkje gjort nokon målingar av vêret med termometer, barometer eller andre instrument. Temperaturmålingar frå målestasjonane i området (På Fannaråkytta og Sognefjellshytta) frå måleperioda vart henta frå klima.no og yr.no. Ingen av målestasjonane har data for nedbør. eKlima er ein gratis teneste som gir ekstern tilgang på klimadatabasen til Meteorologisk institutt (Meteorologisk institutt, u.d).

3.1.8 Samanlikningar av sinusitet funne ved ulike metodar

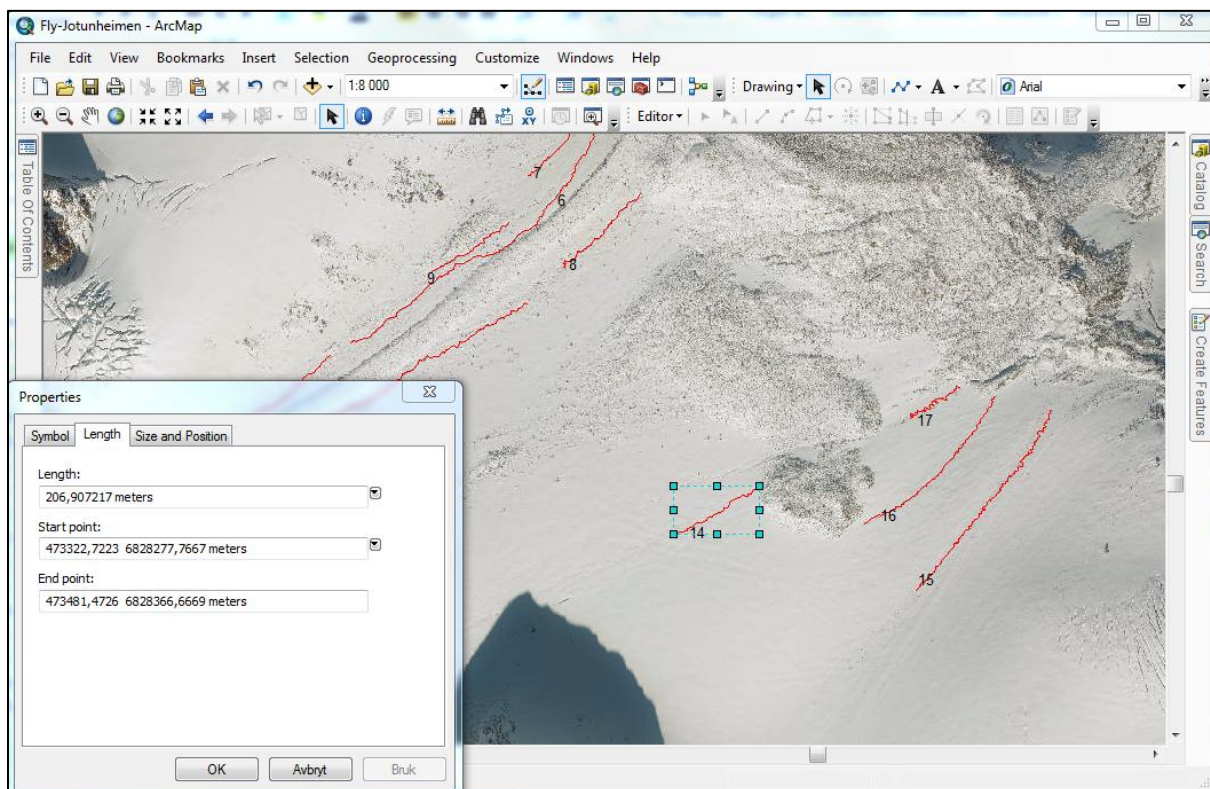
Det vart rekna ut sinusitet frå vinkelmålingane, målebandsmålingane, GPS-sporing av elvane og ArcMap-målingane for å samanlikne dei, forstå skilnadane og finne den beste måten å gjere slike målingar. ArcMap-målinga består av snittet av lengde- og luftlinjemålingar til alle (3) deltakarane, gjort på elv A. Det vart valt å gjere det slik for å ikkje legge for mykje vekt på ein person sine vurderingar. GPS-målingane er lagt inn i ArcMap for å finne lengda og måle luftlengda med «measuring tool». Sidan målebandsmålingane er dei einaste som måler elvelengda utan store feilkjelder, er dei vurdert til dei mest nøyaktige. Det er derfor valt å samanlikne vinkelmålingar, GPS-målingar og ArcMap-målingar opp mot sinusitetsmålingane.

3.2 ArcMap - Database

Det vart utarbeidd ei database for supraglasiale elver i Jotunheimen og nordaustlege Breheimen, basert på flyfoto. Databasen skulle samanfatte all relevant informasjon flyfoto og terrengmodellar kan gi om supraglasiale elvar. Tanken var å finne ut korleis ei slik database kan lagast for å vere presis nok til å kunne brukast i forskning på supraglasiale elvar. Resultata frå databasen er i denne oppgåva brukt til å finne korrelasjonar gjennom statistiske testar. Databasen inneheld informasjon fra 623 elvar, om lokalisering, himmelretning, elvelengd, luftlengd, sinusitet, høgd over havet ved topp og botn av elva, høgdeskilnad og helling. For å vite noko om den totale smeltinga på breen er det forsøkt å rekne ut kor stor andel av den totale breoverflata som er nedslagsfeltet til elvane.

Databasen er laga ved hjelp av programmet ArcMap 10.1. Georefererte flyfoto og 10 m DEM-grid (digital elevation model) vart lagt inn for området. Ei «shape file» vart laga i ArcMap – ei linje som vart trukke langs elva. «Shape fila» registrerte lokalisasjon og elvelengd. Deretter vart luftlinja av elva målt med «measuring tool». Sinusteten vart rekna ut på same måte som i feltmålingane (lengde langs elva/ luftlinje). Himmelretning og høgd over havet både ved toppen og botnen av elva blei målt med «information tool» ut ifra DEM-griden. Figur 3.9 viser dømer på korleis elvane ser ut etter dei er teikna inn. Sjølv om det ikkje vart definert ein metode for korleis elvane skulle tolkast, vart det i denne oppgåva fulgt nokre retningslinjer. Dersom elvane var dekkja med nysnø slik at den vart utdyeleg og vanskeleg å tolke, vart start- og slutt punkt definert der elva kom godt fram. Og dersom elva hadde store svingingar vart luftlinja til en viss grad følgd langs elva på same måte som skildra i seksjon 3.1.1 om målebandsmålingar.

Feilkjelder i samband med flyfoto og ArcMap er mellom anna at flyfotoa er tekne 29.09.2010, 2 år og 11 månadar før feltarbeidet. Fordi bileta er tekne i september er det ofte snødekke på isen som i mange tilfelle gjer det vanskeleg å sjå og tolke elvane riktig. Noko dårleg oppløysning på flyfotoa kan også gjere det vanskeleg å sjå elvene når målestokken blir stor (til dømes 1:1000). A. P. Korsnes i kartverket oppgir i ein e-post at data for høgdekurvane på Fanaråkbreen er fra 07.01.2004 (8,5 år eldre enn feltarbeidet).



Figur 3.9. Døme frå område 7 (sjå figur 2.3), Veobreen, sør for Glittertind. Elv nr. 14 er merka og «properties»-boksen nede i venstre hjørne viser elvelengd og lokalisasjon.

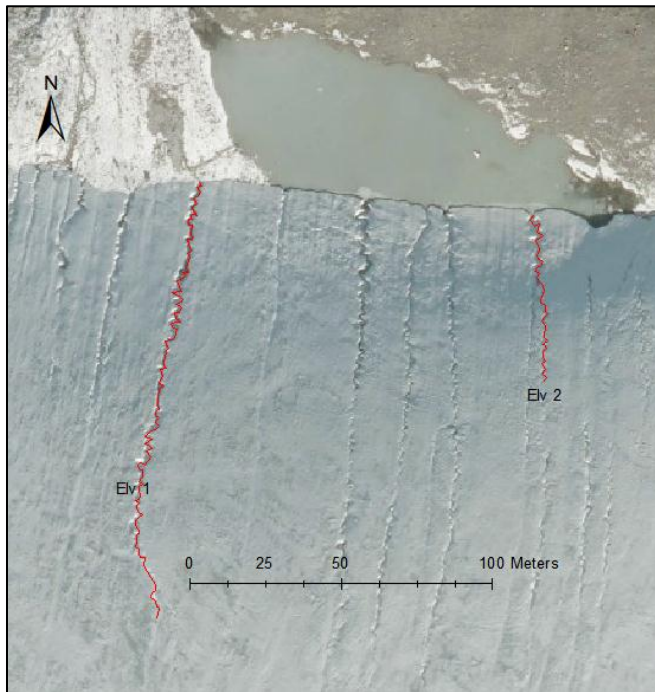
3.2.1 Kontrollmålingar

For å prøve å vurdere om kvaliteten på databasen og flyfotoa er gode nok til å bli brukt av oss og eventuelt av andre seinare vart det gjort to undersøkingar, 1) finne ut kor store variasjonane er mellom ulike personar og 2) samanlikne ArcMap-målingar med feltmålingar av elv A og elv B. Basert på resultatata vart det vurdert korleis ein eventuell korreksjon av databasen skulle vere.

1. Finne ut kor store variasjonane er mellom ulike personar

Ettersom tre personar gjorde målingane i ArcMap gir det grunnlag for usikkerheit då dei sannsynlegvis vurderte elvane ulikt. Det er difor utført samanlikningar av korleis dei utfører målingar for å studere eventuelle skilnader. Samanlikninga vart utført ved at to elver vart målt fem gongar av kvar enkelt. Dette vart gjort kun èin gong per dag for å gjere målingane mest mogleg uavhengige. Figur 3.10 viser Karin si tolkning av elvelaupa på den tredje dagen med målingar. Forsøket skulle representere èi elv (elv 1) som er tydeleg og èi utydeleg elv (elv 2) på flyfotoa, då kunne ein også finne ut om kvaliteten på biletet av elva hadde mykje å seie for korleis ho vart tolka. Desse målingane vert kalla kontrollmålingar i resten av oppgåva. Kontrollmålingane består av elvelengd, luftlinje,

sinusitet, høgd oppe og høgd nede. Tala som vart brukt i samanlikninga er snitt av måla og relativt standardavvik av kontrollmålingane. Samanlikning av korleis ein person har gjort målingar i forhold til seg sjølv vert omtalt som individuell skilnad i oppgåva.



Figur 3.10. Kontrollmålingar frå elv 1 og 2 som Karin gjorde på dag tre. Dette er dei same elvane som på figur 2.3

Standardavviket er gjennomsnittleg avstand ein enkelt verdi har frå gjennomsnittsverdien i eit datasett. Det er altså eit mål for spredninga til verdiane. Det er definert som kvadratrota av variansen. Varians får ein ved å leggje saman dei gjennomsnittlege avstandane verdiar har frå gjennomsnittsverdien, og så dele dette på antall verdiar (NDLA, u.d).

Relativt standardavvik er brukt for å finne ut kor konsekvent dei ulike personane er i målingane. Det er utrekna ved å dele standardavviket med gjennomsnittsverdien, og er difor basert på variansen. Relativt standardavvik kan vise kor godt ein klarer å gjennomføre målingane likt kvar gong under like forhold (repeterbarheit) og kan seie noko om kvaliteten på databasen, då det uttrykker nøyaktigheita til ein person. Det optimale for relativt standardavvik i denne samanhengen er at det er så lite som mogleg. I tillegg er det nyttig at ein person har om lag likt avvik for alle typane målingar, då det gjer det enklare å korrigere for dette seinare.

Følgjande samanlikningar vart gjort:

- a. Målingar for elv 1 og elv 2 for dei enkelte.
- b. Målingar for elv 1 mellom dei ulike personane.
- c. Målingar for elv 2 mellom dei ulike personane.
- d. Snittet for elv 1 og elv 2 for den enkelte er samanlikna med totalt snitt for elv 1 og elv 2.
- e. Snittet for heile databasen samanlikna med snittet for målingar i databasen tatt av den enkelte.
- f. Samandrag av kontrollmålingane og korreksjon av databasen.

2. Samanlikne ArcMap-målingar med feltmålingar av elv A og B.

Ved hjelp av Rstudio vart gjennomsnitt og standardavvik av sinusitetsmålingane i databasen rekna ut. Dette vart samanlikna med sinusitet målt i felt for å sjekke om målingane på flyfoto var reelle.

3.2.2 Statistikk

For å undersøkje om ulike datasett frå ArcMap-databasen korrelerer er det gjort statistiske testar i Rstudio. Datasett som det vart gjort statistikk på er kor høgt elva ligg over havet, gjennomsnittleg helningsvinkel og sinusitet. Det vart også undersøkt om det var samanheng mellom elvelengd, luftlinje og sinusitet. Korrelasjonstesten – «spearman's rank correlation» vart nytta ettersom den eignar seg for data som ikkje er normalfordelt.

I statistikk er p-verdien eit kalkulert sannsyn (probability) og vert brukt for å avgjere om resultatane er signifikante. Eit resultat er signifikant når ein med høg sikkerheit kan forkaste nullhypotesa (ingen samanheng, ingen korrelasjon og så vidare) på grunnlag av datamaterialet (Bjørnstad, 2014). For å bestemme kva tid eit resultat er signifikant bestemmes eit signifikansnivå. I naturvitskapen brukast som regel signifikansnivå på 0,05. Dette tyder at datane gir bevis mot nullhypotesa, som då kun vil skje i 5 % av tilfella dersom nullhypotesa var sann. P-verdien må då vere mindre enn 0,05 for at nullhypotesa skal kunne forkastast og seie at den alternative hypotesa stemmer (UiO.no, 2014). I ein korrelasjonstest er nullhypotesa at det ikkje er nokon korrelasjon mellom datasetta. I korrelasjonstestar seier ein korrelasjonskoeffisient, rho, noko om kor sterk korrelasjonen er (+1 eller -1 tyder sterk positiv eller negativ korrelasjon, 0 tyder ingen korrelasjon). Men korrelasjonskoeffisienten kan ikkje seie noko om storleiken på effekta av korrelasjonen (Lilleng, 2014).

3.2.3 Nedslagsfelt

Areal til nedslagsfeltet til elv A og elv B, som vart målt med GPS, vart nytta i eit eksperiment for å finne ut kor stort det totale nedslagsfeltet til alle elvane på breen var. Formålet var å rekne ut kor stor prosentdel totalt nedslagsfelt utgjer av heile brearealet.

$$\text{Totalt nedslagsfelt} = \frac{\text{Areal nedslagsfelt}}{\text{Elvelengd}} * \text{Total elvelengd}$$

Areal nedslagsfelt og elvelengd er begge målt med GPS i felt. Total elvelengd er totalt tal meter elv målt på breen på flyfoto i ArcMap.

$$\text{Prosent nedslagsfelt} = \frac{\text{Totalt nedslagsfelt}}{\text{Totalt breareal}}$$

Hellingsvinklane vart rekna ut ved hjelp av høgd målt i ArcMap og trigonometri.

Det vart gjort tre estimat av nedslagsfeltet. Det eine vart gjort med data frå elv A, det andre vart gjort med data frå elv B og det tredje vart gjort med gjennomsnittet av data frå elv A og elv B.

Berre to elver vart nytta i dette eksperimentet. Det er for få til å trekke klare konklusjonar.

Det vart også forsøkt å nytte ArcMap i berekning av nedslagsfelt. Verktøyet "Watershed" bruker digitale terrengmodellar, eller Digital Elevation Model-filer (DEM-filer) til å finne straumretning, akkumulering av vatn og nedslagsfelt.

3.3 Teoretisk utregning av friksjonssmelting i elvebanen

Ferguson (1973) foreslår at mekanisk erosjon (plukking) av elvebotnen kan vere ein medverkande prosess i erosjonen av elvelaupet. Under feltarbeidet vart det observert isklumpar i elvane, som kunne støtte opp under teorien til Ferguson (1973). Difor vart det forsøkt å samanlikne feltresultata frå denne oppgåva med vertikal erosjon ved hjelp av friksjonsvarme. Vertikal erosjon frå friksjonssmelte er vist frå Ferguson (1973) sin formel: Potensielt energitaps-rate per lengde er $r = Q\rho gS/P$. Ved stabile forhold utan endringar i vatnet sin kinetiske energi, eller i is- og vassstemperatur ($\sim 0^\circ\text{C}$), må det vere energitap som fører til nedsmelting av elvelaupet. Friksjonssmelterata, i , er i forhold til eit fast punkt og ikkje relativt i forhold til breoverflata. Dersom elvebreidda (L) er konstant og botnen er flat, kan den vertikale erosjonsrata i isen (i) bli antatt å vere,

Formel (1):

$$i = \frac{\rho g Q S}{\rho_i \sigma W P}$$

Dimensjonsanalyse:

$$LT^{-1} = \frac{ML^{-3} * LT^{-2} * L^3 T^{-1} * LL^{-1}}{ML^{-3} * ML^2 T^{-2} M^{-1} * L * LL^{-1}}$$

Då står vi att med:

$$LT^{-1} = LT^{-1}$$

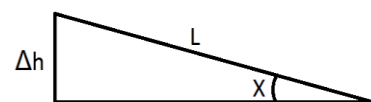
Formelen kan også delast opp slik:

$$m s^{-1} = \frac{kg m^{-3} * m s^{-2} * m^3 s^{-1} * m^1 m^{-1}}{kg m^{-3} * kg m^2 s^{-2} kg^{-1} * m * m^1 m^{-1}}$$

Ut i frå formelen over kan vi gå fram slik:

$$i = \frac{\rho g Q S}{\rho_i \sigma W P}$$

- i er ein hastigheit, m/s.
- Over brøkstreken er ρ = tettleiken til vatn og Q = vassføring (tverrsnittareal*hastigheit til vatnet), g = tyngdeakslerasjonen, S =sinus til den lokale hellingsvinkelen = $\Delta h / L$ (sjå figur 3.11 for forklaring).



Figur 3.11. $S = \sin X = \Delta h / L$

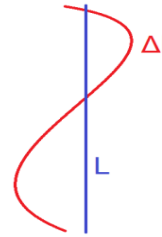
- Under brøkstreken er ρ_i = tetthet til is, σ = varmekapasitet til is, W = breidda på elva, P = sinusiteten = $\Delta h / L$ (figur 3.12).

S og P blir forklart på denne måten:
$$\frac{S}{P} = \frac{\frac{\Delta h}{L}}{\frac{\Delta l}{L}}$$

L kan strykast slik at $\Delta h / \Delta l$ står igjen.

No kan formelen skrivast slik:

$$i = \frac{\rho Q * g * \Delta h}{\sigma * \rho_i * W * \Delta l}$$



Figur 3.12. Sinusiteten, $P = \Delta h / L$

- No er ΔEP per tid over brøkstreken, $mg \Delta h / t$. ($\rho * Q = kg * m^{-3} * m^3 s^{-1} = kg * s^{-1}$)
- Under brøkstreken er no energi som er krevd for å smelte arealet av elvebotnen, $\sigma \rho_i W \Delta l$

For enda lettare å forstå kan leddet under brøken multipliserast opp:

$$i * \sigma * \rho_i * W * \Delta l = \rho Q * g * \Delta h$$

energi som krevjast for å smelte volum is per tid = totalt energitap per tid

Følgjande avsnitt presenterar korleis tala er brukt til å rekne ut friksjonssmelterata ved kvar målestasjon. Øvre målestasjon ved elv A er brukt som døme (tabell 3.1). Alle verdiar er funne på same måte for sine respektive elvar. Den lokale hellinga vart måla under feltarbeidet til 4° . S = sinus til den lokale hellinga på breoverflata, ($\sin 4^\circ = 0,0697$). Sinusiteten (P) er tatt utifrå målingane som vart gjort under feltarbeidet. Den lokale sinusiteten rundt målestasjonen var $P = 1,14$. Vassføringa (Q) vart rekna ut ved hjelp av tverrsnittsarealet og hastigheitsmålingane. Trendlinja til tverrsnittet i figur 3.13 gir ein funksjon (y). Integralet av funksjonen y , frå $x = 0$ til $x = 30$ ga eit omtrentleg tverrsnittsareal på $161,1 \text{ cm}^2$. Hastigheita er på $101,6 \text{ cm s}^{-1}$. Multipliserer ein desse to verdiane får ein vassføring $Q = 0,016 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$. Utrekninga er berre representativt for vassmengda rundt kl. 16.30 onsdag 28.08.13 ettersom breidda på elva og vassføringa varierer i løpet av døgnet.

Tabell 3.1. Tala brukt under utrekninga av i , oppe ved elv A ca kl 16.30 onsdag 28.08.13. Talet for latent varme og tetthet er henta frå Smeltevarme, 2009 og P. A. Shumskiy, 1960.

$$\rho = \text{tetthet til vatn} = 999,84 \text{ kg m}^{-3}$$

$$g = \text{tyngdeakslerasjonen} = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$Q = \text{vassføring til elva} = 0,016 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

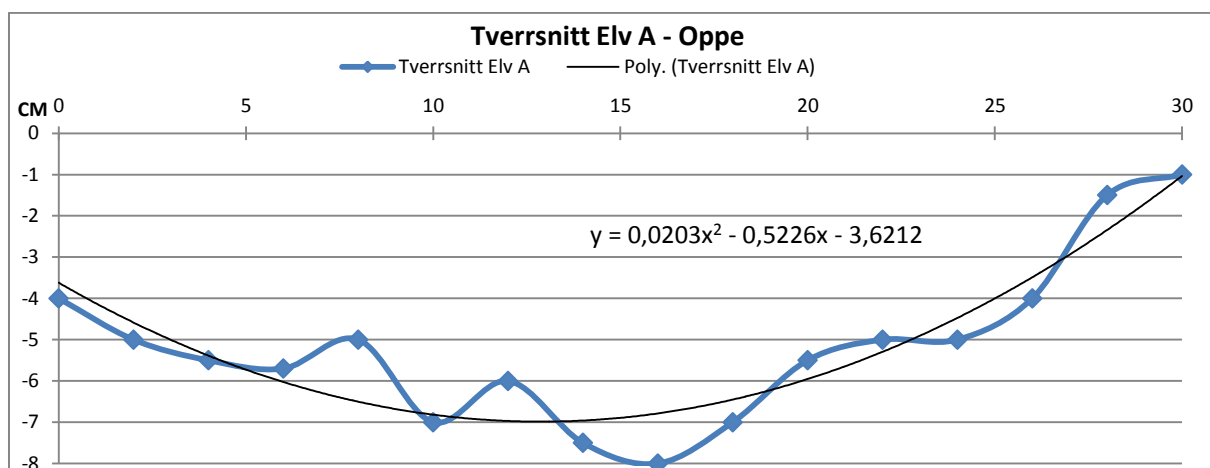
$$S = \text{sinus til den lokale helninga på breoverflata} = 0,0697$$

$$\rho_i = \text{tettheten til is på overflata} = 916,70 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\sigma = \text{latent varme til smelting av is} = 334000 \text{ J kg}^{-1}$$

$$W(L7) = \text{breidde på elva} = 0,53 \text{ m}$$

$$P = \text{sinusiteten til elva} = 1,14$$



Figur 3.13. Tverrsnitt med trendlinje og funksjon av trendlinja til den øvre målestasjonen i elv A. Svart linje er ei trendelinje til tverrsnittsarealet. Trendlinja har ein funksjon, $y = \int_0^{30} dx = \text{ca. tverrsnittsarealet}$.

4 Resultat

4.1 Feltarbeid

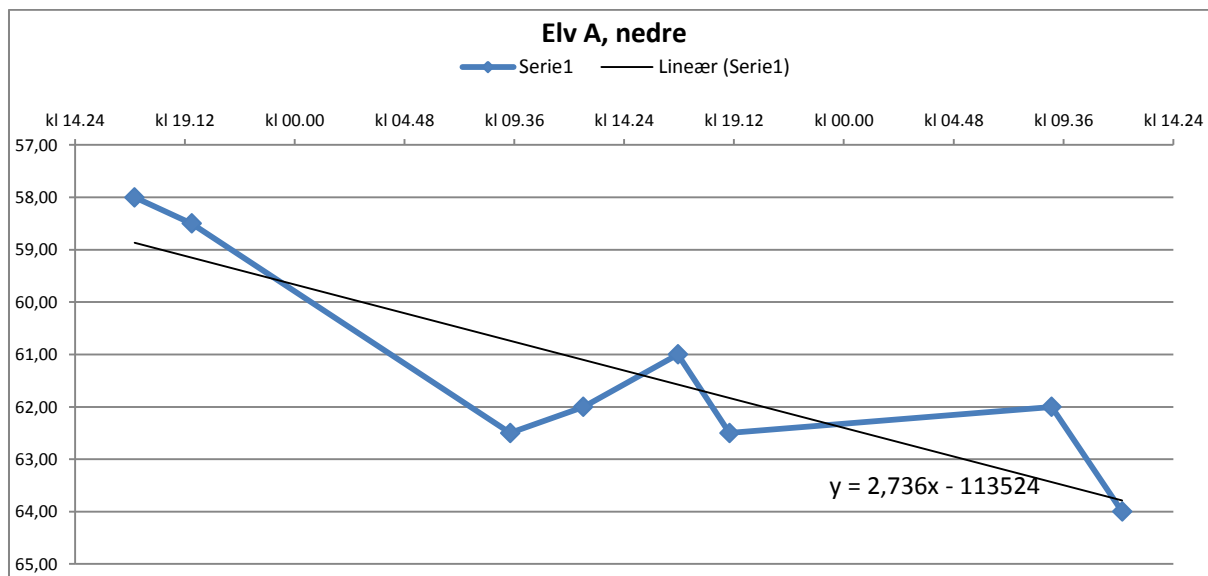
Resultat frå arbeidet med stasjonsmålingane, hastigheitsmålingane, sinusitetsmålingane og vinkelmålingane på elvane. Rådataa til resultatata ligg i vedlegg 2.

4.1.1 Observert nedskjering i felt samanlikna med friksjonssmelterata.

Teoretisk utrekning av vertikal friksjonssmelting er samanlikna med nedskjeringa (L2) målt under feltarbeidet for alle målestasjonane. Resultata av L2 indikerar høgare nedskjeringsrate enn teoretisk friksjonssmelting (formel 1) (tabell 4.1). Linja til L2 i figur 4.1 er ujamn, det er mogleg at erosjon ved hjelp av friksjonssmelting resulterer i ei jamnare linje. Desse to resultatata kan indikere at teorien om plukking stemmer.

Tabell 4.1. Teoretisk utrekning (i) av friksjonssmelterata for alle målestasjonane samt stigningstalet til trendlinja for feltmålingane.

Plassering	$i = \text{m/s}$	$i = \text{cm/døgn}$	Feltmålingar(L2)(cm/døgn)
Elv A, øvre del	$5,91 \cdot 10^{-8}$	0,511	0,563
Elv A, nedre del	$2,155 \cdot 10^{-7}$	1,862	2,74
Elv B, øvre del	$6,549 \cdot 10^{-8}$	0,566	1,052
Elv B, nedre del	$4,43 \cdot 10^{-8}$	0,38	3,795

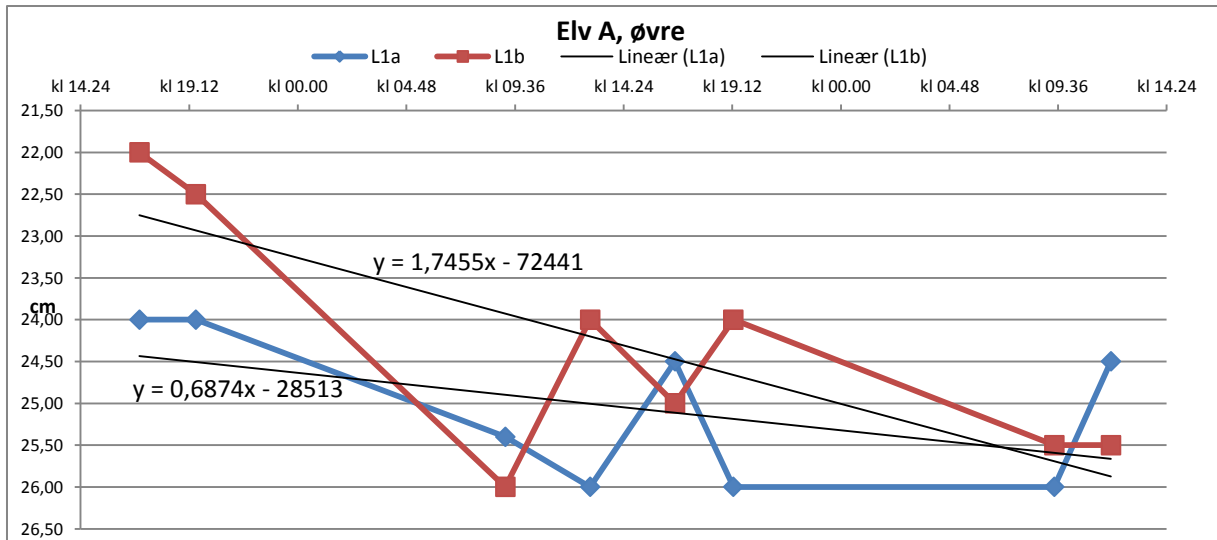


Figur 4.1. Døme frå målestasjonen nede ved elv A, L2. Den blå heiltrukne linja mellom punkta er ujamn, dette kan indikere at plukking er ein aktiv mekanisme i erosjonsprosessen. Svart linje viser «best fit» trendlinje. I formelen (y) er stigningstalet cm/døgn.

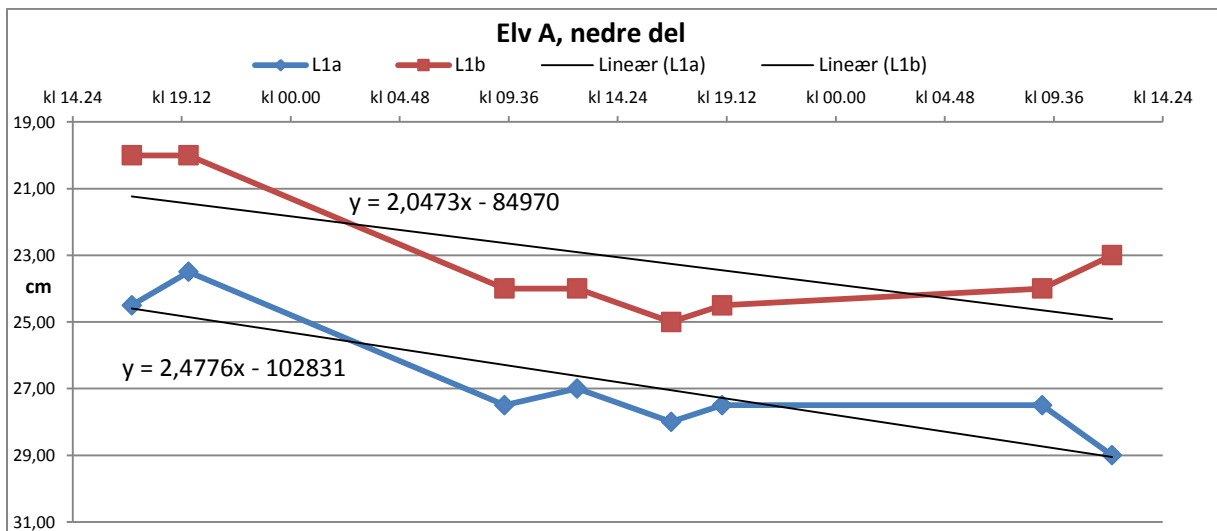
Erosjon i elvekanalen relativt til overflata vil vere $a - i$, der a er ablasjon (smelting på overflata av isbreen) og i er nedskjering (erosjon i elvekanalen) (Benn & Evans, 2013, s. 63). Ablasjon på overflata er representert av L1a og b (figurane 4.2 – 4.5 og tabell 4.2). Målingane indikerar at breoverflata har smelta ned opptil 12 cm på 34 timer. Nedanfor er det presentert tre ulike tolkingar av korleis feilkjeldene kan påverke resultatata.

Tabell 4.2. Målestasjon nede ved elv A. Lengda frå tverrstang på målestasjonen og ned til elvebotnen (L2) og målingane frå tverrstanga og ned til breoverflata på sidene av elva (L1a og L1b) målt i cm.

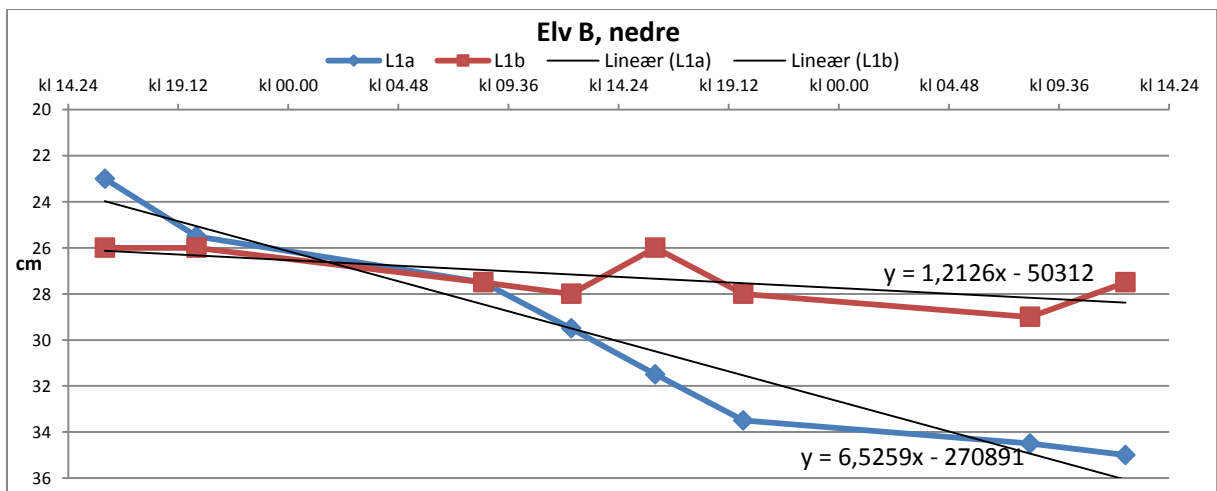
Klokkeslett	L2 (cm)	L1a (cm)	L1b (cm)
17:00:00	58,00	24,50	20,00
19:30:00	58,50	23,50	20,00
09:25:00	62,50	27,50	24,00
12:37:00	62,00	27,00	24,00
16:45:00	61,00	28,00	25,00
19:00:00	62,50	27,50	24,50
09:05:00	62,00	27,50	24,00
12:10:00	64,00	29,00	23,00



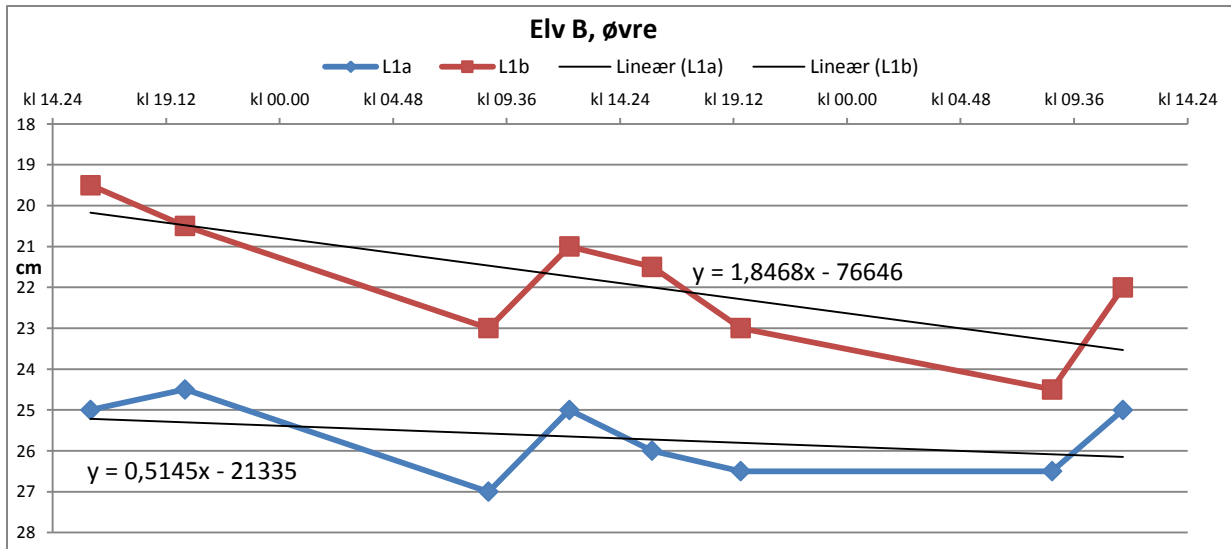
Figur 4.2. L1a og L1b for øvre målestasjon ved elv A. Breoverflata har smelta ned mellom ~1,7 og ~0,7 cm/døgn.



Figur 4.3. L1a og L1b for nedre målestasjon ved elv A. Trendane (svarte linjer) viser ei nedsmelting overflata av isbreen på om lag 2 cm/døgn.



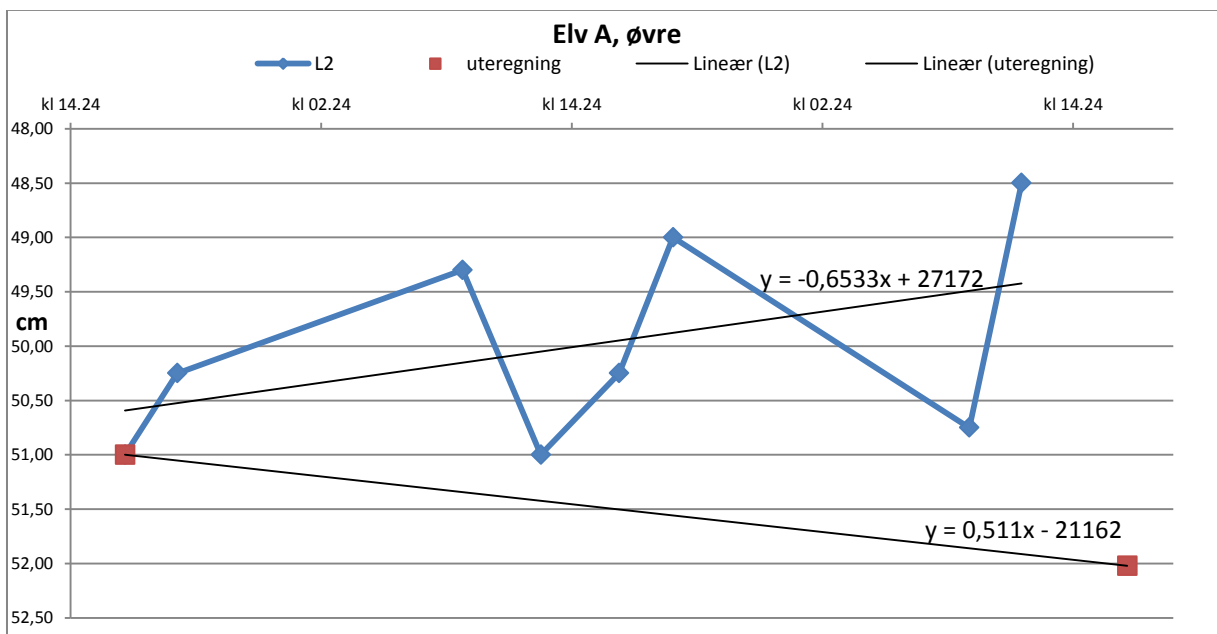
Figur 4.4. L1a og L1b for nedre målestasjonen ved elv B. L1a, den blå linja indikerar 12 cm nedsmelting på om lag 34 timar. Samanlikning av L1 a og b indikerar også at sidene på elva har smelta ned med ulik hastighet.



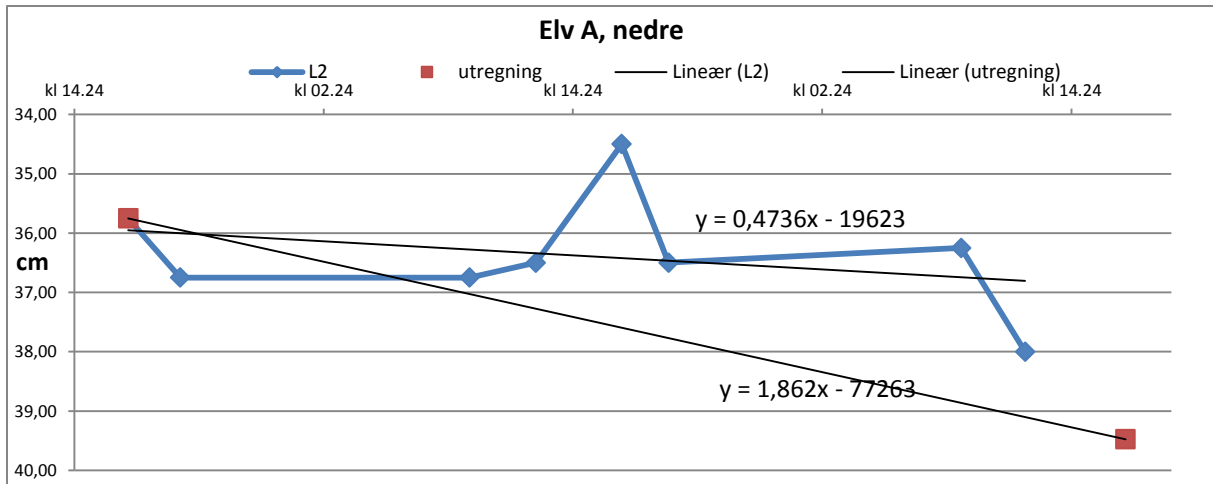
Figur 4.5. L1a og L1b for øvre målestasjonen ved elv B. Også her indikerer linjene ulik smeltehastighet på kvar side av elva.

Modell 1

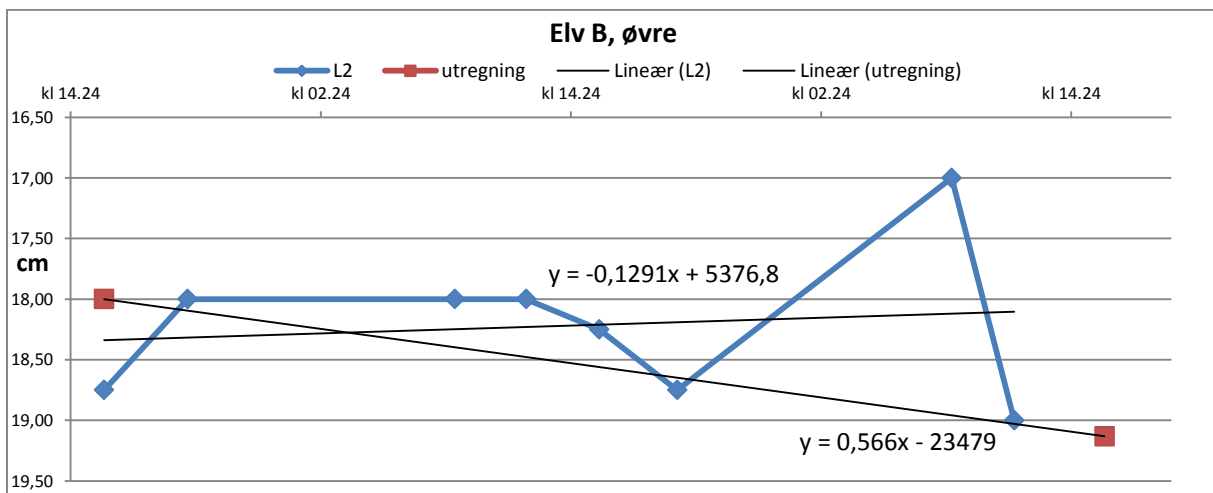
I modell 1 blir det antatt at målestasjonen er fast og at den ikkje har smelta ned i isen. Dette er den ideelle situasjonen som er ønska i felt. L2 fortel kor mykje botnen av elva søkk i forhold til tverrstanga (fast punkt). Ettersom breoverflata også smeltar ned er ikkje L2 åleine representativ for relativ utvikling av elvelaup. Men L2 kan likevel samanliknast med friksjonssmelteraten (formel 1), for å få ein indikasjon på forholdet. Tal for utvikling av elvelaupet relativt til breoverflata kan reknast ut ved å trekke snittet til L1a og L1b frå L2 ($a-i = ((L1a+L1b)/2) - L2$). Figurane 4.6 – 4.9 viser $a-i$, der trendlinja for vertikal friksjonssmelting er inkludert som referanse. Mest sannsynleg har heile målestasjonen også søkke ned og modell 1 er ikkje heilt korrekt.



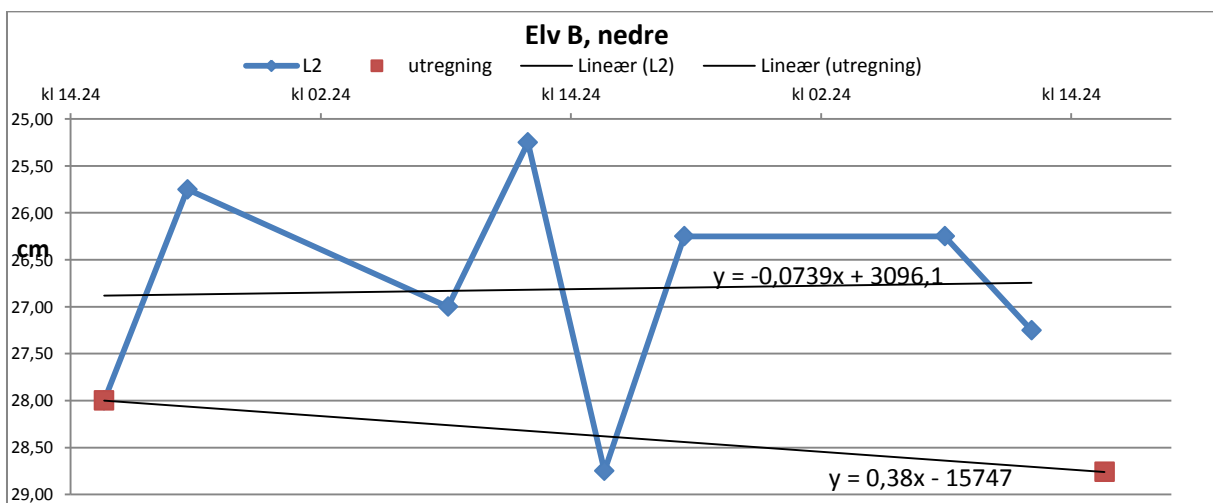
Figur 4.6. Blå linje viser $(a-i = ((L1a+L1b)/2) - L2)$. Den svarte linja uten markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er trendlinja til friksjonssmelteraten. Nedskjering i elvebana er i dette tilfelle lågare enn smelting på breoverflata rundt.



Figur 4.7. Botnen av elvelauget skjer ned meir enn breflata omtrent 0,47 cm/døgn raskare enn breoverflata. Blå linje viser $(a-i=((L1a+L1b)/2)-L2)$. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er trendlinja til friksjonssmelteraten.



Figur 4.8. Trendlinja viser ei minkning i elvebana i forhold til breoverflata. Blå linje viser $(a-i=((L1a+L1b)/2)-L2)$. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.



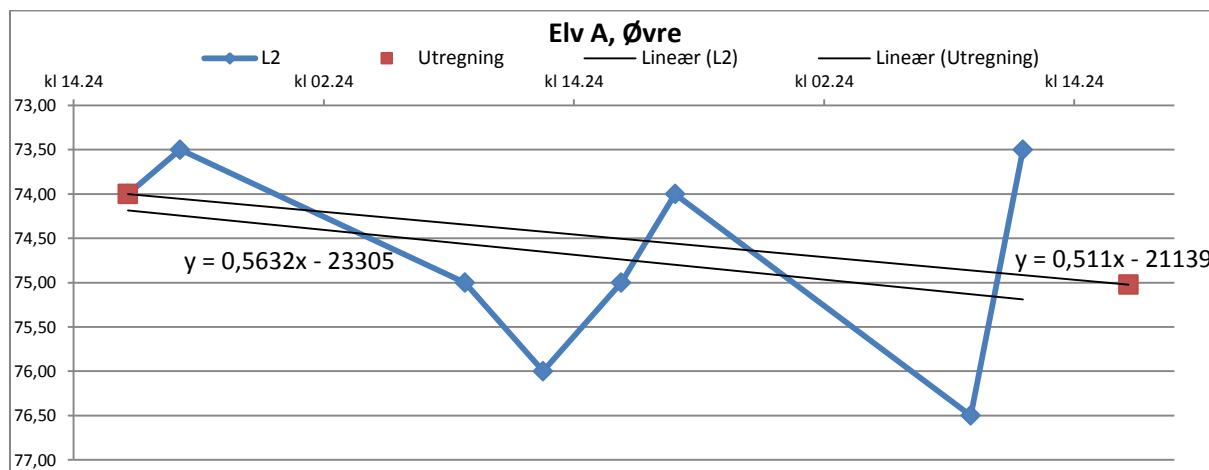
Figur 4.9. Trendlinja er også her minkande, det vil sei at breoverflata smeltar 0,07 cm raskare enn botnen av elvelauget per dag. Blå linje viser $(a-i=((L1a+L1b)/2)-L2)$. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.

Modell 2

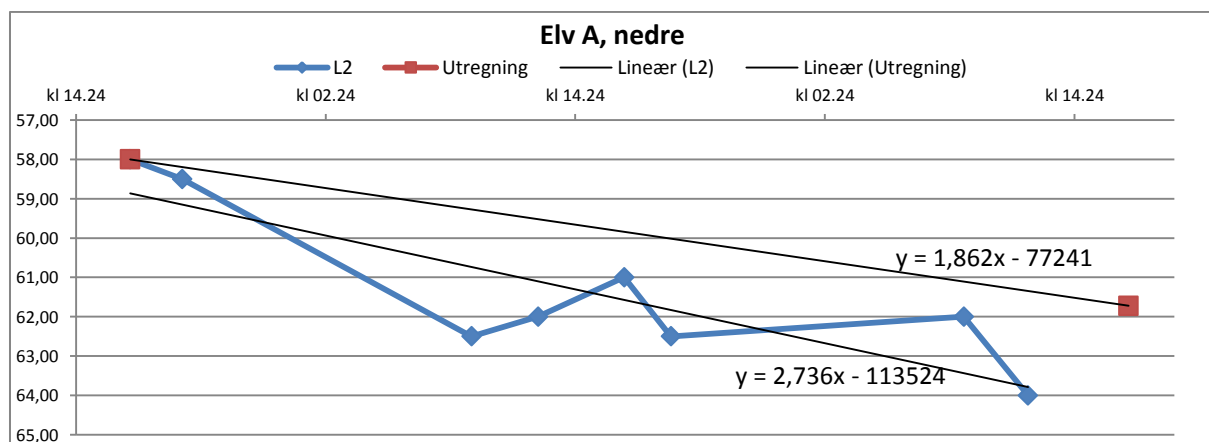
I modell 2 går vi ut i frå at målestasjonen smeltar ned i hola, og søkk ned med same hastigheit som resten av breen. I denne situasjonen vil tverrstanga, som L2 blir målt i frå, senka ned parallelt med breoverflata og L2 kan bli betrakta utan å trekke frå L1. Denne modellen kan bli forkasta ettersom figur 4.2 - 4.5 viser at breoverflata smeltar ned i forhold til målestasjonen, og det kan då tenkjast at målestasjonen smeltar saktare ned enn breoverflata.

Modell 3

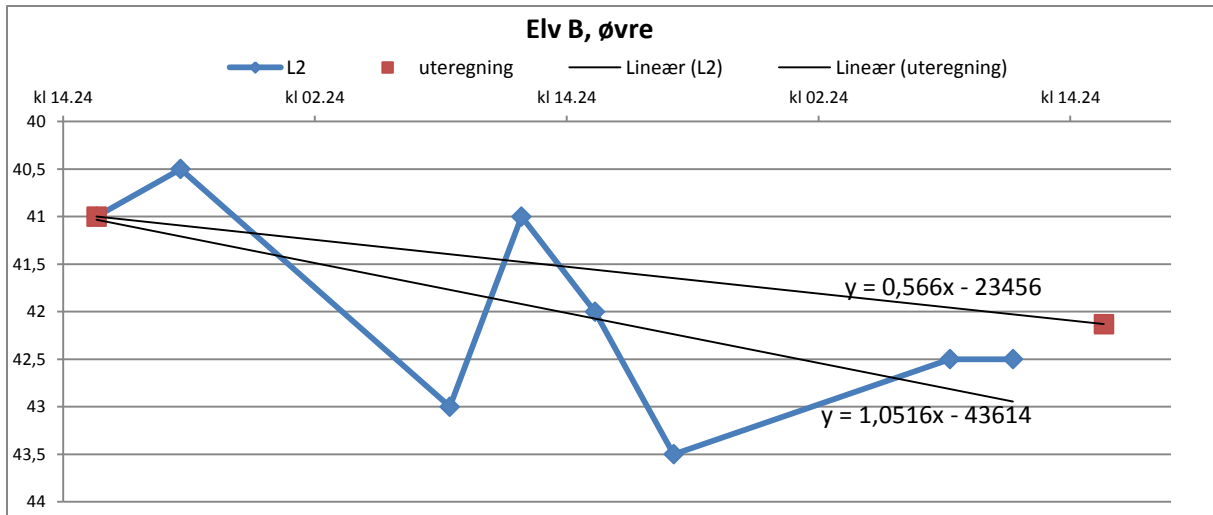
Modell 3 er ein versjon som fell noko i mellom modell 1 og 2. Botnen av hola målestasjonen står i smeltar ned treigare enn overflata av breen. Ettersom det ikkje var nokon referansepinne er det umogleg å vite kor mykje. Dette påverkar pålitelegheita til resultatata. Figurane 4.10 – 4.13 er resultatet av modell 3. I grafane er kun L2 og trendlinja for utrekningane vist, ettersom delar av nedsmeltinga til breoverflata allereide er med når stasjonane søkk. Trendlinjene til dei teoretiske utrekningane har lågare stigningstal enn feltmålingane av L2 i alle av tilfella. Dette er også ein indikasjon på at friksjonssmelting ikkje er einaste mekanisme.



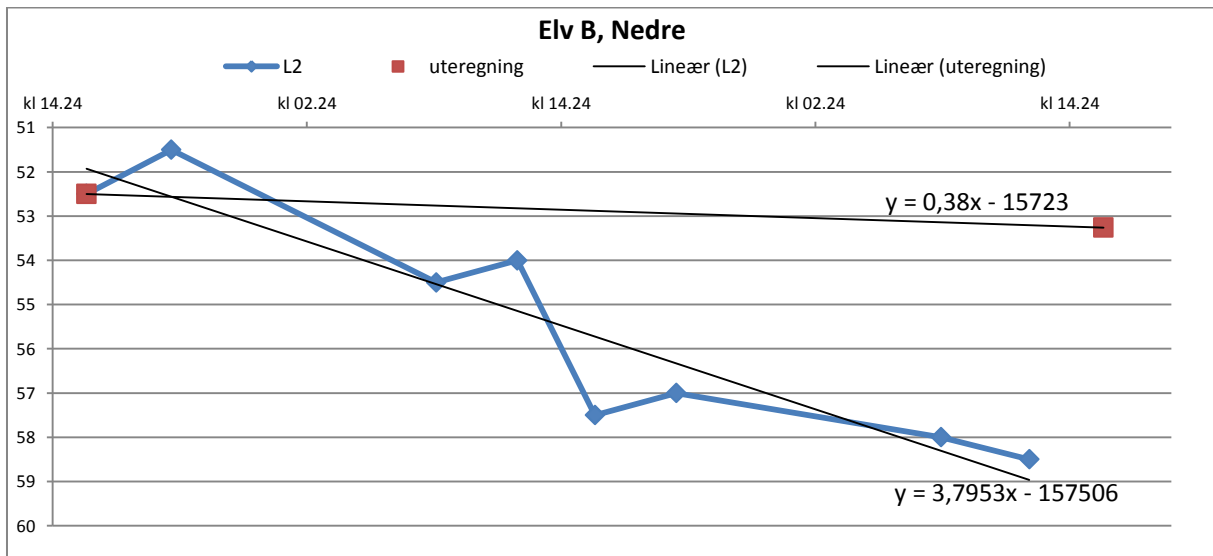
Figur 4.10. Grafane etter modell 3. Elv A, målestasjon oppe. Blå linje viser lengda frå tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva (L2). Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane (tabell 4.1).



Figur 4.11. Grafane etter modell 3. Elv A, målestasjon nede. Blå linje viser lengda frå tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva (L2). Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane (tabell 4.1).

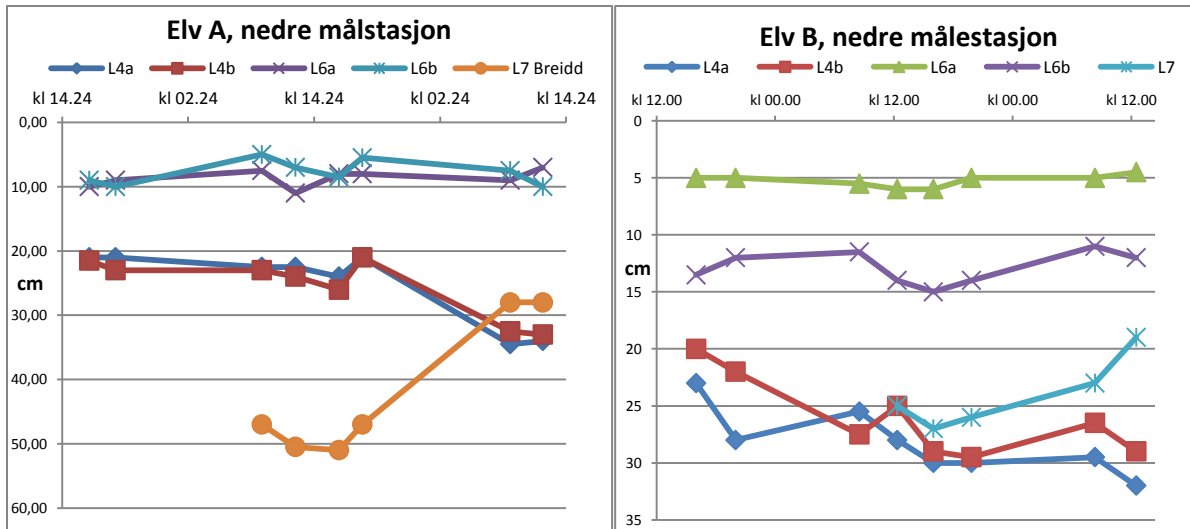


Figur 4.12. Elv B, målestasjon oppe. Blå linje viser lengda (L2) fra tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.



Figur 4.13. Elv B, målestasjon nede. Blå linje viser lengda (L2) fra tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.

Figur 4.14 viser resultatene av de resterende målinene, L4, L6 og L7. Grafene indikerer ingen meander (horizontal) utvikling i elvelaupa over feltperioda. L7 og L4 viser korleis breidda på elva endrar seg. Elva ser ut til å bli smalare under måleperioda, dette kan tyde at smeltesesongen går mot slutten og utviklinga av elvelaupet er liten eller negativ i forhold til breoverflata.



Figur 4.14. Elva ser ut til å bli smalare under måleperioda både for elv A og elv B. Dette kan tyde at smeltesesongen er på veg mot slutten og elveutviklinga er lita i forhold til brecoverflata.

4.1.2 Vêr og vassføring

Den subjektive oppfatning av vêret under feltarbeidet var som følgjer:

- 27.08.13: Lettsky, pent vêr. Sola kom og gjekk, og den varma godt når den var framme. Natt til 28. var det kraftig regnvêr og mykje vind.
- 28.08.13: Stort sett pent vêr, varmt og litt vind. Skya over rundt kl. 18.00. Natt til 29. stille og kaldare.
- 29.08.13: Overskya og stille, verka kjøligare enn dagane før.

Følgjande tabell (tabell 4.3) er maksimale-, minimale-, gjennomsnittstemperaturar og temperatur kl. 14.00 for dagane i observasjonsperioda målt på Sognefjellshytta, 1410 m.o.h, og Fannaråken vêtstasjon, 2068 m.o.h. Dette kan gi ein indikasjon på korleis temperaturen på Fannaråkbreen endra seg desse dagane. Meir temperaturdata vart henta frå xgeo og finnast i vedlegg 3.

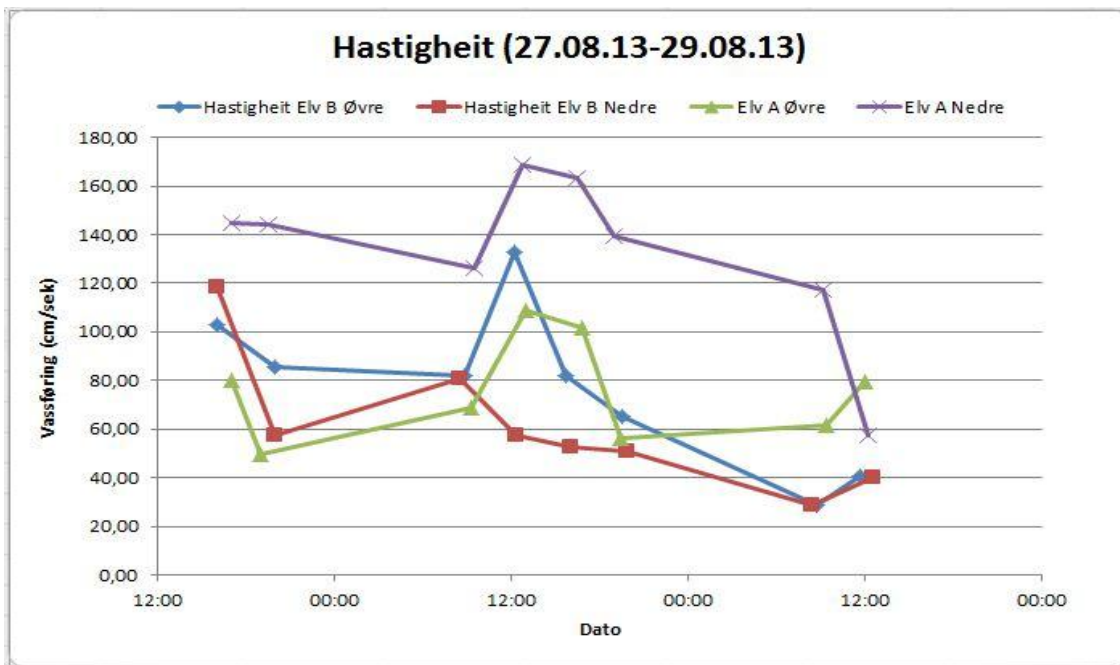
Tabell 4.3. Temperaturar i observasjonsperioden på Sognefjellshytta og Fannaråken (2068 m.o.h) (NRK og Meteorologisk institutt)

	Maksimal temperatur	Minimal temperatur	Gjennomsnittstemperatur	Temperatur kl. 14.00
Vêtstasjon på Sognefjellshytta, 1410 m.o.h.				
27.08.13	9,8 °C	4,9 °C	7,0 °C	8,8 °C
28.08.13	8,1 °C	2,5 °C	4,2 °C	5,0 °C
29.08.13	7,6 °C	1,7 °C	4,1 °C	6,8 °C
Vêtstasjon på Fannaråken, 2068 m.o.h.				
27.08.13	6,2 °C	0,5 °C	2,1 °C	2,8 °C
28.08.13	2,9 °C	-2,9 °C	-0,7 °C	-0,7 °C
29.08.13	2,4 °C	-2,9 °C	0,1 °C	1,7 °C

For å undersøkje om dataa frå feltarbeidet korrelerer med vêret, er hastigheita på elvene brukt (figur 4.15, det er ikkje laga grafisk framstilling av temperaturmålingane sidan desse ikkje er målt kontinuerleg). Dersom ein går ut i frå at tverrsnittet (arealet) held seg konstant er vassføringa direkte

avhengig av hastigheita, v , ($Q=v*A$) til vatnet, og difor ein indikasjon på smelting på breen. Resultata frå hastigheitsmålingane kan sjå ut til å ha ein samanheng med den subjektive oppfatning av vêret og vêrstasjonane.

Høgaste vassføring vart målt på onsdag, midt på dag, for alle målestasjonane bortsett frå den nedre over Elv B. Dette var ein dag det var varmt når sola var framme, men målestasjonane viser lågare lufttemperaturar. Den høge vassføringa kan vere respons på både solvarme, i tillegg til nedbøren natt til onsdag. Snø- og firnakviferar kan lagre store mengdar nedbør (Schneider, i Benn & Evans 2013, s. 63), sol på onsdag kan ha ført til at store mengder vatn vart sluppe på ein gong. Noko som kan forklare den tydelege toppen tre av målestasjonane viser. Elv B har dei lågaste målingane morgonen på torsdag, denne natta var det kaldt – under 0 °C. Elv A har ein av dei lågare verdiane på dette tidspunktet, men ikkje markant. Dette kan ha med at elv B var mykje mindre enn elv A, og at det lettare fryser til. Samstundes går hastigheita i elv A nedre veldig mykje ned kl 12.15 på torsdag 29.08.13. Dette kan vere ein respons på kjøligare vêr, eventuelt kan det vere ei feilmåling, ettersom hastigheita i denne elva i alle andre tilfeller er relativt mykje større.



Figur 4.15. Hastigheitsmålingar for alle målestasjonane, (27.08.13-29.08.13)

4.1.3 Samanlikningar av sinusitet funne ved ulike metodar

Sinusitet er total elvelengd/total luftlengd (sinusitet_{TOT}). Sinusitet_s er snittet av sinusiteten til alle 30 meterslengdene. Sinusitet_M er medianen til alle 30 meterslengdene. Tabell 4.4 viser sinusitet og målingar gjort på elv A og B.

Tabell 4.4. Luftlengd, elvelengd, snittet og medianen til sinusitetar målt med målebåndsmålingar på elv A og B er vist i denne tabellen. Elv B viste ikkje på flyfotoa i ArcMap og difor ikkje representert.

	Elv A	Elv B
Målebåndsmålingar		
Elvelengd	461 m	480 m
Luftlengd	386 m	397,7 m

Sinusitet _{TOT}	1,19430	1,20694
Sinusitet _s	1,22134	1,21447
Sinusitet _M	1,06383	1,20482
Vinkelmålingar		
Elvelengd	460,6 m	443,8 m
Luftlengd	370 m	347 m
Sinusitet	1,24486	1,27896
GPS-målingar		
Elvelengd	417 m	373 m
Luftlengd	386 m	351 m
Sinusitet	1,08083	1,06207
ArcMap-målingar		
Elvelengd	420,5 m	-
Luftlengd	370,9 m	-
Sinusitet	1,13373	-

Målebandsmålingar og vinkelmålingar

Vinkelmålingane har høgare sinusitet_{TOT} enn målebandsmålingane på begge elvane, respektivt 0,05062 på elv A og 0,07202 på elv B. Dette kan tyde på at målebandsmålingane og vinkelmålingane er tekne på ulike premisser. Dette blir skildra nærare i diskusjonsdelen.

Målebandsmålingar og ArcMap

Målebandsmålinga er 0,06057 høgare enn til ArcMap-målinga. Dette kan vere på grunn av endringar i elvelaupet frå 2010 då flybileta vart tekne, til 2013 då feltarbeidet vart gjennomført. Høgare sinusitet i målebandsmålingane kan indikere at vasslaup som er i bruk fleire år på rad utvikler seg og får høgare sinusitet jo lengre tid dei er vassførande.

Målebandsmålingar og GPS-målingar

Målebandsmålingane har høgare sinusitet_{TOT} enn GPS-målingane på begge elvane, respektivt 0,11347 på elv A og 0,14487 på elv B. Dette kan indikere at feilkjeldene til GPSen gjer at detaljane i elva ikkje kjem tydeleg fram.

Sinusitet_{TOT} og sinusitet_s

På begge elvane er sinusitet_s høgare enn sinusitet_{TOT}. Dette indikerer at på begge elvane er det ein eller fleire høge sinusitetsverdiar som skil seg ut. Dette vert drøfta nærare i diskusjonsdelen.

Sinusitet_{TOT} og sinusitet_M

Sinusitet_M er lågare enn sinusitet_{TOT} i begge tilfella. Det er ikkje funne nokon årsak til dette. Drøfting omkring bruk av median kjem under 5.1.3.

Samla vurdering elvene mellom

Sinusiteten til vinkelmålingane og sinusitet_{TOT} er marginalt høgare på elv B (0,01 for målebandsmåling og 0,03 for vinkelmåling). GPS-målingane og sinusitet_s gir lågare sinusitet på elv B. Skilnad på 0,01876 for GPS-målingane og 0,00687 for sinusitet_s. Betydninga av dette vert drøfta i diskusjonsdelen.

4.2 ArcMap - Database

Resultatet av ArcMap er databasen. Rådata til databasen ligg i vedlegg 4.

Tabell 4.5. Døme på database, (Full database ligg under vedlegg 4).

Elv	Sinusitet	Helling (grader)	Høgd oppe (moh)	Høgd nede (moh)	Elvelengd (m)	Luftlinje (m)	Himmelrening
1	1,07868852	17,737	1532,00	1493,00	131,60	122,00	NE
2	1,12307692	61,183	1525,00	1407,00	73,00	65,00	SE

4.2.1 Kontrollmålingar

1. Finne ut kor store variasjonane er mellom ulike personar

Fullstendig tabell over kontrollmålingane ligg i vedlegg 5.

1a. Målingar for elv 1 og elv 2 for dei enkelte – variasjon

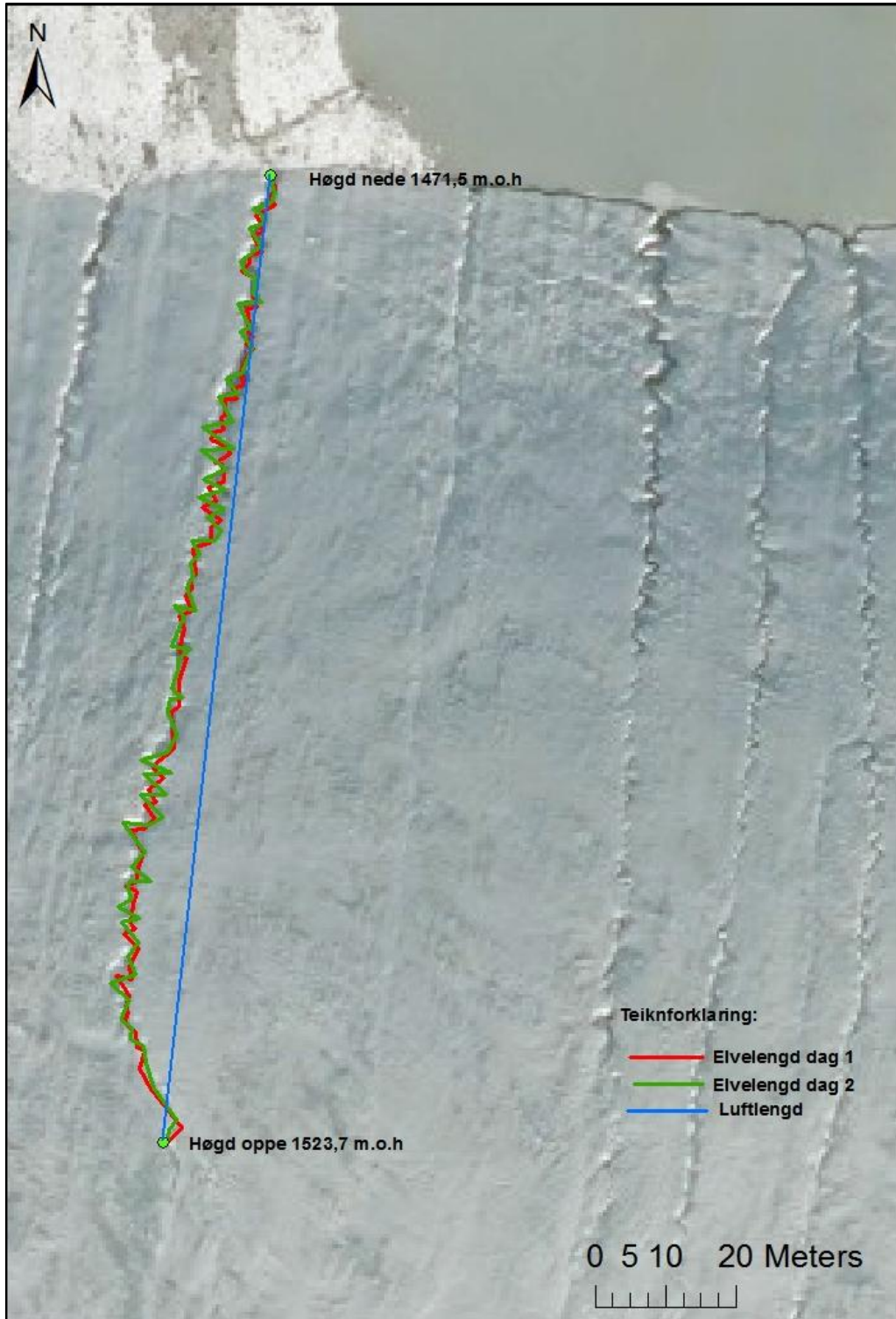
Høgd nede er målt nøyaktig likt for alle (relativt standardavvik (RSD) = 0 %). Dette kjem av at elvene rann ut i ein innsjø framfor breen, og det er lett å definere kvar elva stoppar. Høgd oppe har større variasjon på grunn av at elvane gradvis vart meir utydelege og hadde inga klar øvre avgrensing. Men det ser ut til at start- og slutt punkt for elv 1 og elv 2 har blitt tolka relativt likt individuelt. Høgd over havet vil difor ikkje bli vektlagt i stor grad vidare.

Luftlinjemålingane er også ganske like gjennom dei fem dagane for kvar enkelt (RSD < 1,0 %), untatt for Sunniva. Sunniva er også den som har størst variasjon i målingane for høgd oppe. Grunnen til at luftlinjemålingane generelt har større verdiar for RSD enn verdiar for høgd oppe og nede, som ein skulle tru varierte like mykje, kan vere at GIS er meir sensitiv (høgare oppløysing) for horisontal lengdeforskjell enn vertikal høgdeforskjell. Dette kan bety at ein piksel for ein bestemt høgde utgjør til dømes 10 m horisontal lengde, eller at breen ikkje er så bratt. I statistikkdelen vart det funne ut at slakkare helling fører til høgare sinusitet.

Elvelengda varierer mykje, både mellom dei ulike personane og at det er stort RSD individuelt. Årsakane til dette kan vere kvaliteten på flyfotoa, som gjer det vanskeleg å måle elva generelt. Dette, i tillegg til høg oppløysing i horisontal lengd, gjer at elvelengda lett kan bli målt ulikt frå gong til gong. Figur 4.16 viser at relativ lik tolkning av elvelaupet kan gje store utslag i målingane. Her er same elva målt to ulike dagar. Elvelengd er målt 237,0 m og 185,2 m medan luftlinja er den same, 140,3 m. Dette gir respektive sinusitetar på 1,69 og 1,32. Målingane til Karin er dei som har det største RSD for elvelengd. Ein årsak kan vere at Karin var sjuk nokon dagar då vi gjorde kontrollmålingane. Ho hadde då større opphald mellom målingane enn Andreas og Sunniva hadde. Dette gjorde at Sunniva og Andreas i større grad, enten bevist eller ubevist, kunne hugse korleis målingane vart gjort dagane før, sjølv om tanken i utgangspunktet var å gjere målingane uavhengige. Statistikkdelen viser at sinusitet og elvelengde korrelerer noko, medan sinusitet og luftlinje ikkje korrelerer signifikant. Når det då generelt kan sjå ut til at elvelengd er den målinga som varierar mest individuelt i

korreksjonsmålingane, kan dette ha innverknad på sinusitetsmålingane i databasen fordi den er basert på elvelengd.

I relativt standardavvik har Andreas skilnadane mellom elv 1 og elv 2 0,04 for elvelengde, 0,36 for luftlinje, 0,23 for sinusitet, Karin 1,77, 0,36, 1,24, Sunniva 0,08, 0,69, 0,08.



Figur 4.16. Ulike måtar å tolke ei elv på. Raud linje er tolka på dag 1 (185,2 m). Grøn linje er tolka på dag 2 (237,0 m). Blå linje er luftlinje målt til å vere den same begge dagane (140,3 m)(ArcMap).

1b. Målinger for elv 1- mellom dei ulike personane

For elv 1 har Karin målt dei lengste luftlinjene og elvelengdene, og Sunniva dei kortaste. Då luftlinja ikkje er lik, kan ein eigentleg ikkje samanlikne elvelengda. Det er difor valt å samanlikne sinusiteten, ettersom ein skulle tru at denne var lik for like elver. Skilnaden i sinusitet mellom Andreas og Karin er 0,15, mellom Andreas og Sunniva 0,09 og mellom Sunniva og Karin 0,06. Dette tyder på at Karin generelt måler lenger elvelengder i forhold til luftlengder.

Mellom Andreas og Sunniva er skilnaden i relativt standardavvik størst for elvelengde og minst for sinusitet. Det kan tyde på at dei tolkar sinusiteten om lag like konsekvent. For Karin er RSD for luftlinje nære dei to andre, men for elvelengde og sinusitet har hennar målingar mykje større variasjon.

1c. Målinger for elv 2- mellom dei ulike personane

På elv 2 har Andreas målt luftlengda til å vere 86,1 m lenger enn Sunniva og 72,8 m lenger enn Karin. Her bør ein også bruke sinusiteten for å samanlikne personane. Skilnad i sinusitet mellom Andreas og Karin er 0,30, mellom Andreas og Sunniva 0,04 og mellom Sunniva og Karin 0,26.

Dei største skilnadane i RSD for sinusitet er mellom Karin og dei to andre. Skilnaden mellom Andreas og Sunniva er mindre. Generelt for elv 1 og elv 2 er at elvelengd og sinusitet er det Andreas som klarer å gjennomføre mest likt kvar gong. Luftlengde klarer Karin best å gjennomføre likt.

Samandrag for punkt 1b og 1c

Mellom Karin og Andreas er skilnad i sinusitet størst på elv 2 og minst på elv 1 (tabell 4.6). Mellom Karin og Sunniva er skilnaden størst på elv 2 og minst på elv 1. Mellom Sunniva og Andreas er skilnaden størst på elv 1 og minst på elv 2. Ein kan derfor ikkje seie med sikkerheit om kvaliteten på biletet av ei elv har noko å seie for kor ulikt ulike personar målar ei elv. Det er heller ingen klar trend at det er større variasjon (målt i RSD) i målingane for elv 2 enn elv 1 individuelt. Det kan derimot sjå ut til at det er større skilnad i kor ein tolkar ei utydeleg elv til å starte enn ei tydeleg elv.

Tabell 4.6. Sinusitet elv 1 og elv 2

	Snitt sinusitet elv 1	Snitt sinusitet elv 2
Sunniva	1,44	1,23
Andreas	1,35	1,19
Karin	1,50	1,49

Tabell 4.7 viser kor konsekvent ulike personar har gjort målingane av elv 1 og elv 2. Det ser ut som om Andreas er mest konsekvent, både fordi han har dei minste RSD og minst skilnad mellom elv 1 og elv 2.

Tabell 4.7. Relativt standardavvik for sinusitet

	Relativt standardavvik elv 1	Relativt standardavvik elv 2	Skilnad
Sunniva	1,300 %	1,389 %	0,089
Andreas	1,069 %	1,299 %	-0,23
Karin	8,490 %	7,250 %	1,24

Generelt for alle målingane (sjå vedlegg 5) kan ein sjå at Andreas har dei minste relative standardfeila. Og Karin har dei største, bortsett frå luftlinje – der har Sunniva dei største avvika, både for den tydlege og utydlege elva. Det som kan bli fastslått er at det er skilnad i korleis elvane på flyfotoa blir tolka av ulike personar, og difor er resultatata i databasen avhengig av kven som har gjort målingane.

1d. Snittet for elv 1 og elv 2 for den enkelte er samanlikna med totalt snitt for elv 1 og elv 2

For å vite kor mykje Andreas, Karin og Sunniva avviker frå kvarandre, er snittet av elv 1 og elv 2 for kvar enkelt sett i forhold til totalt snitt (tabell 4.8). Dette avviket er gitt med prosent skilnad mellom snittet til ein person frå totalt snitt.

Totalt snitt av alle sinusitetsmålingar av elv 1 og elv 2: 1,365

Gjennomsnittet til Karin avviker mest frå totalt gjennomsnitt. Tendensen hennar er å måle høgare sinusitet enn gjennomsnittet. Sunniva har minst avvik.

Prosent avvik er utrekna på følgjande vis (for Sunniva):

$$\frac{1,335 - 1,365}{1,365} * 100 = -2,198$$

Tabell 4.8. Avvik mellom Sunniva, Andreas og Karin sine målingar.

	Sinusitet elv 1	Sinusitet elv 2	Gjennomsnitt	Prosent avvik (%)
Sunniva	1,44	1,23	1,335	-2,198 %
Andreas	1,35	1,19	1,270	-6,960 %
Karin	1,50	1,49	1,495	+9,524 %

1e. Snittet for heile databasen samanlikna med snittet for målingar i databasen tatt av den enkelte

Snitt av alle sinusitetsmålingane i databasen: 1,23.

Snitt av kvar enkelt sine målingar i databasen og avvik frå totalt snitt i databasen er vist i tabell 4.8. Også her er prosent avvik brukt til samanlikning, same framgangsmåte som i 1d. Her også er trenden for Karin sine målingar at ho målar ein del høgare sinusitet enn gjennomsnittet. Andreas og Sunniva målar meir likt gjennomsnittet.

Samanliknas tabell 4.8 og 4.9 kan det sjå ut som at det er same trenden for ulike personar. Men dette kan og sjølvstund vere heilt tilfeldig, til dømes at i alle områda til Karin har elvene større sinusitet enn gjennomsnittet.

Tabell 4.9. Avvik mellom alle målingane og kvar enkelt i databasen.

	Snitt område	Prosent avvik (%)
Sunniva	1,21	-1,626 %
Andreas	1,21	-1,626 %
Karin	1,28	+4,065 %

1f. Samandrag av kontrollmålingane og korleksjon

Generelt ser det ut som at det er større variasjon i lengder målt horisontalt enn vertikalt. Dette kan enten bety at GIS har høgare horisontal- enn vertikal oppløysing, eller at terrenget er så bratt. Det ser også ut til å vere litt variabelt kvar ulike personar tolkar elver til å starte fordi elvane gradvis blir meir utydlege.

Det er større ulikheiter mellom personar, og individuell variasjon, i elvelengde enn i luftlengde. Dette er nok fordi elvelengda er vanskeligare å måle. Dette gir usikkerheit i databasen med tanke på sinusitet. Fordi luftlengda er ulik for ulike personar og individuelt, kan eigentleg verken denne eller elvelengda samanliknast, og er det valt å rette fokus mot sinusiteten. Generelt for både elv 1 og elv 2 er det Karin som har dei høgaste verdiane for sinusitet, og desse avviker meir frå snittet av alle målingane av elvane enn Sunniva og Andreas sine målingar. Ho har også høgast relativt standardavvik for sine målingar, dei to andre målar om lag like konsekvent. Det ser ikkje ut til at den utydelege elva (elv 2) vert målt med større individuell varians enn den tydelege elva (elv 1), det er heller ingen trend i større skilnad mellom målingane for den utydelege elva. Kvaliteten på biletet har ikkje tilsynelatande innverknad på ulikskapane og variansen i målingane.

I databasen ser trendane ut til å vere dei same som i kontrollmålingane, der har Karin også dei høgaste verdiane for sinusitet. Hennar verdiar er også dei som avviker mest frå totalt snitt for heile databasen. Dette gir ein indikasjon på at måten ein målar elvane på viser igjen i databasen. Dette gir grunnlag for at korleksjon av databasen er naudsynt. Ein måte å gjere dette på er å normalisere datane for å prøve å utjamne skilnadane mellom personane. Det kan gjerast ved å gå ut i frå tabell 4.8 og korrigere elvane ut ifrå kven som har målt dei. Altså at alle elvane Andreas har målt vert korrigert ned 6,960 % og så vidare.

Ein annan måte å korrigere databasen er å samanlikne kontrollmålingane med målingar gjort i felt, for å vite korleis målingane stemmer overeins med røynda:

Felt elv A: 1,22

Felt elv B: 1,21

Snitt felt: 1,215

Snitt kontrollmålingar: 1,365

$$\text{Prosent avvik: } \frac{1,365 - 1,215}{1,365} * 100 = 10,99$$

Kontrollmålingane er 10,99 % større enn feltmålingane. I databasen skal sinusitetane bli korrigert ned med 10,99 %.

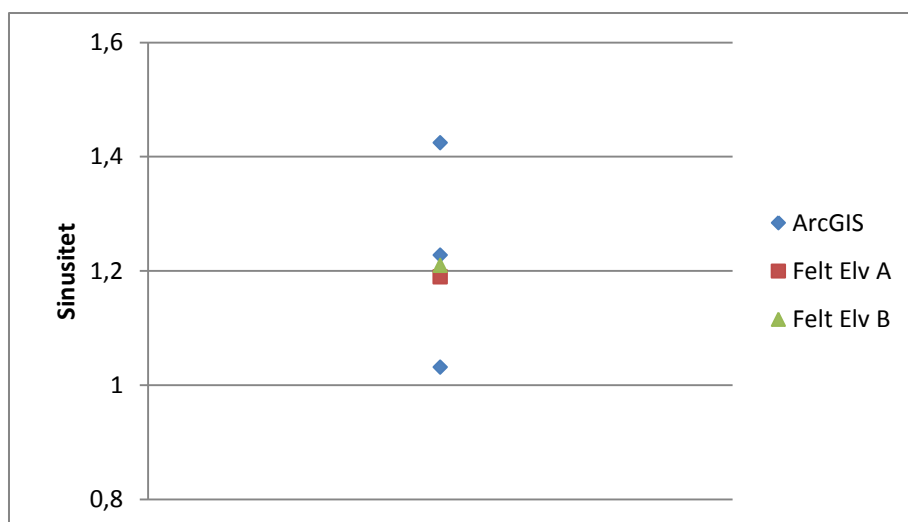
2. Samanlikne ArcMap-målingar med feltmålingar av elv A og elv B:

Sinusitetsmålingar i ArcMap-databasen har eit snitt på 1,22823 og standardavvik på 0,19636.

Sinusitets-verdiane frå databasen ligg altså mellom 1,424534 (=1,22823 + 0,19636) og

1,031925(=1,22823 - 0,19636). Sinusiteten vi målte i felt vart 1,19 (elv A) og 1,21 (elv B). Figur 4.17

viser at feltmålingane ligg innanfor verdiane målt i GIS.



Figur 4.17. Gjennomsnittlg ArcMap-målinger +/- standardavvik (0,211081), og kor feltmålings-verdien ligg i forhold.

4.2.2 Statistikk

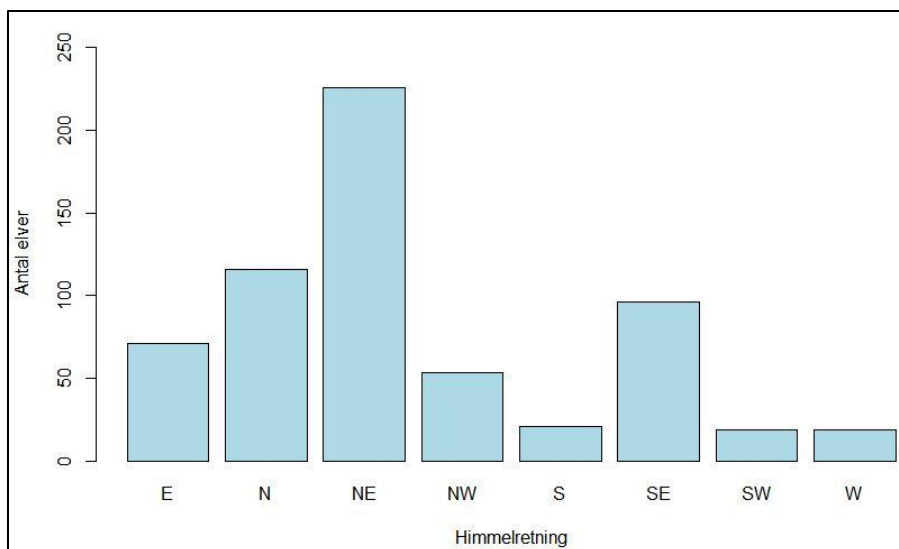
I testen mellom høgd over havet mot sinusitet og høgd over havet mot hellingsvinkel er p-verdiane over 0,05 (tabell 4.10), det er ingen statistisk samanheng. Dette var ikkje venta ettersom det ikkje var stor variasjon i målingane av høgd over havet. I testen mellom sinusitet mot hellingsvinkel er p-verdien svært liten – det er ein statistisk samanheng. Men rho-verdien er negativ og ligg nære null (-0,29). Dette indikerer at samanhengen mellom sinusitet og hellingsvinkel er negativ, men ikkje er så stor. Mindre hellingsvinkel heng saman med større sinusitet.

Tabell 4.10. P-verdi og rho-verdi, Rstudio.

	P-verdi	Rho-verdi
Høgd over havet/Sinusitet	0,4029	-0,0344
Høgd over havet/ Hellingsvinkel	0,8467	-0,0078
Sinusitet/ Hellingsvinkel	7,748e-14	-0,2934
Elvelengd/ Luftlinje	2,2e-16	1,0000
Elvelengd/ Sinusitet	0,0026	0,1206
Luftlinje/ Sinusitet	0,1904	-0,0525

Det er ingen statistisk samanheng mellom kor lange elvene er i luftlinje og sinusiteten. Det ser derimot ut til å vere ein positiv korrelasjon mellom elvelengd og sinusiteten (men rho-verdien er liten 0,12), dette er drøfta nærare i 5.2.3. Det ein sterk korrelasjon mellom elvelengd og lengd i luftlinje. Dette er forventa då lenger elvelengd også vil medføre lenger luftlinje.

Ein del av databasen var å registrere kva himmelretning elvene låg i. Figur 4.18 viser korleis fordelinga er. Ein kan sjå at det mest hyppig er elver i nordaustleg helling, dette kjem av at eit fleirtal av brear ligg denne hellinga. Deretter kjem nord, søraust og aust. I snitt er det 32,4 elver per område i aust, medan i vest er talet 54,3. Grunnen til dette kan vere at det er fleire brear i vest. Grensa mellom aust og vest er basert på vasskiljet i Jotunheimen og Breheimen (Askheim & Thorsnæs, 2014).



Figur 4.18. Antal elver i ulike himmelretningar (RStudio).

4.2.3 Nedslagsfelt

Fannaråkbreen

Arealet til Fannaråkbreen, etter eit grovt estimat i ArcMap (der område med tydeleg nedslagsfelt til supraglasiale elver utanfor breen er ekskludert), er omkring 2,8 km². Den totale elvelengda (ekskludert dei som tydeleg har nedslagsfelt utanfor breen) er 5818 m, fordelt på 46 elver. Resultata er presentert i tabell 4.11.

Tabell 4.11. Resultat for totalt nedslagsfelt på Fannaråkbreen.

	Areal nedslagsfelt per meter elv	Totalt nedslagsfelt	Prosent av breen som er nedslagsfelt
Elv A	82,81 m ²	481788 m ²	17,21%
Elv B	20,28 m ²	117989 m ²	4,21%
Snitt av elv A og B	51,55 m ²	299918 m ²	10,71%

Styggebreen

Vi vil prøve å bruke dei same areala vi fann ved hjelp av GPS og sjå korleis det ser ut på ein annan bre. Styggebreen vart valt fordi den, som Fannaråkbreen har fleire elvar ved sidan av kvarandre og dei er tilsynelatande ikkje påverka av deformasjon. Breen ligg frå 1650-2250 m.o.h. til samanlikning med Fannaråken som ligg frå 1450-1970 m.o.h. Elvane ligg frå 1650-1900 m.o.h. medan på Fannaråken ligg dei frå 1450-1650 m.o.h. Arealet til denne breen er på omkring 4,73 km² og summen av lengda til alle elvane er på 4766 m, fordelt på 16 elvar. Den gjennomsnittlege hellingsvinkelen til Styggebreen er 11,7° mot elv A som har ein gjennomsnittleg hellingsvinkel på 6,9° Og elv B som har 15,9°. Resultata for estimatet er presentert i tabell 4.12.

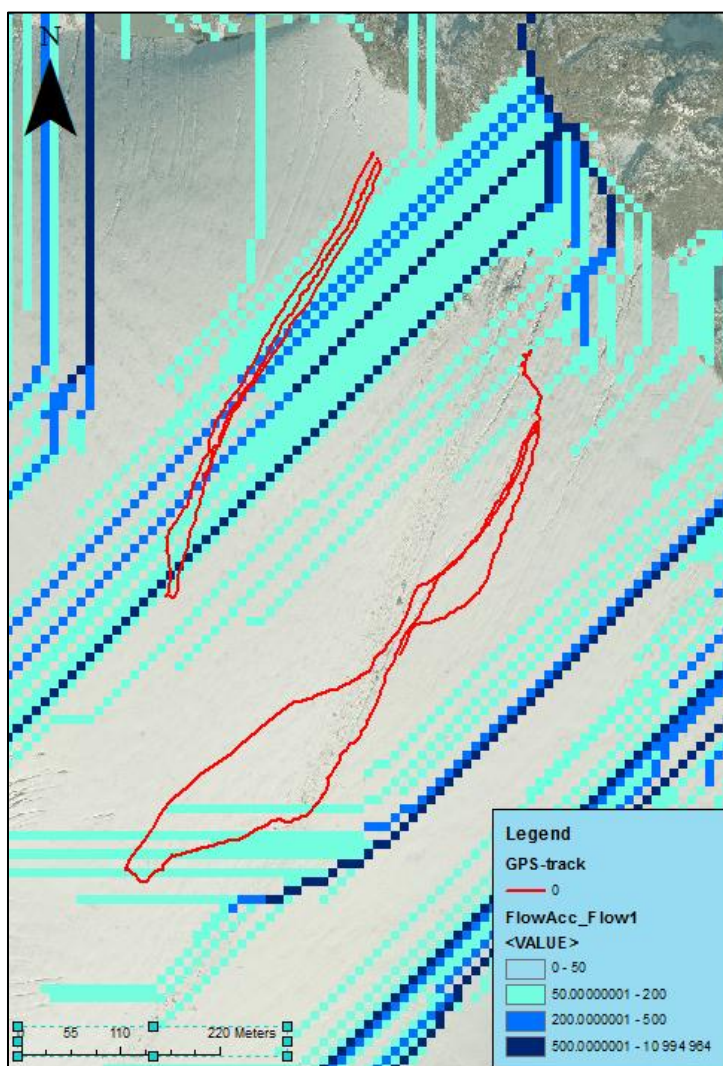
Tabell 4.12. Resultat for totalt nedslagsfelt på Styggebreen.

	Areal nedslagsfelt per meter elv	Totalt nedslagsfelt	Prosent av breen som er nedslagsfelt
Elv A	82,81 m ²	394672 m ²	8,34%
Elv B	20,28 m ²	96654 m ²	2,04%
Snitt av elv A og B	51,55 m ²	245687 m ²	5,19%

Samla kommentar

Resultatet viser at i prosent av totalt breareal er nedslagsfeltet til Fannaråkbreen rundt dobbelt så stort som Styggebreen. Dette kan indikere at storleiken på breen har ikkje noko å seie for kor mange meter supraglasiale elvar det er på breen, eller kor stor andel av breoverflata som er nedslagsfelt for elvane.

Watershed vart gjennomført på Fannaråkbreen og straumakkumulasjon vart samanlikna med flyfoto og feltmålingar med GPS. Figur 4.19 viser at elvene som vart målt i felt og på flyfoto renner i same retning, medan modellen frå watershed viser at elvene renner i ein annan retning.



Figur 4.19. GPS-trackingen gjort i felt, flyfoto og korleis vatnet akkumulerer i straumar i ArcMap.

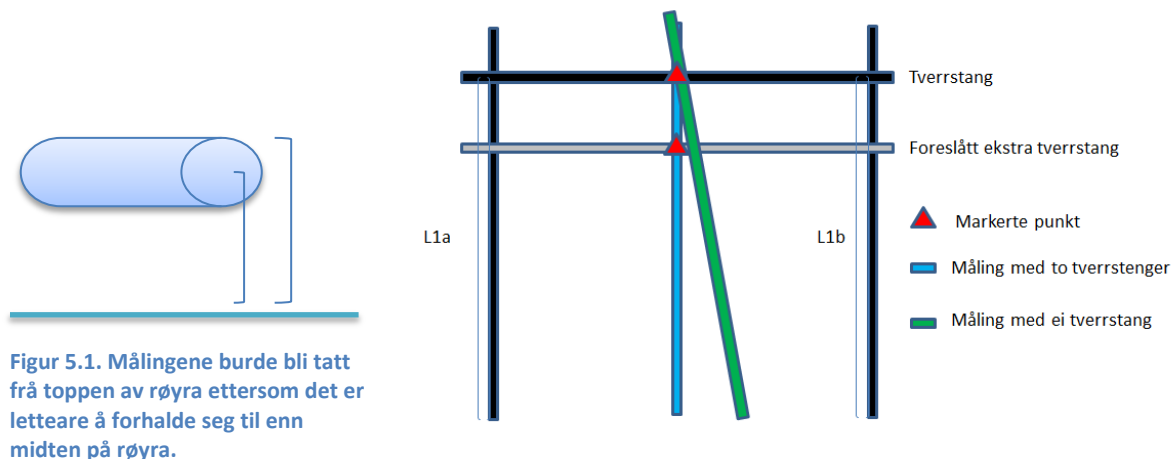
Dei ulike resultatata er truleg på grunn av ulike tidspunkt for datafangst for terrengmodell og feltundersøkingar. Datafangst for flybilette og feltarbeid er nær nok i tid til at elveretningane ikkje har endra seg nemneverdig.

5 Diskusjon

5.1 Feltarbeid

5.1.1 Generell usikkerheit i feltarbeid

Ettersom tre stykk utfører same målingar for stasjonsmålingane vil det vere ulike oppfatningar om kor målingene skal takast frå. Målingane burde bli tekne av ein person heile vegen og bli standardisert. Det bør brukast faste punkt, som langs yttersidene av målestasjonen og toppen av tverrstanga i staden for midten (figur 5.1). Tverrsnittet av elvelaupa viste at elvelaupene er ujevne. Målingane av L2 kan derfor variere med 6-7 cm ved å måle berre 2 cm til den eine eller andre sida i forhold til førre måling. Ei løysing kan vere å markere punkt på tverrstanga der målingane skal bli tatt frå kvar gong. I tillegg kan ei andre tverrstang bli lagt til for å vere sikker på at tommestokken er loddrett (figur 5.2).



Figur 5.1. Målingene burde bli tatt frå toppen av røyra ettersom det er letteare å forhalde seg til enn midten på røyra.

Figur 5.2. Fordelen med to markerte tverrstenger (blå måling) i forhold til ei markert tverrstang (grøn måling).

Utstyret gjorde at alle målingane kan ha feil, som til dømes nedsmelting av stasjonane i isen og at røyra ikkje var rette. Seinare undersøkingar av denne sorten bør etterstrebe så lite varmeleiande material som mogeleg. Alle delane i målestasjonen bør vere helt rette og bora djupare ned i isen (~50 cm) for å redusere nedsmelting. I tillegg bør ein referansepinne plasserast ved sida av kvar målestasjon enda djupare (~1m) for å vere helt sikker på at dersom målestasjonane synk ned kan det korrigerast for.

I steden for hastighetsmålingar av vatnet, kunne målingar direkte av avrenning vore betre. Då kunne usikkerheita med hastigheitsmålingar og areal utgått, i tillegg hadde det vore meir praktisk for å rekne på nedslagsfelt og friksjonssmelteraten til elva.

5.1.2 Utvikling av supraglasiale elver og vêret sin innverknad

I resultatata finns det lite bevis på at det er utvikling i elvelaupa relativt til breoverflata då feltarbeidet vart utført, verken vertikalt eller horisontalt. Resultata kan vere begrensa av feilkjeldene drøfta tidlegare i seksjon 5.1.1, men det kan og vere at slutten av august er for seint i sesongen for utvikling av elvane. Knighton (1972) meiner at supraglasiale elvar utviklar seg mest (både horisontalt og vertikalt) på våren og før-sumaren, då utviklinga er relatert til høg vassføring tidleg i smeltesesongen. Knighton (1972) fant og at sjølv om breoverflata i seg sjølv framleis smeltar utover sumaren, var det en nedgang i avrenning (Q). Feltarbeidet burde difor bli gjort tidlegare på sesongen.

Resultata indikerar at plukking kan vere ei mekanisme i utvikling av supraglasiale elvelaup, i tillegg til friksjonssmelting og solinnstråling. Friksjonssmelterata brukt i denne oppgåva er truleg høgare enn i røynda. Friksjonssmeltinga er utrekna med tal frå målingar gjort på onsdagen omtrent kl 16.00. På denne tida er det høg vassføring i elvane. Då vassføring vil variere med tid på døgnet vil også friksjonssmelterata variere. Fordi det kan tenkast at smelteserata er ei maksimumsrate er det mogeleg at skilnaden mellom L2 og friksjonssmelterata vert større enn indikert, som kan vere indikasjon på teorien om plukking. Men dei ujamne linjene for L2 kan også sjåast i målingane for L1, L4 og L6, noko som motverkar teorien. Sola er sterk i i august og varmar godt. Ujamnheita i grafane (L1, L2, L4 og L6) kan difor kome av at det var delvis overskya. Sola kom og gjekk med jamne mellomrom, slik at breen smelta i ujamnt tempo. Knighton (1985) observerte isklumper i elvene, men meiner at dei kjem frå eksterne kjelder, som overflata av breen og høgare opp i elvekanalveggane. Marston (1983) meiner at supraglasiale elver vert danna under snølinja ved hjelp av direkte solinnstråling, varmeutveksling mellom luft og vatn og smelting frå friksjonsvarme, ikkje nødvendigvis ved plukking. Plukking som mekanisme i supraglasiale elver kan i så tilfelle vere minimal og vidare studiar er anbefalt.

Målingane av vasshastigheit ser ut til å korrelere ei viss grad med vêret, sjølv om det ikkje er sterke bevis for dette. Leidman (u.d) fann ut at vassføring i supraglasiale elvar korrelerte sterkt med lufttemperatur medan nedskjeringa hadde sterkare samanheng med solinnstråling. Verken vêrdata eller feltmålingar i denne oppgåva er gode nok til å teste denne teorien eller andre nemnt i 2.4. Det er feilkjelder i hastigheitsmålingane, temperaturmålingane er ikkje tekne på sjølve breen og andre vêrdata (nedbør og solinnstråling) er ikkje målt nøyaktig med instrument. Korrelasjonen mellom vêr og vassføring er difor basert på grove og subjektive trekk ved målingane og vêret. Observasjonane og feltarbeidet vart utført over eit tidsrom på 34 timar. Paterson (1994) fann store skilnadar på solinn- og utstråling ved ulike vêrtilhøve, og meinte at studier burde foregå over lengre tid (til dømes ein heil sommar) for å prøve å forstå samanhengar og finne trendar.

Snødekket er også ein faktor som er verdt å nevne i drøfting av korleis vêr påverkar overflatesmelting og supraglasiale elvar. Snøen ligg som eit beskyttande lag over overflata; snø og firn kan halde på mykje vatn. I tillegg har nysnø høg albedo og reflekterer mykje solstråling. Lufttemperaturen kan derimot ha større innverknad på grunn av stort porevolum i snø. Is er derimot rekna som impermabelt, nedbør vil renne rett over isen og tilføre vatn til supraglasiale elvar direkte. Is har også lågare albedo enn snø, og solinnstråling har kanskje større innverknad på smelting i ablasjonssesongen.

5.1.3 Samanlikning av sinusitet funne ved ulike metodar

Målebandsmålingar og vinkelmålingar

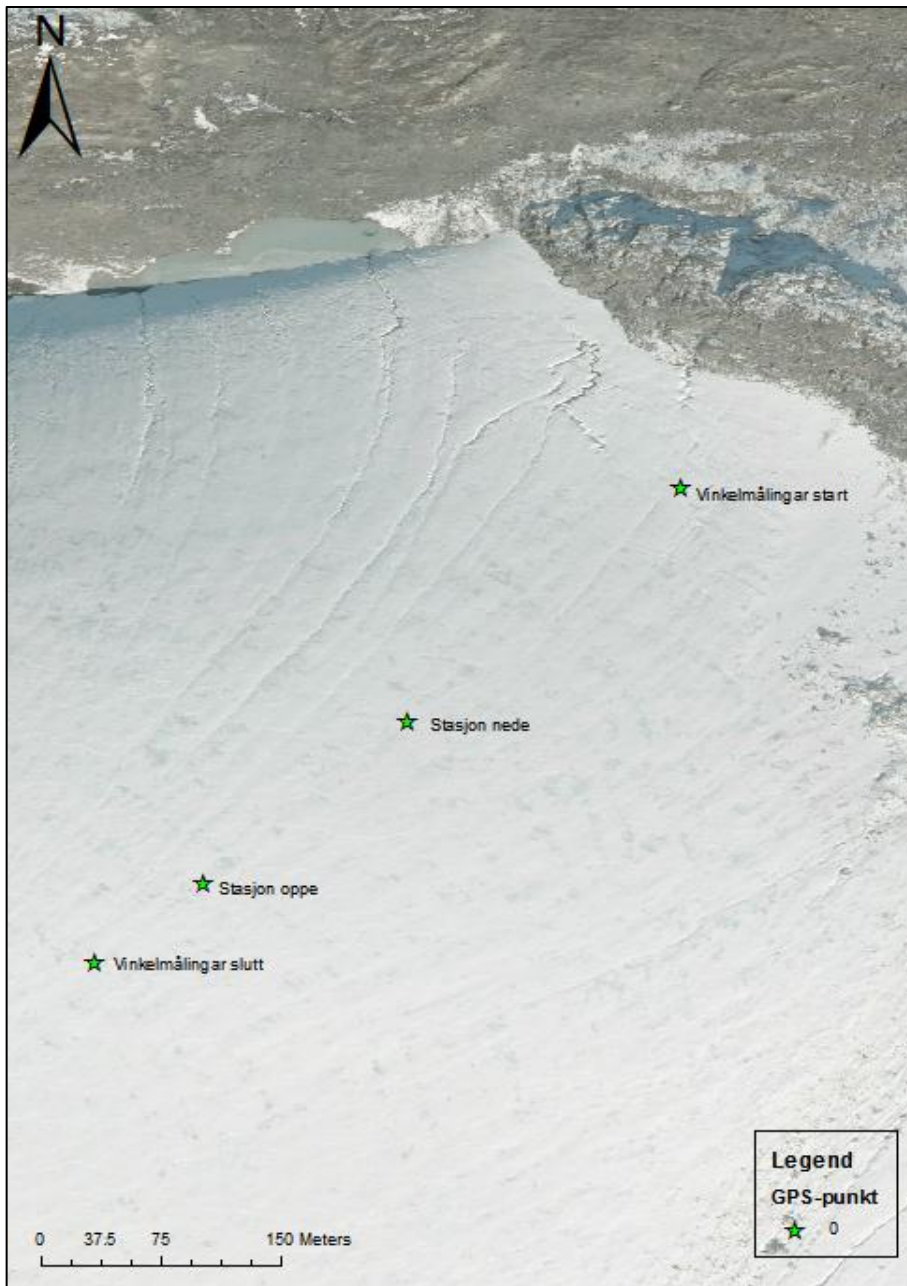
Vinkelmålingane vart lest av i ytste kanten på elvebreidda medan målebandmålingane vart gjort i midten av elvelaupet. Hadde vinkelmålingane blitt målt midt i elvelaupet, ville sinusiteten til vinkelmålingane ha vore lågare enn sinusiteten til målebandmålingane, sidan vinkelmålingane består av rette linjer mellom kvart punkt og målebandmålingane måler med kurvene. Figur 5.3 viser korleis vinkelmålingane vart gjort, og korleis vi burde ha gjort dei. Denne feilen i gjennomføringa kan ha utgjort frå eit par cm til opp mot 10 cm per måling.



Figur 5.3. Vinkelmålingane burde vore gjort slik den gule streken er teikna inn, den raude streken demonstrerer slik det vart gjort i felt.

Målebandsmålingar og ArcMap

På flybileta kan det sjå ut som om det har lagt seg snø øvst på elv A, noko som gjer den utydelig og vanskelig å måle nøyaktig. Bileta er og såpass utydelege at det kan vere vanskeleg å registrere alle meanderane og det er stort rom for individuell tolking. ArcMap målingane med flyfotoa er frå september 2010. Altså 2 år og 11 månader eldre enn feltundersøkingane, for meir nøyaktig informasjon om dette sjå i vedlegg 7. Dei vart likevel inkludert i samanlikninga for å kunne samanlikne forholdet mellom feltarbeid og ArcMap-databasen og for å sjå på endringar over tid. Nokre elver vil forsvinne etter ein sesong. Dette kan vere tilfelle for elv B som ikkje er synleg på flyfoto frå 2010, sjå figur 5.4. Den kan og vere dekt av snø, noko som er sannsynleg i september.



Figur 5.4. Elv B viser berre så vidt sør for punktet Vinkelmålingar start.

Målebandsmålingar og GPS-målingar

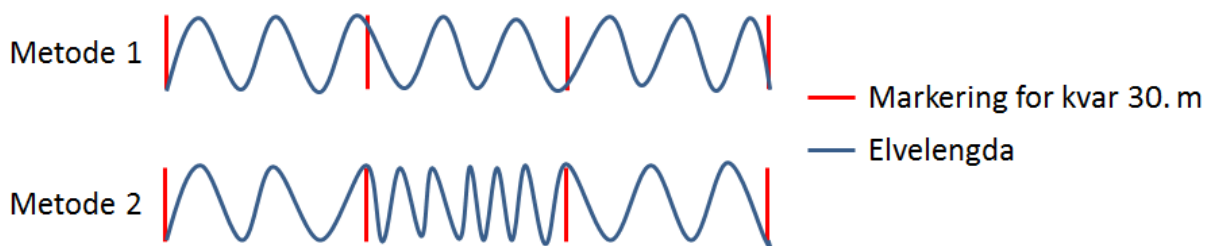
Resultata fra GPS-sporinga viser tydelig at GPS'en ikkje er nøyaktig nok til å plukke opp meanderane i elvelaupa. Det vart gjort ein test med GPS'en der ein distanse vart spora ved å gå på nøyaktig same stad fram og tilbake. Denne testen viser at eitt punkt i røynda kan vise seg opp til 15 m frå kvarandre på GPS (figur 5.5).



Figur 5.5. Skilnaden på ei distanse gått fram og tilbake på nøyaktig same løype.

Sinusitet_{TOT} og sinusitet_s

Det er to måtar å sjå på sinusiteten til elver; (1) sjå på den samla elvelengda og den samla luftlengda til alle målte elver og dividere den samla elvelengda på den samla luftlengda, (2) sjå på kvar elv for seg, dividere elvelengda på luftlengda på kvar elv og finne gjennomsnittet av sinusitetane til slutt. Grunnen til at desse to metodane er ulike er at den første metoden jamner ut skilnadene på lange og korte elver ved å dividere dei totale lengdene. Den andre metoden tek omsyn til skilnader på ulike elver. I den første metoden gir ein alle elvene like mykje verdi, enn om dei er ulike. I den andre får den midterste lengda, som har høg sinusitet, 1/3 av heile verdien som illustrert i figur 5.6. Desse to måtane kan overførast til å sjå på ei elv delt opp i fleire deler slik som vart gjort under målebandsmålingane i feltarbeidet.



Figur 5.6. Skilnad i resultat mellom den totale sinusiteta og snittet av fleire sinusitetar

Det er viktig i vidare studiar å vere klar over at dei ulike metodane gir ulik sinusitet, men kva metode som er rett å bruke avhenger av kva ein ynskjer å studere.

Sinusitet_{TOT} og sinusitet_M

Medianen kan brukast framfor gjennomsnitt når ein ikkje ynskjer å leggje vekt på ekstreme verdiar (Median: statistikk, 2011). Derimot vil medianen kunne representere ei lengd av elva som er sterkt påverka av deformasjon, ligg i eit område som heller i ein annan retning enn resten av elva, eller ei lengd der elva følgjer ein sprekk. Dette indikerar tilsynelatande ingenting, median er derfor ein dårleg metode å bruke for å samanlikne sinusitet på ei meanderande elv.

Samanlikning mellom elv A og elv B

På grunn av feilkjeldene vel vi å sjå vekk i frå GPS-data. Medianen blir og vurdert til å vere for usikker til at den vert rekna med. ArcMap-målinga finst berre på eine elva og blir derfor ikkje tatt med.

At sinusiteten til vinkelmålingane og sinusitet_{TOT} er høgare på elv B stemmer ikkje med resultatet i databasedelen. Statistisk sett har elvar høgare sinusitet ved lågare hellingsvinkel. Elv A sin generelle hellingsvinkel er 6,9° og elv B sin er 15,9°. Årsaka til at Elv A har lågare sinusitet enn B kan vere at elv A tidvis følgjer rette sprekkesystem.

Sinusitet_S gir lågare sinusitet på elv B. Det kan bety at når ein bruker snittet blir den rette sprekkta tillagt meir verdi enn når ein bruker total sinusitet.

Samla kommentar

Arbeid med data i etterkant har vist at det er viktig å markere start og sluttunkt, samt markere kvar 30. m (eller den distansa ein finn mest hensiktsmessig) for målingar og følgje dette konsekvent. Dette er naudsynt for at ulike målemetodar skal vere samanliknbare. Sinusitetssamanlikningane finn skilnader som er særst små og difor er to elver er for lite til å dra sikre slutningar.

Skilnaden mellom sinusitet_{TOT} og sinusitet_S er 0,03. Skilnaden kjem av at dette er to ulike måtar å gjere målingar på. Dette er verdt å merke seg til seinare studier, då ein metode bør brukast konsekvent ut i frå kva som er målet med undersøkinga. Dette kan overførast til målingar i ArcMap, der ein også bør vere klar over skilnaden i dei ulike metodane. GPS kan vere ein god metode å måle sinusitet, men det krevst ein særst presis GPS.

Dersom liknande feltarbeid skal gjerast ved eit seinare høve, er anbefalinga å prioritere målebandsmålingar på eit større antal elver. Ferguson (1973) brukte til dømes 82 elvar i ei sinusitetssamanlikning. Om det skal ha nytteverdi i samband med å gjere databasen betre må ein gjere ArcMap-målingar på *same* elvane, på flyfoto som er tekne i tidsrom så nære som mogleg feltarbeidet. Først då kan nøyaktige korreksjonar bli gjort. For vinkelmålingar bør det finnast andre metodar å gjere tilsvarande målingar på, til dømes nyare og meir nøyaktige GPS'ar.

5.2 ArcMap - Database

5.2.1 Kontrollmålingar

Resultatet av kontrollmålingane viste at det er ulikheiter mellom ulike personar og individuell variasjon. Dette ga grunnlag for at korreksjon av databasen er naudsynt. Ein anna grunn til at korreksjon kan vere naudsynt er at dei same trendane i kontrollmålingane såg ut til å vere i databasen også. Dette kan også vere ein tilfeldigheit, til dømes at alle elvene til Karin hadde høgare sinusitet. I tillegg har mange av flyfotoa dårlig oppløysning når målestokken blir stor nok (feks 1:1000). Yang & Smith (2013) brukte høgt oppløyste satelittbilder til å kartlegge supraglasiale system på Grønland. Denne teknologien kan bli nytta til å lettere og meir presist kartlegge supraglasiale elvar enn metoden skildra i denne oppgåva.

Måling av elvelengd er ein stor usikkerheitsfaktor, men ettersom sinusitet er avhengig av både luftlengd og elvelengd er det tenkt at det er sinusiteten som skal korrigerast i databasen. Det er nemnt to ulike måtar å korrigere på; (1) elvar blir korrigert med hensyn på målaren og (2) kontrollmålingane i forhold til feltarbeid. Den første metoden vil gjere typiske trekk ved målingane til ein person (til dømes alltid lenger eller kortare enn dei andre) mindre synlege i databasen. Metode (2) er eit forsøk på å korrigere databasen i forhold til reelle sinusitetsverdiar.

Metode (1) ga resultatata som vist i tabell 4.8. Metode (2) ga resultatet at alle verdiane skulle korrigerast ned 10,99 %.

Fordelen til metode (1) er at den korrigerer elvar med den riktige korreksjonen med tanke på kven som har målt elva. Ulempa med metode (1) er at ein ikkje veit korleis kontrollmålingane stemmer overens med røynda.

Ei stor svakheit med metode (2) er at den er basert på ei samanlikning der ikkje same elvane er brukt i kontrollmålingane som i feltarbeidet, og dessutan er to elver lite. Feltarbeidet er også gjort om lag ein måned tidlegare på året. Til gjengjeld er elvane vendt i same himmelretning, same høgd over havet og på same bre (om lag 500 m ifrå kvarandre), som skulle gi elvane om lag same forutsetningar. Største fysiske skilnaden er hellingsvinkelen, elvane i kontrollmålingane var brattare ($\sim 20^\circ$) enn dei i feltarbeidet ($\sim 7^\circ$ - 16°). Totalt sett gir dette lite grunnlag for at denne korreksjonen gjer databasen meir nøyaktig. Korreksjon med metode (2) vil i teorien gjere databasen samanliknbar med andre sinusitetsmålingar frå andre stadar.

Vi vel å bruke metode (1), fordi den gjer at skilnadane mellom oss vert mindre. Metode (2) har ikkje noko hensikt då det ikkje er same elvane. Vi har valt å ikkje korrigere databasen, men presentere rådatane. Det optimale ville vere å gjere begge korreksjonane.

Reint teknisk for ArcMap-metoden burde ein samkøyre korleis elvane vert målt. Til dømes at luftlinja alltid bør bli målt i rette strekker som følgjer elva på 30 m. Slik at ein unngår problematikken vist på figur 5.9. Ein burde også ha ein betre standard på kva tid ei elv er for utydeleg for å bli målt. Det bør også bli fokusert på eit mindre areal der alle målar alle elvar, slik at det kunne blitt korrigert for individuell skilnad på ein riktigast måte. Det kunne også blitt brukt meir tid i felt, for å gi betre grunnlag for korreksjon mot røynda. Ettersom studier av supraglasiale elvar er avhengig av mykje informasjon bør ein ha bilete frå fleire år på rad for å få meir forståelse av korleis dei utviklar seg.

5.2.2 Statistikk

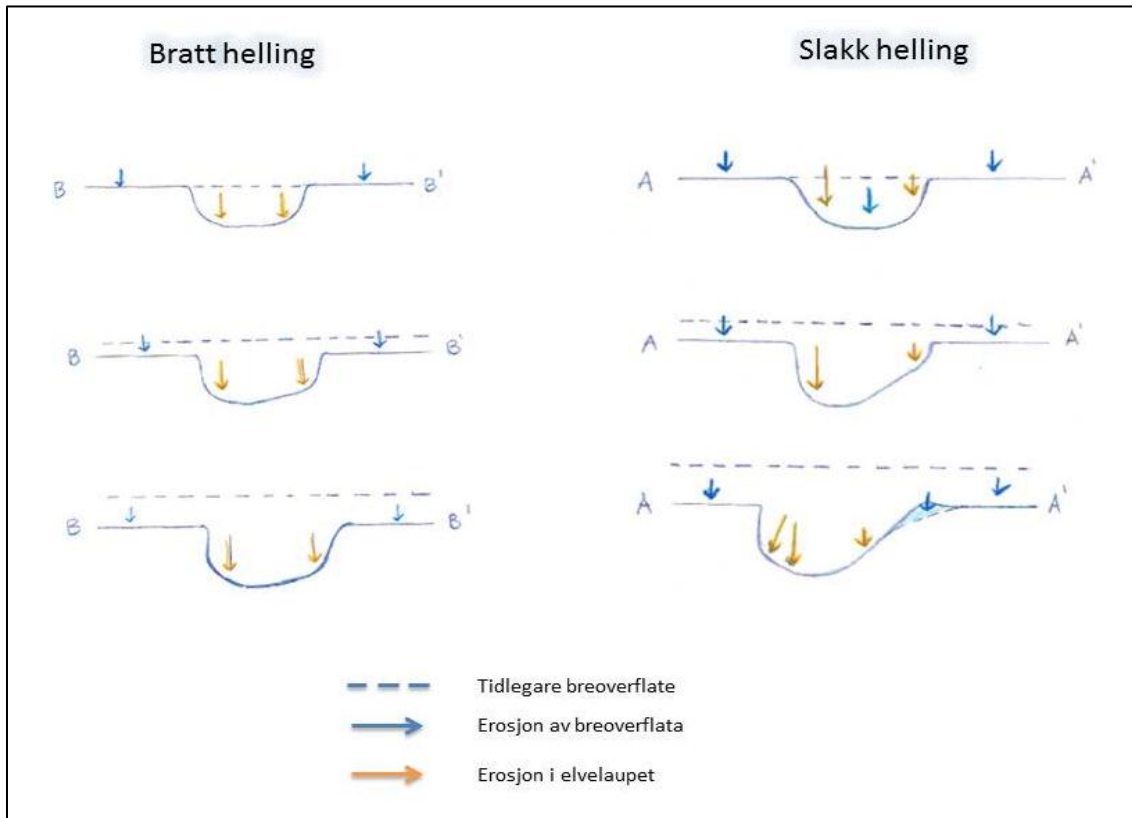
Statistikken ga oss tre tilfelle der korrelasjonen var signifikant. Korrelasjonen mellom elvelengd og luftlinje var sterk og positiv, og det var slik ein kunne forvente. Sinusitet og elvelengd hadde ein signifikant, men svak, positiv korrelasjon. Det tyder enten at lenger elvelengd gir høgare sinusitet, eller at høgare sinusitet gir lenger elvelengd. Dette viser ein av svakheitene til korrelasjonstestar – den seier ikkje noko om kva datasett som påverkar kva, om er det sinusiteten eller elvelengda som fører til endring. Verdier som ligg utanfor datasettet kan heller ikkje predikerast med ein korrelasjonstest (Lilleng, 2014).

Korrelasjonen mellom elvelengd og sinusitet kan ha fleire årsakar. Ein grunn til at lange elvar er lange er fordi dei er eldre, og eldre elvar har hatt lenger tid på å utvikle meandrering. For å ta dette i nærare augesyn vart tre elvar på ulike brear undersøkt. Resultata viste at sinusiteten auka nedstraums for alle tre elvane (vedlegg 6). Dette kan tenkjast å vere på grunn av auka vassføring. Dersom fleire elvar møtast vil dette bidra til aukande meandrering. Då undersøkinga berre vart gjort på tre elvar kan ein ikkje vere sikker på om det var tilfeldig eller om dette er tilfellet for alle elvar. Dette er ein problematikk som kan drøftast av studiar i framtida. Ein grunn til at denne samanhengen bør bli sett kritisk på er at flyfotoa er tekne i september og det er sannsynleg at elvene er delvis dekkja med snø slik at ikkje heile lengda er synelg.

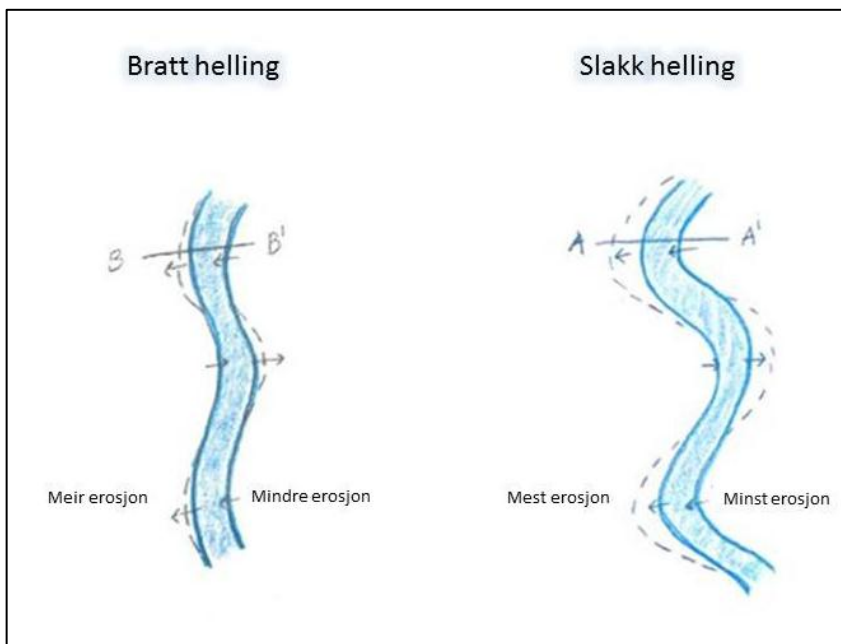
Det vart også vist ein signifikant, negativ korrelasjon mellom hellingsvinkel og sinusitet. Negativ samanheng tyder at auke i eine faktoren fører til at den andre minkar. I dette tilfellet er det logisk at mindre helling fører til større sinusitet og ikkje motsett. For alluviale system er dette tilfelle. Bratt helling gir elva høg hastigheit og sediment vil nesten utelukkande bli ført med vasstraumen. Når elva får ein lågare gradient vil elva avsette sediment. For at meandrering skal utvikle seg må sediment avsetjast i innersving (der elva går saktast) og erosjon må foregå i yttersving. Det er gjort forsøk på å forstå kvifor supraglasiale elvar meandrerar, då desse ikkje inneheld sediment. Parker (1975) meinte at meandrering kjem av erosjon i yttersving og frysing i innersving. Vi trur ikkje dette forklarar alle mekanismane involvert i prosessen, men at erosjonsforholdet mellom breoverflata og elvelaupet har meir å sei. Breoverflata kan synke opptil fleire meter i løpet av ein ablasjonssesong, og nedskjering i elvelaupet er om lag like rask.

Overflata smeltar ned om lag like raskt som midt i elvelaupet (figur 5.7 – 5.8). Men i yttersving har vatnet høgare hastigheit og eroderar *meir* enn overflata, og i innersving har vatnet lågare hastigheit og eroderar litt *mindre* enn overflata. Ettersom elvelaupet eroderar seg nedover i isen vil også vatnet bevege seg nedover, og erosjon ved elvebreidda vil avta. Etterkvart vil elvebreidda i innersving også smelte ned og ta igjen resten av overflata og bli ein del av denne – innersvingen vil migrere mot yttersving (mot venstre på figur 5.7). Samstundes vil yttersvingen fortsette å erodere seg ned og utover (mot venstre), raskare enn resten av overflata. Dersom ein tenker seg bratt helling vil dette gi ein litt anna situasjon. Då vil det vatnet ha ein høgare hastigheit og erodere meir likt i heile elvelaupet, det vil medføre mindre meandrering. Resultata i denne oppgåva ser ut til å vise det same som Marston (1983) sine konklusjonar – sinusiteten er omvendt proporsjonal med energitapsrata (ρQgS), som tyder at når sinusiteten aukar vil energitapsrata synke (slakare helling). Han meiner også at når energitapsrata aukar (brattare helling) oppstraums for ei elv, vil sinusiteten nedstraums auke.

Til sammanlikning har Marston (1983) funne eit forhold mellom generell hellingsvinkel og sinusitet, $P = (-1,76 * S) + 1,41$. Gjennomsnittleg hellingsvinkel i databasen er $12,5^\circ$, sinusitet ut i frå formelen skulle då vere 1,19. Gjennomsnittleg sinusitet i heile databasen er 1,23, som ikkje gir så stor skilnad. Martson nemner også at elvane han har undersøkt har sinusitet mellom 1,05 og 1,25.



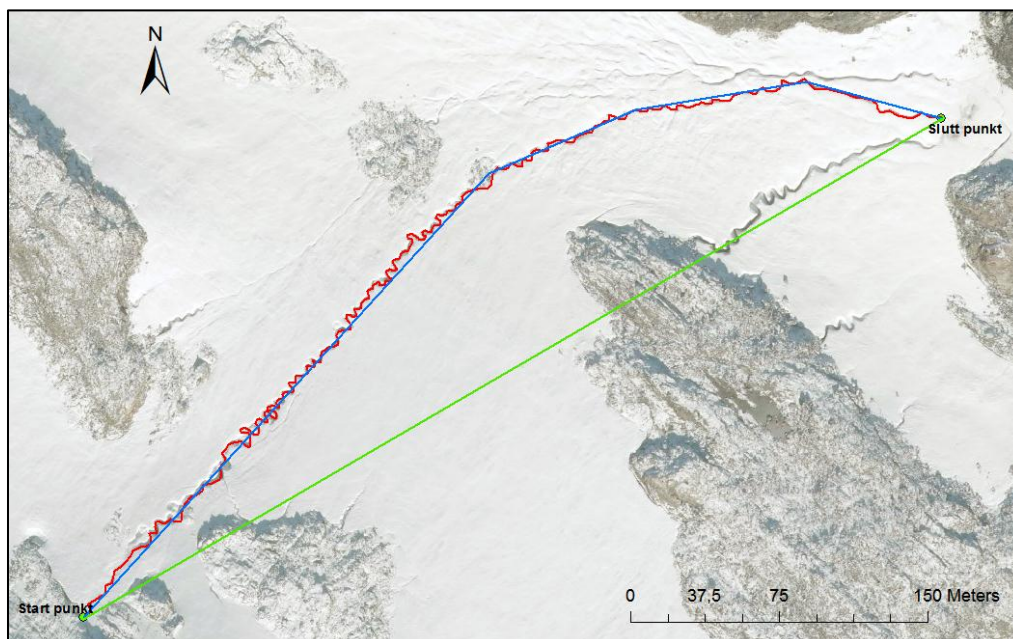
Figur 5.7. Korleis ein trur elvar i slakk og bratt helling eroderar.



Figur 5.8. Utviklinga av meander i bratt og slakk helling.

Statistikken ga også 3 tilfelle der korrelasjonen ikkje var signifikant. Ingen av testane med høgd over havet ga signifikante resultat. Det er nok fordi dei fleste breane som vart målt ligg om lag i same høgd over havet. Ein anna grunn kan vere at det er sjølve elvane som stort sett er i same høgde.

Testen mellom snusitet og luftlinje ga ikkje signifikant samanheng. Dette kan vere fordi delar av elvene er dekkja med snø, det er gjerne dei delane med mindre vassføring. Ein anna grunn er at luftlinja er ei måling som har stort rom for tolking (figur 5.9). Det kan gjere det vanskeleg å påvise korrelasjonar.



Figur 5.9. Forskjell på luftlinje prinsipp. Det er ikkje alltid luftlinja har blitt målt som den blå, men heller ein mellomting av den grøne og den blå. Dette kan gjere det vanskeleg å påvise korrelasjonar.

Det var ei klar overvekt av elvar i nordaustleg himmelretning. Dette tyder at elvane oftast ligg i denne retninga, eller meir sannsynleg, så gjer breane det. Feilkjelder med dette er at i det opprinnelege datasettet vart himmelretning ofte notert som nord-nordaust, sør-sørvest osv. For å gjere det mogleg å lage ei enkel oversikt vart det kutta ned til èi himmelretning. Det var også målt fleire elver per område i vest enn i aust. Oppdelinga er basert på vasskiljet, med tanke på at det er ulikt klima i aust og vest. Mogleg det er betre å dele opp områder basert på andre topografiske strukturar som lokalt kan spele inn på nedbørsmengder og temperatur.

Eit generelt problem med statistikken er usikkerheita i ArcMap og menneskeleg variasjon. Dette er nærare drøfta i 5.2.1. Eit anna problem er at større spreining i nokre datasett enn andre kan gi problem med å påvise korrelasjonar. Til dømes ligg alle sinusitets-verdiane mellom 1 og 2, og hellingsvinkel har mykje større spreining i forhold. I tillegg er det sannsynleg at det er små feil i databasen på grunn av skrivefeil, det finnast til dømes negative hellingsvinklar.

5.2.3 Nedslagsfelt

Eksperimentet med nedslagsfelt er usikkert. Det vart gjort for å syne kva som kan gjerast med meir data, meir nøyaktige data og meir tid. Med nemnte ting på plass kan ein bruke denne metoda til å estimere kor mykje av breen som er nedslagsfelt for supraglasiale elver. Ein må likevel ha i tankane at det kan danna seg sprekker og moulinar som kan tømme elvar og føre vatnet til en- og subglasiale straumar. Feilkjelder som kan nemnast for dette eksperimentet er at arealet til heile breen ikkje er det same på flyfoto som det var då feltarbeidet vart gjennomført. På flyfotoa er deler av elvane dekte med snø og det er vanskelig å måle nøyaktig kor dei lange dei er.

GPSEN har eigne feilkjelder som har påverka resultatet (sjå vedlegg 1). Skilnaden mellom nedbørsfeltet til elv A og elv B er 63 m^2 , det kan reknast med at på ein bre med >40 elver kan dette arealet variere mykje. For Styggebreen bruker me nedslagsfeltareal målt på Fannaråkbreen som heller mot nord, mot Styggebreen som heller mot aust. Dei har ikkje same hellingsvinkel og ligg heller ikkje like høgt over havet, noko som antyder at ablasjonsområdet til Styggebreen er mindre enn for Fannaråkbreen. For å redusere usikkerheita kan ein samkjøre feltarbeid med oppdatering av nye flyfoto. Ein kan måle nedslagsfelt med GPS på fleire elver og lage eit system for å dele opp breen i soner i forhold til kor tett elvene ligg og bruke nedslagsfelt til elver med liknande forhold i dei ulike sonene.

Det syner seg at data for terrengmodellen nytta i watershed, for utrekning av nedslagsfelt, er rundt 8,5 år eldre enn data frå feltarbeidet. Sidan isbrear er i stadig endring både i omfang og tjukkeleik er det nærliggande å anta at terrengmodellen vi har brukt i ArcMap ikkje er representabel for breen sin topografi i feltarbeidsperioden og tidspunktet flyfotoa er frå. Dersom seinare feltarbeid blir samkjørt med datafangst til digitale terrengmodellar har ein moglegheit til å samanlikne watershed med feltarbeid og ein kan avgjere om dette er ein god metode for berekning av nedslagsfelt.

6 Konklusjon

6.1 Feltarbeid

Det er lite bevis for noko aktiv utvikling av elvelaupa relativt til breoverflata under feltarbeidet. Elvelaup blir utvikla når det er nok vassføring i elva til at nedskjeringa overgår smelting av breoverflata. Fleire publikasjonar meiner supraglasiale elvelaup blir utvikla og/ eller danna tidlegare i smeltesesongen. Resultata indikerer heller ikkje sterkt for eller mot for teorien om plukking, men tidligare studier meiner plukking er ein minimal prosess.

Sinusetssamanlikningane er gjort og det er tilsynelatande ikkje store skilnadar mellom metodane (<0,1). Om ein skal gjennomføre liknande feltarbeid bør målebandsmålingar prioriterast og bli gjennomført på fleire elvar, slik at resultata i større grad kan brukast i korreksjon av databasen. Ein bør også merke seg skilnaden mellom ulike metodar å gjere målingane på, og bruke ein metode konsekvent.

Det kan syne seg at grove trekk i feltmålingane kan gjenspegle seg i vårforholda som var under feltarbeidet. Men funna er ikkje nok til å korkje stadfeste, svekkje eller kome med nye teoriar om samanhengar.

Ettersom slutten av august er lite ideelt for å sjå nokon sær store endringar i supraglasiale elvar er det anbefalt å gjere feltarbeid tidlegare på sesongen, over ei lenger periode (2-3 månadar). Dessutan er det viktig å gjere betre førebuingar i henhold til utstyr og rutiner med målingar. Fokus for framtidige studier bør vere å undersøkje erosjonsprosessen til supraglasiale elvar nærare, ettersom litteraturen er tvitydig.

6.2 Database

Å bruke flyfoto i ArcMap som metode for å samle informasjon om supraglasiale elvar har vist seg å vere effektiv, då mange elvar kan kartleggjast på kort tid. Men resultata frå kontrollmålingane syner at korreksjon av databasen er naudsynt, då resultata er påverka av personleg tolking. I tillegg kan det sjå ut til at målingane på flyfotoa ikkje stemmer overeins med røynda. Korreksjon for personleg tolking, metode(1), ga følgjande resultat: Sunniva: opp 2,198 %, Andreas: opp 6,960 % og Karin: ned 9,524 %. Korreksjon for røynda, metode (2), ga ei nedjustering av alle sinusitetane med 10,99 %. Det optimale er å bruke begge metodane for korreksjon. Om denne databasen vert for unøyaktig kjem an på bruken og må vurderast deretter.

Statistikken viser at lengre elvelengd gir høgare sinusitet, som enten kan tyde at elva er eldre eller at vassføringa aukar nedstrøms. Det er også korrelasjon mellom mindre hellingsvinkel og høgare sinusitet. Dette kan ha med korleis erosjonsprosessane som fører til at supraglasiale elvar meandrerar, varierar med helling.

Undersøking av nedslagsfeltet indikerar at storleiken på breen har ikkje noko å seie for kor mange meter supraglasiale elvar det er på breen, eller kor stor andel av breoverflata som er nedslagsfelt for elvane. Usikkerheitene kring målingane gjer resultatet diskutabelt, men det er eit interessant tema med tanke på klimaforskning og bruk av flyfoto.

Dagens tilgjengelege flyfoto har ofte snødekke og dårleg oppløysning. Flyfotoa er gamle, og det er ikkje mogleg å samanlikne resultata opp mot røynda. Dette er den største feilkjelda i samband med kvaliteten til databasen, saman med utdaterte DEM-filer. Oppdatering av dette vil mest sannsynleg føre til mindre behov for korreksjon. Eit alternativ til flyfoto er høgoppløyslege satelittfoto.

Fokus til vidare studier bør vere å utbetre metodane for måling i ArcMap samt få tak i oppdaterte bilete med betre kvalitet, i tillegg kan det vere av interesse å undersøkje bileter frå fleire år på rad for å få betre forståing av korleis elvane utviklar seg. Reint teknisk er det anbefalt å standardisere metodane for oppmåling av elvar og det bør fokuserast på eit mindre areal. Det kan også med fordel bli brukt meir tid i felt for betre korrigerings. Vedlegg 10 er ei oversikt med forslag til forbetring og endringar for tilsvarande prosjekt og håper dette kan vera nyttig for andre.

7 Takk til

Takk til Simon De Villiers for god rettleiing og ei spanande oppgåve. Takk til Mette Kusk Gillespie for hjelp med ArcMap. Takk til Jacob Yde for teknisk rettleiing. Takk til Marte Lilleng for rettleiing i statistikk.

8 Kjeldeliste

A.P. Korsnes: Andreas Prebensen Korsnes, *Tinglysinga*, E-post:
Andreas.Prebensen.Korsnes@kartverket.no

Aa, A. R. & Sønstegaard, E. (2005) *Breheimen : geologi og landformer*, Rapport, Høgskulen i Sogn og Fjordane. Tilgjengelig frå: <http://idtjeneste.nb.no/URN:NBN:no-bibsys_brage_4730> [Lest: 11.05.2014]

Andreassen, L. M. & Winsvold, S. H. (2012) *Inventory of Norwegian Glaciers*, s. 195 [Internett] Rapport 38-2012. Oslo, Norges vassdrags- og energidirektorat. Tilgjengeleg frå: <http://webby.nve.no/publikasjoner/rapport/2012/rapport2012_38.pdf> [Lest 29.05.14]

Askheim, S. & Thorsnæs, G. (30.01.14) Jotunheimen. I: *Store norske leksikon* [Internett], Tilgjengeleg frå: <<http://snl.no/Jotunheimen>> [Lest 07.04.14].

Benn, D. I. & Evans, D. J. A. (2013) *Glaciers & Glaciation*. 2. Utg. New York, Routledge.

Björnsson, H. (2003) Subglacial lakes and jökulhlaups in Iceland. *Global and Planetary Change* [Internett], 35 (3-4), s. 255-271. Tilgjengeleg frå: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818102001303>> [Lest 16.06.14]

Bjørnstad, J. (02.06.14) Hypotesetesting: statistikk. I: *Store norske leksikon* [Internett], Tilgjengeleg frå: <<http://snl.no/hypotesetesting/statistikk>> [Lest 02.06.14]

Bryhni, I (05.06.13) Geologi Og Landformer I Norge. I: *Store norske leksikon* [Internett], Tilgjengeleg frå: <http://snl.no/Geologi_og_landformer_i_Norge> [Lest 08.04.14].

Bryhni, I (14.02.09) Kaledonske Fjellkjede. I: *Store norske leksikon* [Internett], Tilgjengeleg frå: <http://snl.no/Kaledonske_fjellkjede> [Lest 07.04.14]

Den Norske Turistforening (DNT) (2014) *Breheimen og Jostedalbreen* [Internett], Den Norske Turistforening (DNT). Tilgjengeleg frå: <http://www2.turistforeningen.no/location.php?lo_id=NO_brehe> [Lest: 11.05.2014]

Dybwad, T. & Klæbo, H. (2006) Forvaltningsplan for Jotunheimen nasjonalpark og Utladalens landskapsverneområde, [Internett], Tilgjengeleg frå: <<http://www.nasjonalparkstyre.no/Documents/Jotunhei%20dok/Forvaltningsplan/060606%20Famlegg%20til%20ny%20forvaltningsplan.pdf>> [Lest 08.04.14]

Engeset, R (20.10.13) *Hvordan lages vær- og snødata seNorge.no og xgeo.no?* [Internett] Norges vassdrags- og energidirektorat. Tilgjengeleg frå: <http://www.nve.no/Global/senorge/weatherandsnowdata_no.pdf> [Lest 30.05.14] (vedlegg)

Ferguson, R. I. (1973) Sinuosity of Supraglacial Streams. *Geological Society of America Bulletin*, 84 (1) s. 251-256.

Forsell B. (2009) GPS. I: *Store Norske Leksikon* [Internett]. Tilgjengelig frå: <<http://snl.no/GPS>> [Lest 07.05.14]

Gulesider (2014) <http://kart.gulesider.no/> [internett] Gulesider.no. Tilgjengelig frå: <<http://kart.gulesider.no/>>

IPCC (2014) *Summary for policymakers*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

Isenko, E., Naruse, R. & Mavlyudov, B. (2005) Water temperature in englacial and supraglacial channels: Change along the flow and contribution to ice melting on the channel wall. *Cold Regions Science and Technology*. [Internett], 42 (1), s. 53-62. Tilgjengeleg frå: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165232X04001594>> [Lest 23.05.14]

Karlstrom, L., Gajjar, P. & Manga, M. (2013) Meander formation in supraglacial streams, *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 118 (3), s. 1897–1907

Kartverket (27.01.14) *Nasjonalt program for omløpsfotografering* [internett], Kartverket. Tilgjengelig frå: <<http://www.kartverket.no/Kart/Flyfoto/Nasjonalt-program-for-omlopsfotografering/>> [Lest 31.05.2014] (vedlegg)

Knighton, A. D. (1972) Meandering habit of supraglacial streams, *Geological Society of America Bulletin*, 83 (1), s. 201-204.

Knighton, A. D. (1985) Channel Form and Flow Characteristics of Supraglacial Streams, Austre Okstindbreen, Norway. *Arctica ndAlpine Research* [Internett], 13 (3), s. 295-306. Tilgjengeleg frå: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1551036.pdf?acceptTC=true&jpdConfirm=true>> [lest 9.5.14]

Leidman, S. (u.d) *Supraglacial Stream Flow Dynamics on the Llewellyn Glacier*. University of California. Tilgjengeleg frå: <http://www.academia.edu/2124466/Supraglacial_Stream_Flow_Dynamics_on_the_Llewellyn_Glacier> [Lest 05.06.14]

Lilleng, M.S. (januar 2014) *Forelesing om Classical tests*. Høgskulen i Sogn og Fjordane.

Marston, R. A. (1983) Supraglacial stream dynamics on the Juneau icefield. *Annals of the Association of American Geographers* [internett], 73 (4), s. 597-608. Tilgjengeleg frå: <<http://www.ces.k-state.org/geography/rmarston/Papers/Marston%201983%20Supraglacial%20Streams.pdf>> [lest: 07.05.14]

Meander (2012) *Store norske leksikon* [Internett]. Tilgjengeleg frå: <<http://snl.no/meander>> [Lest: 16.06.14]

Median: statistikk (2011) *Store norske leksikon* [Internett]. Tilgjengeleg frå:
<<http://snl.no/median/statistikk>> [Lest 15.06.14]

Meteorologisk institutt (u.d) *Hva er eKlima* [Internett], Meteorologisk institutt. Tilgjengeleg frå
<<http://eklima.met.no>> [Lest 11.06.14]

Miljødirektoratet (22.05.14) *Jotunheimen* [Internett], Miljødirektoratet. Tilgjengeleg frå
<<http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00001869>> [Lest 07.04.14].

Miljødirektoratet.no (2013) *Breheimen* [internett], Miljødirektoratet. Tilgjengeleg frå:
<<http://www.xn--miljodirektoratet-oxb.no/no/Tema/Verneomrader/Norges-nasjonalparker/Breheimen/>> [Lest: 11.05.2014]

Nasjonal Digital Læringsarena (NDLA) (u.d) *Standardavvik* [Internett], Nasjonal Digital Læringsarena.
Tilgjengeleg frå <<http://ndla.no/nb/node/91885>> [Lest 16.05.14]

NRK og Meteorologisk institutt (yr.no) (u.d) *Været som var (detaljert)* [Internett], NRK og
Meteorologisk institutt. Tilgjengeleg frå <<http://www.yr.no/>> [Lest 08.04.14]

NVE, Statens Vegvesen, met.no og Kartverket Karttype: alle data [Digitalt kart], NVE, Statens
Vegvesen, met.no og Kartverket. Tilgjengeleg frå <<http://www.xgeo.no/>> [Henta 20.05.14] (vedlegg)

Parker, G. (1975) *Meandering of Supraglacial Melt Streams*, Water Resources Research 11 (4), s. 551–
552

Paterson, W. S. B. (1994) *The physics of glacier*. 3. Utg. Oxford, Elsevier Science.

Shumskiy, P. A. (1960) Density of Glacier Ice. V. A. Obruchev Institute of Permafrost Studies
[internett], 3 (27), s. 568-573. Tilgjenleg frå:
<http://www.igsoc.org:8080/journal/3/27/igs_journal_vol03_issue027_pg568-573.pdf> [Lest:
22.05.14]

Smeltevarme (2009) *Store norske leksikon* [internett]. Tilgjengleg frå: <<http://snl.no/smeltevarme>>
[Lest: 22.05.14]

Statens Kartverk (2010) *kartlag Sogn 2010* [Digitalt kart], Statens Kartverk. <<http://norgebilder.no/>>
[Henta 05.05.2014]

Universitetet i Oslo (UiO) (2014) *Signifikanttester* [Internett], Universitetet i Oslo. Tilgjengeleg frå
<http://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/STK1000/h12/f_kap_6-2_til_6-3.pdf> [Lest
02.06.14]

ut.no/NRK(Norsk rikskringkasting AS) og Den Norske Turistforening (21.05.14) *Jotunheimen*
[Internett], NRK og Den Norske Turistforening. Tilgjengeleg frå
<<http://ut.no/turomrade/jotunheimen>>, [Lest 07.04.14].

Yang, K. & Smith, L. C (2013) Supraglacial Streams on the Greenland Ice Sheet Delineated From
Combined Spectral–Shape Information in High-Resolution Satellite Imagery. *IEEE Geoscience and*

Remote Sensing Letters [internett], 10 (4), s. 801-805. Tilgjengelig frå:
<<http://www.sscnet.ucla.edu/geog/downloads/297/561.pdf>> [Lest: 07.05.14]

9 Vedlegg

Vedlegg 1 – GPS

Ei rekke ting kan vere med å avgjere feilmarginen til ein GPS:

-Unøyaktige banedata og feilinformasjon om satellittklokkene sitt avvik frå GPSen si tidsreferanse.

Dette kan utgjere omkring 1 m.

-Hastigheita til signala i vakuum er ikkje lik som i atmosfæra.

-Ionosfæra sin innverknad er omvendt proporsjonal med berefrekvensen i kvadrat. Garmin e-Trex måler på to signalfrekvensar så det reduserer feilmarginen frå 5-50m til nokre få desimeter i forhold til GPSer som måler på ein frekvens.

-Unøyaktige berekningar og støy utgjør opp til rundt 0,5 m feil i avstand.

-Signalrefleksar eller fleirvegsinterferens kan utgjere feil på titals meter og opptre oftast når ein står i ro og når satellittane står lågt over horisonten. (Forsell, 2009)

GPS kan vere godt eigna til å måle opp nedbørsfelt og luftlengd på elver, men er ikkje nøyaktig nok til å tracke små detaljar i supraglasiale elvelaup. Det kan derimot gi ein peikepinn og mogelegheit til å finne att rett elv på flybilete i GIS.

Vedlegg 2 – Rådata fra feltarbeid

Tabell 9.1. Elv A øvre målestasjon

Tirsdag 27.08.13			Onsdag 28.08.13				Torsdag 29.08.13	
Målelengde	17:00	19:30	09:10	12:55	16:40	19:15	09:26	11:56
l1a	24	24	25,5	26	24,5	26	26	24,5
l1b	22	22,5	26	24	25	24	25,5	25,5
l2	74	73,5	75	76	75	74	76,5	73,5
l3	64	68	71	69	70	69,5	74	71
l4a	42	43	45	47	48	52	58,5	56
l4b	58	57	60,5	58	60,5	52	59	58
l5	160	162	160	160	159,5	160	161,5	161
l6a	26	28	25	24	26	22	28	26
l6b	19	20	13	15	12,5	15	13	13
L7	-	-	52	54	53	55	47	51

Tabell 9.2. Elv A nedre målestasjon

Tirsdag 27.08.2013			Onsdag 28.08.2013				Torsdag 29.08.2013	
Målelengde	17:00	19:30	09:25	12:37	16:45	19:00	09:05	12:10
L1a	24,50	23,50	27,50	27,00	28,00	27,50	27,50	29,00
L1b	20,00	20,00	24,00	24,00	25,00	24,50	24,00	23,00
L2	58,00	58,50	62,50	62,00	61,00	62,50	62,00	64,00
L3	47,00	50,00	57,00	51,00	53,50	56,00	59,50	61,00
L4a	21,00	21,00	22,50	22,50	24,00	21,00	34,50	34,00

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

L4b	21,50	23,00	23,00	24,00	26,00	21,00	32,50	33,00
L5	82,00	90,00	95,00	96,00	98,50	96,50	96,50	98,00
L6a	10,00	9,00	7,50	11,00	8,00	8,00	9,00	7,00
L6b	9,00	10,00	5,00	7,00	8,50	5,50	7,50	10,00
L7	-	-	47,00	50,50	51,00	47,00	28,00	28,00

Tabell 9.3. Elv B øvre målestasjon

Tirsdag 27 august 2013			Onsdag 28.08.2013				Torsdag 29.08.2013	
Målelengde	16:00	20:00	08:50	12:15	15:45	19:30	08:40	11:40
L1a	25,00	24,50	27,00	25,00	26,00	26,50	26,50	25,00
L1b	19,50	20,50	23,00	21,00	21,50	23,00	24,50	22,00
L2	41,00	40,50	43,00	41,00	42,00	43,50	42,50	42,50
L3	38,00	38,00	41,50	39,00	40,00	42,00	41,50	41,00
L4a	37,00	23,00	30,50	33,00	29,00	33,50	40,00	37,00
L4b	25,00	33,00	38,00	35,00	38,00	34,50	46,00	38,00
L5	89,00	89,00	90,50	90,00	91,50	90,00	91,50	90,50
L6a	13,00	11,00	13,00	11,00	11,00	11,50	12,00	12,00
L6b	8,50	6,50	6,00	8,00	6,00	6,00	6,00	9,00
L7			21,00	23,00	23,50	23,00	16,00	16,00

Tabell 9.4. Elv B nedre målestasjon

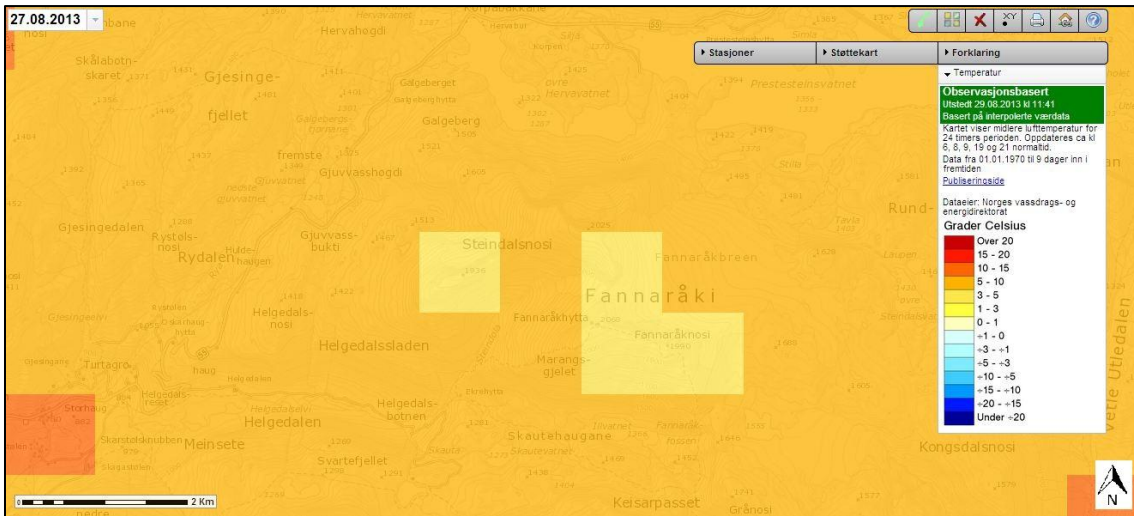
Tirsdag 27 august 2013			Onsdag 28.08.2013				Torsdag 29.08.2013	
Målelengde	16:00	20:00	08:30	12:20	16:00	19:50	08:20	12:30
L1a	23,00	25,50	27,50	29,50	31,50	33,50	34,50	35,00
L1b	26,00	26,00	27,50	28,00	26,00	28,00	29,00	27,50
L2	52,50	51,50	54,50	54,00	57,50	57,00	58,00	58,50
L3	49,00	49,00	53,00	51,50	56,00	55,50	56,50	57,50
L4a	23,00	28,00	25,50	28,00	30,00	30,00	29,50	32,00
L4b	20,00	22,00	27,50	25,00	29,00	29,50	26,50	29,00
L5	77,00	86,00	86,00	87,00	87,00	86,00	86,00	85,00
L6a	5,00	5,00	5,50	6,00	6,00	5,00	5,00	4,50
L6b	13,50	12,00	11,50	14,00	15,00	14,00	11,00	12,00
L7				25,00	27,00	26,00	23,00	19,00

Vedlegg 3 – Ekstra værdata

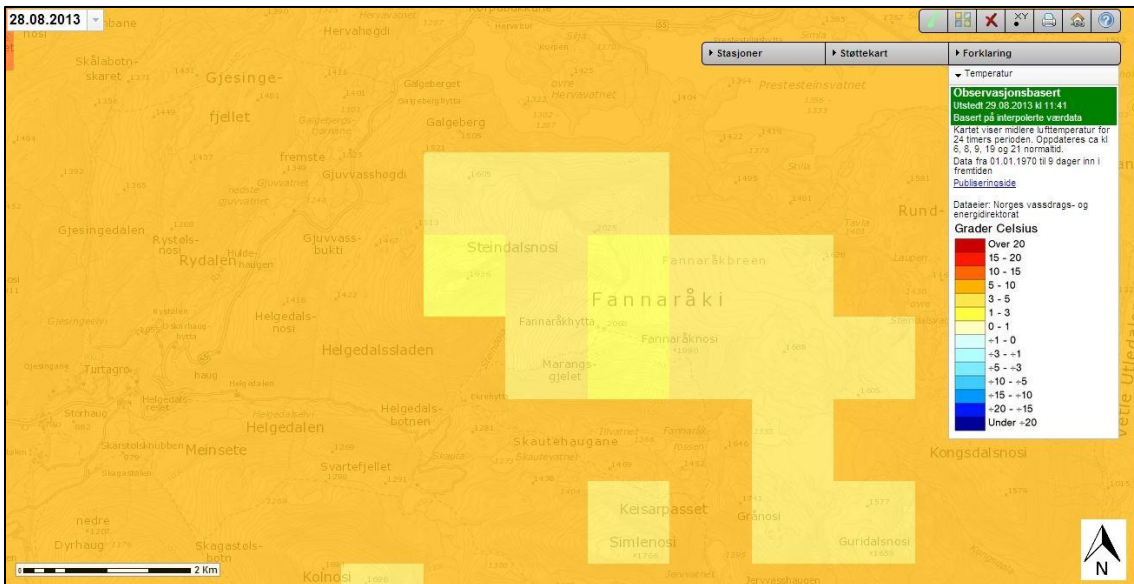
xgeo.no er eit verkty som er utvikla i samarbeid mellom NVE, Statens Vegvesen, met.no, Jernbaneverket og Kartverket. Datane her er basert på målestasjonar og i områda mellom stasjonane er det brukt interpolering for å estimere verdiar for temperatur og nedbørsmengder.

På xgeo.no kan ein finne modellar som viser vêrtypen for eit område ein spesifikk dag, ettersom dei har klimadata frå 1957 (NVE et al.). Nedanfor er temperaturestimat frå perioden med feltarbeid. Den

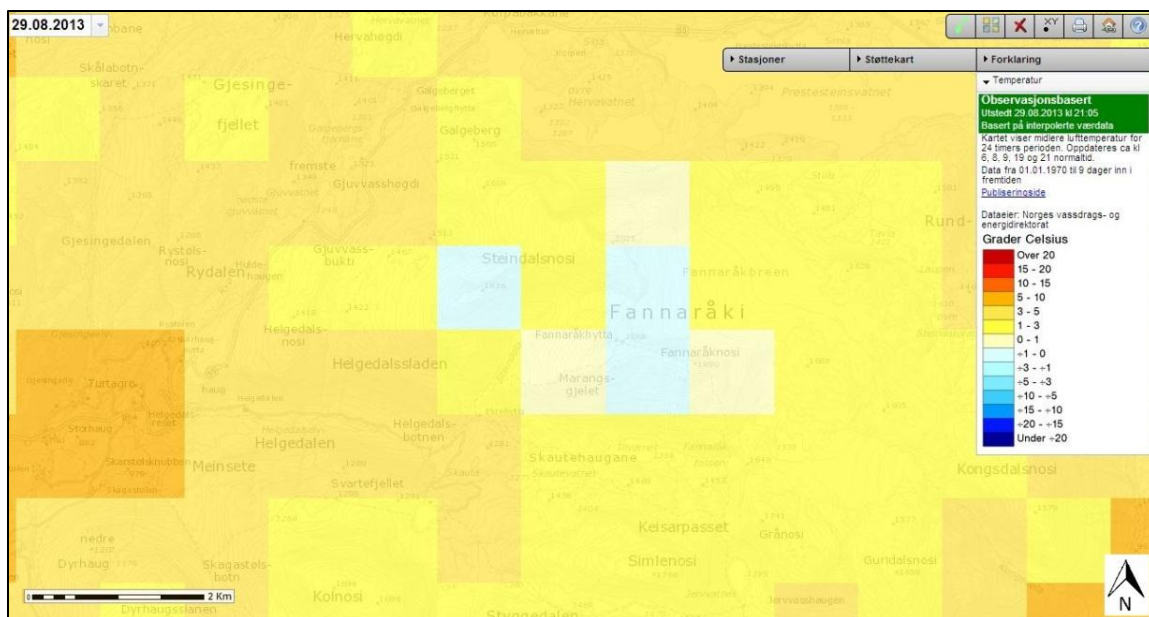
ser ut til å korrelere med våre subjektive erfaringar og temperaturmålingane frå Sognefjellshytta og Fannaråken - det blir kaldere.



Figur 9.1. Veir under feltarbeid, 27.08.13 (xgeo.no)



Figur 9.2. Veir under feltarbeid, 28.08.13 (xgeo.no)



Figur 9.3. Veir under feltarbeid, 29.08.13 (xgeo.no)

Vedlegg 4 - Database

Databasen uten korreksjoner,

Områder målt av Karin: 2,3,8,15

Områder målt av Sunniva: 1,9,10,13,14,35 siste på Fannaråkbreen

Områder målt av Andreas: 4,5,6,7,11,12,30 første på Fannaråkbreen

Tabell 9.5. Database

Område	Elv	Sinusitet	Helling	Hogd oppe (m.o.h)	Høgd nede (m.o.h)	Elvelengd(m)	Luftlinje(m)	Himmelretning
Område 1	1	1,0786885	17,737	1532,00	1493,00	131,60	122,00	NE
	2	1,1230769	61,183	1525,00	1407,00	73,00	65,00	SE
	3	1,2000000	17,111	1425,00	1405,00	78,00	65,00	SE
	4	1,0428571	16,708	1424,00	1403,00	73,00	70,00	SE
	5	1,3733333	16,356	1430,00	1408,00	103,00	75,00	SE
	6	1,2826087	31,345	1440,00	1412,00	59,00	46,00	SE
	7	1,3125000	22,428	1420,00	1413,40	21,00	16,00	SE
	8	1,2094828	20,783	1443,00	1399,00	140,30	116,00	SE
	9	1,0490909	11,316	1454,00	1443,00	57,70	55,00	NE
	10	1,1125000	16,048	1417,00	1394,00	89,00	80,00	SE
	11	1,1234568	18,125	1422,00	1395,50	91,00	81,00	SE
	12	1,1054248	17,826	1430,40	1399,00	108,00	97,70	SE
	13	1,2121212	14,614	1434,00	1425,40	40,00	33,00	SE
	14	1,2631579	13,045	1450,80	1442,00	48,00	38,00	SE
	15	1,3421053	16,846	1430,50	1419,00	51,00	38,00	SE
	16	1,0989011	21,048	1415,00	1404,50	30,00	27,30	SE
	17	1,1948052	16,639	1433,00	1410,00	92,00	77,00	SE
	18	1,1250000	14,043	1426,00	1410,00	72,00	64,00	SE
	19	1,1231102	12,194	1433,00	1423,00	52,00	46,30	SE
	20	1,1388889	15,532	1432,00	1422,00	41,00	36,00	SE
	21	1,0638298	15,469	1434,00	1421,00	50,00	47,00	SE
	22	1,1282051	13,697	1429,00	1419,50	44,00	39,00	SE
	23	1,1063830	16,596	1433,00	1419,00	52,00	47,00	SE
	24	1,1937984	13,939	1438,00	1422,00	77,00	64,50	SE
	25	1,3478261	17,505	1425,50	1411,00	62,00	46,00	SE
	26	1,4310345	25,782	1439,00	1425,00	41,50	29,00	SE
	27	1,0813953	18,043	1430,00	1416,00	46,50	43,00	SE
	28	1,1458333	19,158	1427,00	1417,00	33,00	28,80	SE
	29	1,0376344	14,188	1419,00	1395,50	96,50	93,00	E
	30	1,1750000	12,687	1374,00	1365,00	47,00	40,00	E

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

31	1,1351351	12,207	1380,00	1364,00	84,00	74,00	E	
32	1,5290323	16,197	1353,00	1335,00	94,80	62,00	NE	
33	1,4711538	17,111	1354,00	1338,00	76,50	52,00	SE	
34	1,1688312	15,953	1344,00	1333,00	45,00	38,50	SE	
35	1,2812500	17,363	1356,00	1326,00	123,00	96,00	SE	
36	1,2459016	18,162	1346,00	1326,00	76,00	61,00	SE	
37	1,1049383	17,161	1341,00	1316,00	89,50	81,00	SE	
38	1,0517241	16,344	1333,00	1316,00	61,00	58,00	SE	
39	1,1630435	21,381	1329,00	1311,00	53,50	46,00	SE	
40	1,0000000	18,809	1332,00	1316,00	47,00	47,00	E	
41	1,0070423	20,831	1450,00	1423,00	71,50	71,00	NE	
område 2	42	1,1446154	16,627	1549,00	1519,90	111,60	97,50	E
43	1,2540279	15,297	1569,70	1518,80	233,50	186,20	E	
44	1,0569366	19,035	1569,00	1526,00	131,80	124,70	SE	
45	1,0723121	19,840	1563,80	1525,90	112,70	105,10	SE	
46	1,2010050	28,947	1537,00	1526,00	23,90	19,90	SE	
47	2,0216606	33,033	1554,40	1536,40	56,00	27,70	E	
48	1,0614334	27,740	1528,30	1512,90	31,10	29,30	E	
49	1,0708333	30,361	1539,90	1511,80	51,40	48,00	E	
50	1,1934381	4,847	1751,80	1739,40	174,60	146,30	S	
51	1,1414141	8,903	1739,10	1726,70	90,40	79,20	NW	
52	1,1716172	14,621	1725,70	1717,80	35,50	30,30	NW	
53	1,1865672	11,192	1723,90	1713,30	63,60	53,60	W	
54	1,2633833	9,606	1716,50	1708,60	59,00	46,70	W	
55	1,7346939	8,251	1522,20	1487,40	416,50	240,10	N	
56	1,2590361	16,136	1750,50	1740,90	41,80	33,20	NW	
57	1,2826748	10,172	1745,50	1739,60	42,20	32,90	NW	
58	1,2608696	8,989	1754,00	1750,00	31,90	25,30	NW	
59	1,6787440	5,521	1758,50	1754,50	69,50	41,40	NW	
60	1,3175258	5,304	1758,90	1754,40	63,90	48,50	NW	
61	1,6952790	2,950	1769,90	1767,50	79,00	46,60	NW	
62	1,0929235	5,920	1756,40	1741,90	152,90	139,90	SE	
63	1,2421136	6,928	1660,60	1645,20	157,50	126,80	NE	
64	1,3542698	5,235	1687,70	1658,10	437,70	323,20	NE	
65	1,5704307	6,380	1690,70	1681,10	134,90	85,90	NE	
66	1,1748252	11,084	1819,60	1808,40	67,20	57,20	SW	
67	1,1130729	10,331	1572,40	1523,90	296,30	266,20	E	
68	1,0949074	11,233	1559,80	1525,50	189,20	172,80	E	
69	1,1616162	11,740	1563,10	1530,20	184,00	158,40	E	
70	1,1884347	10,677	1761,70	1742,80	119,20	100,30	E	
71	1,4618321	11,966	1551,30	1540,20	76,60	52,40	N	
72	1,6678967	11,275	1547,80	1537,00	90,40	54,20	N	
73	1,5127368	14,369	1582,80	1543,60	231,60	153,10	N	
74	1,2810704	10,790	1772,50	1676,40	646,30	504,50	N	
75	1,4172097	10,579	1777,20	1679,80	739,50	521,80	N	
76	1,3604336	13,567	1687,70	1678,80	50,20	36,90	N	
77	1,1834003	9,504	1766,50	1729,00	265,20	224,10	NE	
78	1,2321839	8,503	1716,50	1710,00	53,60	43,50	NE	
79	1,2524462	15,746	1634,20	1619,80	64,00	51,10		
80	1,2508591	8,891	1668,70	1659,60	72,80	58,20	NE	
81	1,5442177	3,894	1655,90	1653,90	45,40	29,40	NE	
82	1,2506964	9,726	1681,90	1657,30	179,60	143,60	NE	
83	1,3065654	10,878	1690,90	1655,50	240,80	184,30	NE	
84	1,1466667	10,415	1682,40	1670,00	77,40	67,50	E	
85	1,1070111	10,969	1679,00	1668,50	60,00	54,20	NE	
86	1,1171994	10,988	1696,90	1671,40	146,80	131,40	NE	
87	1,4382353	11,316	1700,70	1673,50	195,60	136,00	NE	
88	1,8855140	9,293	1706,10	1699,10	80,70	42,80	NE	
89	1,2468085	10,138	1650,80	1646,60	29,30	23,50	N	
90	1,5739796	16,224	1686,10	1674,70	61,70	39,20	N	
91	1,0265178	15,381	1852,60	1813,20	147,10	143,30	S	
92	1,1659987	9,299	1903,80	1854,80	349,10	299,40	S	
93	1,0926641	10,505	1696,90	1672,90	141,50	129,50	N	
Område 3	94	1,1100437	15,390	1650,40	1618,90	127,10	114,50	E
95	1,2201087	11,376	1616,20	1608,80	44,90	36,80	E	
96	1,5988701	8,783	1622,70	1614,50	84,90	53,10	E	
97	1,2484568	9,897	1627,20	1615,90	80,90	64,80	E	
98	1,1934005	10,037	1636,70	1617,40	130,20	109,10	SE	
99	1,2217573	5,975	1700,00	1695,00	58,40	47,80	SE	
100	1,1137856	3,133	1697,00	1694,50	50,90	45,70	E	
101	1,1934866	14,508	1793,60	1780,10	62,30	52,20	NE	

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

102	1,0603789	4,016	1932,00	1898,30	509,30	480,30	NE	
103	1,1887456	13,202	1615,60	1595,60	101,40	85,30	N	
104	1,1087203	15,395	1613,70	1589,40	97,90	88,30	N	
105	1,1097973	13,587	1635,20	1606,60	131,40	118,40	N	
106	1,1346389	12,965	1632,70	1613,90	92,70	81,70	N	
107	1,2471483	8,652	1625,00	1621,00	32,80	26,30	NW	
108	1,2787456	7,153	1628,60	1625,00	36,70	28,70	NW	
109	1,2762747	7,209	1764,50	1740,20	245,30	192,20	SE	
110	1,1060787	7,002	1779,10	1737,90	371,20	335,60	SE	
111	1,0978261	11,376	1756,10	1745,00	60,60	55,20	SE	
112	1,1202938	9,577	1781,60	1761,40	134,20	119,79	SE	
113	1,1218698	6,007	1788,90	1770,00	201,60	179,70	SE	
114	1,0853081	13,338	1595,30	1585,30	45,80	42,20	N	
115	1,0293725	14,958	1600,00	1580,00	77,10	74,90	NE	
116	1,1401274	13,440	1586,20	1578,70	35,80	31,40	NE	
117	1,0362473	15,159	1589,70	1577,00	48,60	46,90	NE	
118	1,0433333	14,133	1590,50	1575,40	62,60	60,00	NE	
119	1,0847458	12,741	1591,40	1575,40	76,80	70,80	NE	
120	1,6006547	12,018	1876,40	1863,40	97,80	61,10	NE	
121	1,4761905	12,246	1872,00	1867,90	27,90	18,90	NE	
122	1,6706161	12,823	1870,30	1860,70	70,50	42,20	NE	
123	1,3013834	12,541	1872,50	1850,00	131,70	101,20	NE	
124	1,2208122	11,367	1874,00	1826,50	288,60	236,40	NE	
125	1,2818312	4,746	1821,60	1815,80	89,60	69,90	N	
126	1,3168124	9,603	1776,50	1759,10	135,50	102,90	SE	
127	1,1433390	10,701	1684,10	1672,90	67,80	59,30	E	
128	1,1054767	13,852	1718,90	1694,60	109,00	98,60	E	
129	1,1307506	18,423	1731,40	1703,90	93,40	82,60	E	
130	1,3531469	18,474	1728,10	1709,00	77,40	57,20	N	
131	1,3333333	16,335	1720,70	1691,70	132,00	99,00	N	
132	1,3639191	18,176	1719,10	1698,00	87,70	64,30	N	
133	1,1991701	21,112	1703,60	1694,30	28,90	24,10	N	
134	1,3602151	16,481	1855,80	1844,80	50,60	37,20	N	
135	1,5258216	16,732	1864,50	1858,10	32,50	21,30	N	
Område 4	136	1,0961098	7,435	1907,00	1850,00	479,00	437,00	NE
	137	1,1410989	16,996	1851,00	1712,00	519,20	455,00	NE
	138	1,1171348	8,157	1928,00	1877,00	397,70	356,00	NE
	139	1,1262693	8,046	1936,00	1872,00	510,20	453,00	NE
	140	1,3046410	8,175	1937,00	1825,00	1017,62	780,00	NE
	141	1,2074744	7,393	1904,00	1866,00	353,79	293,00	NE
	142	1,1704255	7,579	1936,00	1836,00	880,16	752,00	NE
	143	1,1257949	8,175	1887,00	1859,00	219,53	195,00	NE
	144	1,0824207	10,455	1868,00	1804,00	375,60	347,00	NE
	145	1,0641544	6,297	1922,00	1862,00	578,90	544,00	NE
	146	1,2431788	13,954	1892,00	1817,00	375,44	302,00	NE
	147	1,4893617	8,475	1877,00	1835,00	420,00	282,00	NE
	148	1,9872973	10,719	1824,00	1817,00	73,53	37,00	NE
	149	1,1840580	11,475	1832,00	1818,00	81,70	69,00	NE
	150	1,3750000	11,088	1860,00	1822,00	266,75	194,00	NE
	151	1,2941176	12,446	1850,00	1835,00	88,00	68,00	NE
	152	1,0973134	9,328	1890,00	1879,00	73,52	67,00	E
	153	1,0806723	11,408	1813,00	1789,00	128,60	119,00	E
	154	1,1282051	15,759	1750,00	1728,00	88,00	78,00	E
	155	1,2250000	16,708	1739,00	1727,00	49,00	40,00	E
Område 5	156	1,1860140	12,811	1784,00	1719,00	339,20	286,00	N
	157	1,2239883	10,147	1777,00	1716,00	417,38	341,00	N
	158	1,1273958	11,201	1757,00	1719,00	216,46	192,00	N
	159	1,1111111	80,190	1745,00	1434,00	60,00	54,00	N
	160	1,0785340	13,831	1759,00	1712,00	206,00	191,00	N
	161	1,0561905	15,447	1705,00	1676,00	110,90	105,00	N
	162	1,1088435	15,953	1717,00	1675,00	163,00	147,00	N
	163	1,2412281	12,615	1762,00	1711,00	283,00	228,00	N
	164	1,1698529	11,774	1800,00	1715,00	477,30	408,00	N
	165	1,2558974	10,749	1785,00	1748,00	244,90	195,00	N
	166	1,5356933	11,837	1788,00	1738,00	366,57	238,70	N
	167	1,2457317	0,874	1798,00	1793,00	408,60	328,00	N
	168	1,2298698	9,612	1816,00	1751,00	472,27	384,00	N
	169	1,1235772	13,273	1818,00	1789,00	138,20	123,00	NW
Område 6	170	1,0969557	7,869	1817,00	1763,00	428,80	390,90	NE
	171	1,4221929	7,380	1763,60	1714,60	538,30	378,50	NE
	172	1,4137931	9,018	1719,00	1673,00	410,00	290,00	NE

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

173	1,5098532	10,225	1674,00	1631,00	360,10	238,50	NE	
174	1,1080386	9,819	1714,80	1661,00	344,60	311,00	NE	
175	1,5429795	9,148	1676,00	1629,00	450,55	292,00	NE	
176	1,4360000	9,541	1670,00	1628,00	359,00	250,00	NE	
177	1,1527224	9,191	1739,00	1679,00	427,66	371,00	NE	
178	1,0924706	10,013	1724,00	1679,00	278,58	255,00	NE	
179	1,1808333	8,802	1673,00	1647,00	198,38	168,00	NE	
180	1,1278195	9,117	1710,00	1646,00	450,00	399,00	NE	
181	1,8897368	0,139	1720,00	1711,00	71,81	3708,00	N	
182	1,1727468	13,985	1716,00	1692,80	109,30	93,20	N	
183	1,2924528	21,157	1712,00	1671,00	137,00	106,00	N	
184	1,1190000	8,348	1699,00	1655,00	335,70	300,00	NE	
185	1,0888889	6,306	1661,90	1645,00	166,60	153,00	NE	
186	1,0939227	17,777	1840,00	1811,00	99,00	90,50	W	
187	1,1007634	12,489	1625,00	1596,00	144,20	131,00	N	
188	1,2510030	14,233	1628,60	1527,50	498,90	398,80	N	
189	1,3740179	17,982	1587,00	1478,00	461,67	336,00	N	
190	1,0401961	15,879	1601,00	1543,00	212,20	204,00	N	
191	1,0820815	12,118	1569,00	1529,00	201,70	186,40	N	
192	1,1105263	11,424	1561,70	1531,00	168,80	152,00	N	
193	1,0650000	11,622	1568,00	1531,00	191,70	180,00	N	
194	1,1444444	6,713	1749,00	1731,00	175,10	153,00	NW	
195	1,0648701	8,499	1803,00	1780,00	163,99	154,00	NW	
196	1,1730189	9,642	1793,00	1775,00	124,34	106,00	NW	
197	1,1061538	20,276	1901,00	1877,00	71,90	65,00	N	
198	1,3265306	5,829	1906,00	1901,00	65,00	49,00	S	
199	1,1331250	20,566	1967,00	1937,00	90,65	80,00	S	
200	1,0657018	7,993	1891,00	1875,00	121,49	114,00	N	
201	1,5124220	9,801	1889,70	1831,60	508,93	336,50	N	
202	1,1216458	12,448	1877,00	1840,00	188,10	167,70	N	
203	1,2023729	11,875	1902,00	1840,00	354,70	295,00	N	
204	1,2863200	14,108	1876,00	1844,60	160,79	125,00	N	
205	1,2053636	18,507	1867,40	1830,60	132,59	110,00	N	
206	1,0736087	7,194	1995,00	1922,00	621,19	578,60	E	
207	1,0702703	7,700	1965,00	1955,00	79,20	74,00	E	
208	1,1620313	7,129	1964,00	1924,00	371,85	320,00	E	
209	1,1430769	7,887	1932,00	1923,00	74,30	65,00	E	
Område 7	210	1,1081195	7,766	1768,00	1719,20	396,71	358,00	SE
	211	1,2604097	13,779	1773,00	1723,00	257,12	204,00	SE
	212	1,2876044	13,439	1786,00	1724,00	334,26	259,60	SE
	213	1,1231347	4,203	1953,00	1883,90	1056,53	940,70	NE
	214	1,0828856	3,919	1936,60	1915,20	338,40	312,50	NE
	215	1,1120334	5,671	1912,00	1845,00	750,62	675,00	NE
	216	1,0891081	4,860	1871,00	1853,00	230,67	211,80	NE
	217	1,1892236	4,335	1876,00	1861,00	235,47	198,00	NE
	218	1,1601577	4,961	1895,00	1880,00	200,59	172,90	NE
	219	1,0863023	19,189	1706,00	1674,00	99,94	92,00	NE
	220	1,2907468	24,570	1684,00	1658,00	73,44	56,90	E
	221	1,0705063	22,232	1686,00	1666,80	50,31	47,00	NE
	222	1,4370572	18,096	1930,80	1864,60	291,29	202,70	NW
	223	1,1349820	7,566	1889,40	1865,20	206,91	182,30	NE
	224	1,2800019	7,814	1838,20	1781,00	533,76	417,00	N
	225	1,1169535	9,907	1843,00	1784,00	377,53	338,00	N
	226	1,7545625	11,316	1812,90	1790,90	193,00	110,00	NE
	227	1,3739345	7,106	1943,00	1897,00	507,26	369,20	E
	228	1,0726876	11,592	1812,50	1788,00	128,19	119,50	NE
	229	1,2612419	11,779	1795,30	1784,40	65,96	52,30	NE
	230	1,1151342	8,462	1687,80	1622,00	493,45	442,50	NE
	231	1,0924018	6,022	1688,00	1668,60	201,00	184,00	NE
	232	1,2536969	7,403	1699,00	1630,30	663,21	529,00	NE
Område 8	233	1,2422172	18,058	1820,40	1762,20	221,86	178,60	SE
	234	1,4625387	17,086	1826,70	1762,20	307,06	209,95	SE
	235	1,0678010	12,837	1820,40	1803,00	81,58	76,40	SE
	236	1,0400653	4,764	1817,40	1768,90	605,63	582,30	E
	237	1,0201739	10,643	1754,00	1743,20	58,66	57,50	E
	238	1,0390203	7,129	1741,10	1733,70	61,51	59,20	E
	239	1,0666667	11,669	1711,60	1698,10	69,76	65,40	E
	240	1,1254613	9,330	1686,60	1677,70	61,00	54,20	E
	241	1,4581818	18,898	1681,10	1660,40	88,22	60,50	W
Område 9	242	1,0616580	11,062	1542,80	1516,40	143,43	135,10	NE
	243	1,0236878	10,974	1517,00	1502,60	76,06	74,30	NE

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

244	1,6351410	13,310	1634,60	1623,70	75,38	46,10	N	
245	1,1732955	16,767	1651,10	1640,50	41,30	35,20	N	
246	1,1552941	15,567	1645,50	1638,40	29,46	25,50	NE	
247	1,1343340	5,468	1616,30	1611,20	60,46	53,30	E	
248	1,0738179	7,437	1590,60	1560,80	245,26	228,40	E	
249	1,1344392	10,536	1483,20	1447,90	215,43	189,90	E	
250	1,0721371	12,168	1472,00	1448,10	118,90	110,90	E	
251	1,0502632	10,734	1475,00	1453,40	119,73	114,00	E	
252	1,0988033	10,348	1477,80	1453,40	146,91	133,70	E	
253	1,1034793	10,286	1489,60	1443,20	282,27	255,80	E	
254	1,0619113	10,015	1486,30	1447,70	232,24	218,70	E	
255	1,0865538	11,765	1470,60	1449,70	109,09	100,40	E	
256	1,0880810	11,919	1469,00	1451,30	91,29	83,90	E	
257	1,2468855	7,671	1516,10	1496,00	186,16	149,30	NW	
258	1,1741419	20,638	1611,50	1578,60	102,62	87,40	NE	
259	1,1269620	9,561	1548,80	1535,50	89,03	79,00	SE	
260	1,5258021	13,320	1634,50	1616,80	114,13	74,80	N	
261	1,3017734	18,224	1696,50	1663,10	132,13	101,50	NW	
262	1,0800266	18,490	1690,30	1665,20	81,11	75,10	NW	
263	1,0714660	17,789	1716,70	1667,70	163,72	152,80	NW	
264	1,0665173	8,255	1529,10	1493,50	261,83	245,50	W	
265	1,0864896	15,927	1772,90	1748,20	94,09	86,60	SE	
266	1,0830128	19,431	1782,40	1771,40	33,79	31,20	SE	
267	1,2248227	9,269	1780,00	1777,70	17,27	14,10	N	
268	1,0643192	20,360	1808,20	1800,30	22,67	21,30	N	
269	1,2620178	19,156	1812,00	1800,30	42,53	33,70	NW	
270	1,1083095	13,384	1729,00	1720,70	38,68	34,90	NE	
271	1,0253943	26,216	1760,60	1698,20	130,02	126,80	NE	
272	1,0150000	18,659	1662,90	1641,30	64,96	64,00	NE	
273	1,0184211	23,989	1658,70	1641,80	38,70	38,00	NE	
274	1,0306483	20,874	1655,00	1635,60	52,46	50,90	NE	
275	1,0382409	23,382	1657,00	1634,40	54,30	52,30	NE	
276	1,0306122	21,757	1653,80	1632,30	55,55	53,90	NE	
277	1,0263265	22,014	1653,80	1634,00	50,29	49,00	NE	
278	1,0407173	17,569	1643,70	1628,70	49,33	47,40	NE	
279	1,0416667	15,934	1636,20	1624,90	41,25	39,60	NE	
280	1,0184375	18,980	1634,40	1623,40	32,59	32,00	NE	
281	1,0290909	20,361	1632,50	1622,30	28,30	27,50	NE	
282	1,0121032	23,594	1657,60	1635,60	51,01	50,40	NE	
283	1,0422164	88,786	1725,10		39,50	37,90		
284	1,0261261	26,888	1657,80	1612,80	91,12	88,80	NE	
285	1,0099668	17,871	1619,70	1610,00	30,40	30,10	NE	
286	1,0132692	21,144	1632,60	1612,50	52,69	52,00	NE	
287	1,0142857	20,960	1632,60	1612,50	53,25	52,50	NE	
288	1,0177914	21,651	1629,90	1610,50	49,77	48,90	NE	
289	1,0103175	20,626	1629,90	1606,20	63,65	63,00	NE	
290	1,0102655	20,489	1629,90	1608,80	57,08	56,50	NE	
291	1,0633333	18,444	1648,30	1637,30	35,09	33,00	NE	
292	1,0649215	19,072	1648,30	1635,10	40,68	38,20	NE	
293	1,0194842	19,861	1619,70	1607,10	35,58	34,90	NE	
294	1,0039801	18,316	1624,30	1611,00	40,36	40,20	NE	
295	1,0338501	17,506	1623,20	1611,00	40,01	38,70	NE	
296	1,0630491	23,602	1625,20	1608,30	41,14	38,70	NE	
297	1,1601140	28,694	1640,90	1621,70	40,72	35,10	NE	
298	1,2081458	23,321	1650,30	1610,10	112,72	93,30	NE	
299	1,1116967	24,904	1661,60	1625,50	86,49	77,80	NE	
300	1,0991879	4,513	1678,40	1671,60	94,75	86,20	E	
301	1,2444965	8,660	1672,50	1659,50	106,28	85,40	NE	
302	1,3386926	8,396	1673,90	1657,20	151,54	113,20	N	
303	1,3727903	5,054	1662,00	1656,90	79,21	57,70	NE	
304	1,7002848	10,123	1689,00	1651,40	358,25	210,70	NE	
305	1,3172727	14,358	1721,40	1701,70	101,43	77,00	NE	
Område 10	306	1,2013889	14,043	1232,20	51,90	43,20	N	
	307	1,2510040	13,989	1257,40	1245,00	62,30	49,80	NW
	308	1,2580583	11,652	1343,10	1268,80	453,53	360,50	NW
	309	1,1371601	11,864	1318,20	1290,40	150,56	132,40	NW
	310	1,3730523	10,829	1341,00	1290,20	364,82	265,70	NW
	311	1,1715517	12,000	1335,10	1300,60	190,26	162,40	N
	312	1,5599078	9,681	1345,30	1337,90	67,70	43,40	N
	313	1,3322844	9,727	1356,00	1341,30	114,31	85,80	NE
	314	1,1997826	8,535	1350,00	1343,10	55,19	46,00	NE

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

315	1,2794833	10,172	1360,60	1348,80	84,19	65,80	N	
316	1,0886905	11,283	1348,60	1335,20	73,16	67,20	NE	
317	1,0881301	7,965	1355,20	1346,60	66,92	61,50	NE	
318	1,1053476	7,619	1355,00	1350,00	41,34	37,40	NE	
319	1,2953216	10,443	1339,30	1333,00	44,30	34,20	NW	
320	1,0865867	9,781	1569,80	1554,00	99,64	91,70	NW	
321	1,1584788	8,059	1581,80	1559,10	185,82	160,40	NW	
322	1,1858156	4,059	1539,60	1535,60	66,88	56,40	NW	
323	1,0239709	4,019	1539,60	1536,70	42,29	41,30	NW	
324	1,2428969	11,077	1541,70	1513,60	178,48	143,60	N	
325	1,2916220	11,407	1554,50	1513,10	265,17	205,30	NW	
326	1,2455592	10,169	1549,60	1538,70	75,73	60,80	NW	
327	1,3836873	9,791	1574,00	1553,70	162,86	117,70	NW	
328	1,1860324	20,947	1681,30	1662,40	58,59	49,40	W	
329	1,2586597	7,046	1533,90	1472,70	623,54	495,40	SW	
330	1,1290031	8,156	1536,10	1499,60	287,67	254,80	SW	
331	1,0455738	19,509	1509,20	1498,40	31,89	30,50	NE	
332	1,2273897	10,879	1539,90	1519,00	133,54	108,80	NE	
333	1,1169687	10,668	1540,60	1516,60	142,38	127,47	NE	
334	1,1844125	7,517	1511,10	1505,60	49,39	41,70	NE	
335	1,6929134	13,458	1488,20	1463,90	172,00	101,60	NE	
336	1,2104046	9,950	1468,70	1459,60	62,82	51,90	E	
337	1,0589757	8,275	1559,90	1531,80	204,70	193,30	NE	
338	1,0723199	14,238	1537,10	1519,50	74,42	69,40	SE	
339	1,0475145	13,903	1541,90	1520,50	90,61	86,50	SE	
340	1,0332927	13,251	1541,90	1522,60	84,73	82,00	SE	
341	1,0437946	12,240	1537,80	1522,60	73,17	70,10	SE	
342	1,0467784	15,081	1540,30	1519,40	81,23	77,60	SE	
343	1,0491173	14,505	1545,20	1520,30	101,03	96,30	SE	
344	1,0796506	14,638	1544,40	1519,00	105,05	97,30	SE	
345	1,0400636	14,450	1537,50	1521,30	65,42	62,90	SE	
346	1,0418136	17,091	1529,70	1517,50	41,36	39,70	SE	
347	1,0317241	12,074	1529,30	1523,10	29,92	29,00	SE	
348	1,0092567	15,079	1540,80	1521,60	71,96	71,30	SE	
349	1,0258278	12,153	1528,90	1522,40	30,98	30,20	SE	
350	1,1896552	7,031	1478,90	1464,60	138,00	116,00	NE	
351	1,3960217	8,743	1571,80	1554,80	154,40	110,60	S	
352	1,6119048	6,725	1576,00	1566,10	135,40	84,00	S	
353	1,3566434	2,804	1567,00	1565,60	38,80	28,60	SE	
354	1,7225673	6,968	1576,70	1570,80	83,20	48,30	NE	
355	1,5622407	15,434	1615,70	1602,40	75,30	48,20	NE	
356	1,3521545	8,122	1616,80	1607,20	91,00	67,30	NE	
357	1,3573883	8,178	1583,40	1562,50	197,50	145,50	NE	
358	1,3611584	9,957	1582,10	1571,80	79,90	58,70	NE	
359	1,2674897	8,662	1594,60	1590,90	30,80	24,30	NE	
360	1,2926829	17,177	1536,40	1528,80	31,80	24,60	NE	
Område 11	361	1,1750248	6,561	1745,90	1665,90	817,77	695,96	W
	362	1,1587076	5,804	1709,19	1666,30	489,16	422,16	W
	363	1,1958457	4,714	1695,00	1670,00	362,70	303,30	W
	364	1,6377953	7,057	1669,40	1625,40	582,40	355,60	NW
	365	1,9019432	6,948	1669,40	1627,40	655,79	344,80	NW
	366	1,4220779	8,061	1657,90	1647,00	109,50	77,00	NW
	367	1,5817073	8,945	1651,60	1638,70	129,70	82,00	NW
	368	1,2418273	4,436	1689,00	1670,50	296,30	238,60	SW
	369	1,1270270	9,969	1638,00	1625,00	83,40	74,00	NW
	370	1,0689655	6,154	1644,30	1634,30	99,20	92,80	NW
	371	1,0351111	10,086	1625,40	1621,40	23,29	22,50	NE
	372	1,0179372	9,175	1625,00	1621,40	22,70	22,30	NE
	373	1,1049375	15,317	1663,80	1620,00	176,79	160,00	W
	374	1,1836420	12,704	1643,20	1628,60	76,70	64,80	W
	375	1,0940860	15,913	1642,20	1621,00	81,40	74,40	W
	376	1,1510711	21,736	1639,20	1592,70	134,33	116,70	W
	377	1,1083665	14,911	1666,90	1633,50	139,10	125,50	SW
	378	1,0820090	9,704	1647,40	1636,00	72,17	66,70	W
	379	1,1311346	9,737	1642,50	1636,00	42,87	37,90	W
	380	1,1387435	12,765	1759,60	1742,30	87,00	76,40	NW
	381	1,0720243	9,474	1787,00	1765,00	141,40	131,90	NW
	382	1,2365159	9,514	1793,00	1783,00	73,82	59,70	NW
	383	1,4488152	9,951	1788,00	1780,60	61,14	42,20	NW
	384	1,0768683	13,108	1462,40	1429,70	151,30	140,50	S
	385	1,0961039	13,657	1467,40	1430,00	168,80	154,00	S

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

386	1,0423077	1,873	1565,80	1560,70	162,60	156,00	NE	
387	1,0333333	1,774	1563,40	1560,80	86,80	84,00	NE	
388	1,0207502	2,332	1565,40	1560,30	127,90	125,30	NE	
389	1,0772222	28,211	1731,20	1711,90	38,78	36,00	E	
390	1,0933333	32,418	1760,00	1712,40	82,00	75,00	E	
391	1,0696104	19,993	1724,60	1710,60	41,18	38,50	NE	
392	1,0485830	25,548	1725,60	1702,00	51,80	49,40	NE	
393	1,0485437	14,783	1650,00	1633,70	64,80	61,80	NE	
394	1,0614286	16,708	1648,00	1627,00	74,30	70,00	NE	
395	1,0255952	19,996	1769,00	1707,90	172,30	168,00	N	
396	1,0810345	0,000	1723,00	1689,70	62,70	58,00	N	
397	1,0738000	28,825	1695,00	1667,50	53,69	50,00	N	
398	1,0534884	25,393	1685,70	1665,30	45,30	43,00	NE	
399	1,0694928	19,669	1690,30	1641,00	147,59	138,00	N	
400	1,0760135	15,132	1615,00	1583,00	127,40	118,40	E	
401	1,1036697	17,013	1601,00	1581,00	72,18	65,40	E	
402	1,4445530	11,332	1505,00	1464,00	295,70	204,70	NE	
Område 12	403	1,0912245	20,181	1604,00	1568,00	106,94	98,00	NW
404	1,0949045	20,125	1598,00	1575,00	68,76	62,80	NW	
405	1,0766880	18,847	1620,00	1572,00	151,49	140,70	NW	
406	1,1290323	21,172	1603,00	1573,00	87,50	77,50	NW	
407	1,1149730	17,416	1637,00	1579,00	206,27	185,00	NW	
408	1,1205882	13,687	1532,00	1508,00	110,49	98,60	NE	
409	1,2070707	14,723	1492,00	1466,00	119,50	99,00	NE	
410	1,0847222	15,532	1640,00	1620,00	78,10	72,00	SE	
411	1,1528302	16,807	1533,00	1517,00	61,10	53,00	NW	
412	1,0660714	10,130	1443,00	1433,00	59,70	56,00	NE	
413	1,0737313	12,626	1443,00	1428,00	71,94	67,00	NE	
414	1,2422998	2,353	1580,00	1578,00	60,50	48,70	N	
415	1,3075949	8,642	1591,00	1579,00	103,30	79,00	N	
416	1,3027211	11,540	1727,00	1697,00	191,50	147,00	NE	
417	1,1011364	10,939	1727,00	1693,00	193,80	176,00	E	
418	1,1115455	12,314	1652,00	1628,00	122,27	110,00	NE	
419	1,1100000	14,428	1648,00	1630,00	77,70	70,00	NE	
420	1,0819048	13,915	1600,00	1574,00	113,60	105,00	N	
421	1,2450820	14,264	1597,00	1566,00	151,90	122,00	N	
422	1,1797235	87,412	1580,00	164,00	76,80	65,10	N	
423	1,0656863	11,099	1581,00	1561,00	108,70	102,00	N	
424	1,4295455	15,263	1575,00	1563,00	62,90	44,00	N	
425	1,3947368	13,806	1580,00	1566,00	79,50	57,00	N	
426	1,1682353	12,607	1617,00	1598,00	99,30	85,00	NE	
427	1,1705882	13,247	1598,00	1586,00	59,70	51,00	NE	
Område 13	428	1,7189542	6,787	1537,20	1528,10	131,50	76,50	NE
429	1,4319180	17,635	1493,90	1472,20	97,80	68,30	NE	
430	1,0988858	14,531	1501,80	1483,20	78,90	71,80	NE	
431	1,1837307	6,643	1491,50	1483,20	84,40	71,30	NE	
432	1,7667845	24,012	1451,40	1438,80	50,00	28,30	NE	
433	1,3070751	10,905	1483,40	1457,00	179,20	137,10	NE	
434	1,4341591	11,646	1487,00	1471,20	110,00	76,70	NE	
435	1,0059655	16,864	1467,30	1448,00	64,08	63,70	NE	
436	1,0256032	24,291	1446,10	1378,80	153,02	149,20	NE	
437	1,2328273	15,493	1473,90	1459,30	64,97	52,70	NE	
438	1,1182745	17,468	1459,20	1419,10	142,58	127,50	NE	
439	1,0173913	16,008	1463,00	1435,30	98,28	96,60	NE	
440	1,0494156	14,951	1509,90	1468,80	161,61	154,00	NE	
441	1,0011589	14,400	1491,30	1475,80	60,47	60,40	NE	
442	1,1399059	6,389	1525,40	1504,00	217,95	191,20	NE	
443	1,1095841	7,014	1525,80	1519,00	61,36	55,30	NE	
444	1,2953693	5,893	1518,60	1501,00	220,99	170,60	NE	
445	1,1339334	5,964	1513,40	1501,80	125,98	111,10	NE	
446	1,0129187	4,789	1626,90	1623,40	42,34	41,80	NE	
447	1,0789116	13,768	1605,90	1595,10	47,58	44,10	E	
448	1,1854908	14,637	1383,40	1346,70	166,68	140,60	NE	
449	1,5754335	4,135	1289,50	1287,00	54,51	34,60	E	
450	1,0528287	14,208	1409,30	1376,20	137,71	130,80	NE	
451	1,0932917	10,868	1382,90	1370,60	70,08	64,10	E	
452	1,1188650	9,667	1368,50	1357,40	72,95	65,20	NE	
453	1,0713404	9,615	1379,00	1359,80	121,49	113,40	NE	
454	1,0682111	9,359	1359,80	1347,00	83,00	77,70	SE	
455	1,0841523	8,804	1375,50	1362,90	88,25	81,40	SE	
456	1,0584628	8,055	1362,60	1345,30	129,45	122,30	SE	

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

457	1,0949449	7,645	1384,40	1363,70	168,95	154,30	SE	
458	1,1776744	7,467	1385,60	1368,70	151,92	129,00	SE	
459	1,4634241	6,221	1368,30	1365,50	37,61	25,70	E	
460	1,0894490	6,690	1392,80	1372,80	185,86	170,60	SE	
461	1,0781563	9,784	1355,90	1347,30	53,80	49,90	SE	
462	1,2190709	7,525	1370,40	1365,00	49,86	40,90	E	
463	1,1063674	7,261	1384,30	1372,10	105,99	95,80	E	
464	2,0849462	5,734	1402,70	1399,90	58,17	27,90	SE	
465	1,4870920	5,848	1416,00	1409,10	100,23	67,40	SE	
466	1,9513725	4,599	1428,00	1423,90	99,52	51,00	SE	
467	1,2806378	3,131	1442,80	1440,40	56,22	43,90	SE	
Område 14	468	1,1429587	15,566	1442,30	1399,20	176,93	154,80	NE
	469	1,4446112	14,099	1442,20	1423,80	105,89	73,30	NE
	470	1,1526508	18,507	1436,90	1400,30	126,10	109,40	NE
	471	1,1293651	17,415	1441,20	1401,70	142,30	126,00	NE
	472	1,2659176	15,632	1437,60	1415,20	101,40	80,10	NE
	473	1,1689008	13,935	1449,20	1430,70	87,20	74,60	NE
	474	1,4049587	8,697	1459,20	1455,50	34,00	24,20	NE
	475	1,2953488	6,504	1457,60	1452,70	55,70	43,00	SE
	476	1,3449612	5,757	1456,30	1453,70	34,70	25,80	SE
	477	1,0645161	11,671	1442,00	1426,00	82,50	77,50	SE
	478	1,4543081	9,964	1442,90	1416,00	222,80	153,20	SE
	479	1,3649915	8,793	1454,00	1417,70	320,50	234,80	SE
	480	1,5057515	8,079	1461,50	1424,50	392,70	260,80	SE
	481	1,3331230	7,871	1458,10	1436,20	211,30	158,50	SE
	482	1,6164384	11,806	1418,00	1411,90	47,20	29,20	SE
	483	1,1091703	8,531	1455,20	1444,90	76,20	68,70	E
	484	1,4095745	4,261	1443,20	1441,80	26,50	18,80	NE
	485	1,4192496	5,778	1443,40	1437,20	87,00	61,30	E
	486	1,2193141	9,635	1492,30	1473,50	135,10	110,80	NE
	487	1,0531777	18,645	1511,60	1485,60	81,20	77,10	NE
	488	1,0266299	20,641	1532,40	1491,40	111,80	108,90	NE
	489	1,1473890	12,340	1550,20	1505,40	235,10	204,90	NE
	490	1,3479452	7,496	1505,20	1500,40	49,20	36,50	E
	491	1,2500000	4,819	1497,80	1494,80	44,50	35,60	NE
	492	1,3940431	2,765	1501,50	1487,40	407,20	292,10	SE
	493	1,4537402	4,617	1534,60	1526,40	147,70	101,60	S
	494	1,3091090	5,716	1525,80	1505,70	263,00	200,90	SE
	495	1,2060738	7,175	1550,80	1539,20	111,20	92,20	SE
	496	1,2916667	10,350	1569,00	1559,80	65,10	50,40	SW
	497	1,1101928	3,313	1557,90	1555,80	40,30	36,30	SE
	498	1,0733333	0,191	1556,20	1556,00	64,40	60,00	NE
	499	1,1474820	-7,788	1577,20	1581,00	31,90	27,80	NE
	500	1,2302772	-8,613	1578,40	1585,50	57,70	46,90	NE
	501	1,3629630	6,763	1596,20	1591,40	55,20	40,50	NE
	502	1,3650000	8,535	1614,10	1611,10	27,30	20,00	SW
	503	1,2601351	7,890	1619,90	1615,80	37,30	29,60	SW
	504	1,0689655	5,175	1621,30	1619,20	24,80	23,20	SW
	505	1,1533546	71,925	1621,50	1525,80	36,10	31,30	NE
	506	1,0910180	6,019	1540,40	1531,60	91,10	83,50	SW
	507	1,2170819	20,141	1543,70	1533,40	34,20	28,10	NE
Område 15	508	1,2111111	11,774	1249,90	1212,40	218,00	180,00	SW
	509	1,7048193	8,738	1217,50	1212,40	56,60	33,20	SW
	510	1,2410072	7,433	1246,00	1231,50	138,00	111,20	S
	511	1,3945783	9,579	1239,60	1228,40	92,60	66,40	S
	512	1,8886311	9,747	1192,40	1185,00	81,40	43,10	S
	513	1,1840228	7,548	1167,60	1111,90	498,00	420,60	SE
	514	1,0880759	11,458	1250,90	1221,00	160,60	147,60	S
	515	1,1103286	7,757	1228,50	1222,70	47,30	42,60	SE
	516	1,1653666	7,733	1231,40	1222,70	74,70	64,10	SE
	517	1,0897119	7,923	1241,90	1225,00	132,40	121,50	SE
	518	1,1843725	18,711	1599,30	1472,80	442,60	373,70	NE
	519	1,1383095	27,453	1515,60	1468,30	103,70	91,10	NE
	520	1,4845758	11,202	1487,00	1471,60	115,50	77,80	NE
	521	1,4345238	8,190	1463,40	1448,90	144,60	100,80	N
	522	1,5033113	9,221	1459,10	1449,30	90,80	60,40	N
	523	1,4270073	9,738	1453,90	1439,80	117,30	82,20	NW
	524	1,3627451	12,956	1438,30	1412,50	152,90	112,20	NW
	525	1,2255034	4,178	1396,80	1369,60	456,50	372,50	NW
	526	1,4062078	3,477	1368,20	1363,70	104,20	74,10	NW
	527	1,8207381	3,020	1369,40	1366,40	103,60	56,90	W

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

528	1,7438424	3,947	1364,50	1363,10	35,40	20,30	W	
529	1,4358974	5,786	1365,00	1357,10	112,00	78,00	W	
530	1,2846847	6,683	1364,60	1358,10	71,30	55,50	NW	
531	1,6265912	2,836	1359,50	1356,00	115,00	70,70	SW	
532	1,7825112	5,128	1356,50	1352,50	79,50	44,60	SW	
533	1,4679912	6,926	1335,90	1330,40	66,50	45,30	W	
534	1,1029252	6,079	1713,90	1674,60	407,20	369,20	NE	
535	1,1179012	16,024	1750,70	1704,20	181,10	162,00	NE	
536	1,1422222	10,086	1706,50	1698,50	51,40	45,00	NE	
537	1,0711078	10,687	1707,20	1682,00	143,10	133,60	NE	
538	1,1566901	9,696	1694,80	1685,10	65,70	56,80	NE	
539	1,1466006	12,814	1701,20	1669,10	161,90	141,20	NE	
540	1,1075612	11,884	1716,40	1676,90	208,00	187,80	NE	
541	1,0773333	13,068	1689,70	1672,30	80,80	75,00	NE	
542	1,1030641	12,447	1711,00	1671,40	198,00	179,50	NE	
543	1,1553931	14,609	1685,70	1657,20	126,40	109,40	NE	
544	1,1747292	14,771	1687,40	1650,90	162,70	138,50	NE	
545	1,1303595	13,123	1706,50	1652,70	261,00	230,90	NE	
546	1,3055556	6,343	1544,00	1538,00	70,50	54,00	SE	
547	1,6042553	9,309	1543,90	1536,20	75,40	47,00	S	
548	1,5384615	5,109	1544,10	1536,20	136,00	88,40	S	
549	1,4147287	2,960	1544,50	1540,50	109,50	77,40	SW	
550	1,1196237	4,919	1552,20	1545,80	83,30	74,40	S	
551	1,1317829	5,537	1553,30	1545,80	87,60	77,40	S	
552	1,1159844	5,791	1555,60	1545,20	114,50	102,60	S	
553	1,9850187	4,393	1556,30	1552,20	106,00	53,40	SW	
554	1,7175325	4,920	1578,50	1573,20	105,80	61,60	SW	
555	1,7633873	4,559	1590,90	1571,70	424,80	240,90	SW	
556	1,2389277	5,925	1577,10	1568,20	106,30	85,80	SW	
557	1,1041096	11,316	1600,40	1593,10	40,30	36,50	S	
558	1,2181373	9,193	1592,70	1586,10	49,70	40,80	S	
Fanaråken	559	1,4666667	3,05443	1554,4	1552,8	44	30	N
560	1,1120219	5,892	1553,90	1538,50	162,80	146,40	E	
561	1,1568323	6,075	1552,70	1540,70	149,00	128,80	E	
562	1,1148649	7,700	1570,00	1568,00	16,50	14,80	NE	
563	1,4545455	6,332	1570,00	1566,20	80,00	55,00	NE	
564	1,4522576	4,910	1572,00	1560,40	196,20	135,10	NE	
565	1,2890205	0,309	1559,70	1559,60	47,90	37,16	N	
566	1,3939337	6,218	1618,00	1560,00	739,90	530,80	NE	
567	1,0942197	15,021	1620,00	1569,80	94,65	86,50	E	
568	1,0720974	10,456	1631,00	1591,60	229,00	213,60	NE	
569	1,1037037	7,348	1599,70	1582,30	149,00	135,00	NE	
570	1,1734838	8,507	1633,00	1623,30	83,20	70,90	NE	
571	1,5444015	7,700	1625,50	1618,50	80,00	51,80	N	
572	1,5657895	7,500	1617,00	1615,70	23,80	15,20	N	
573	1,5523810	5,984	1616,80	1614,70	32,60	21,00	N	
574	1,6163611	9,768	1614,80	1602,60	114,60	70,90	N	
575	1,7879310	9,787	1604,40	1594,80	103,70	58,00	N	
576	1,1810127	8,002	1580,90	1568,70	93,30	79,00	N	
577	1,3725000	5,713	1578,00	1570,00	109,80	80,00	N	
578	1,5719064	6,175	1578,00	1568,30	141,00	89,70	N	
579	1,6701209	6,213	1583,00	1576,70	96,70	57,90	N	
580	1,2046444	6,133	1593,60	1585,60	83,00	68,90	N	
581	1,0878477	5,689	1592,40	1585,40	74,30	68,30	N	
582	1,1580420	6,387	1593,40	1586,20	82,80	71,50	N	
583	1,8467812	5,494	1593,00	1589,70	63,40	34,33	N	
584	1,1843434	0,868	1578,60	1577,50	46,90	39,60	E	
585	1,1023739	1,276	1579,00	1577,50	74,30	67,40	E	
586	1,0952381	0,955	1580,00	1579,30	46,00	42,00	E	
587	1,0955556	3,657	1571,50	1560,00	197,20	180,00	E	
588	1,0909091	5,345	1557,80	1554,20	42,00	38,50	E	
589	1,0192308	24,070	1569,50	1537,00	74,20	72,80	N	
590	1,0276596	20,700	1607,00	1536,00	193,20	188,00	N	
591	1,2321429	20,492	1558,80	1533,70	82,80	67,20	N	
592	1,2245902	21,974	1560,60	1536,00	74,70	61,00	N	
593	1,1299435	17,859	1579,00	1522,00	200,00	177,00	N	
594	1,0588235	19,824	1549,50	1525,00	72,00	68,00	N	
595	1,1743119	18,523	1557,50	1521,00	128,00	109,00	N	
596	1,4539007	16,222	1568,00	1527,00	205,00	141,00	N	
597	1,1571429	21,459	1507,50	1480,00	81,00	70,00	N	
598	1,1739130	19,189	1501,00	1477,00	81,00	69,00	N	

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

599	1,3840000	21,217	1520,00	1471,50	173,00	125,00	N
600	1,4256198	19,152	1516,00	1474,00	172,50	121,00	N
601	1,2482270	18,991	1523,00	1474,50	176,00	141,00	N
602	1,2599278	19,677	1522,50	1473,00	174,50	138,50	N
603	1,1286982	17,111	1494,80	1474,00	76,30	67,60	N
604	1,3523316	17,007	1506,30	1476,80	130,50	96,50	N
605	1,1898734	16,907	1507,00	1483,00	94,00	79,00	N
606	1,5555556	0,000	1483,00	1483,00	14,00	9,00	N
607	1,4327731	7,543	1483,30	1477,00	68,20	47,60	N
608	1,1948052	11,745	1502,00	1486,00	92,00	77,00	N
609	1,2121212	11,149	1502,00	1495,50	40,00	33,00	N
610	1,5116279	13,729	1495,50	1485,00	65,00	43,00	N
611	1,1250000	17,363	1527,50	1520,00	27,00	24,00	NE
612	1,1000000	10,487	1515,40	1508,00	44,00	40,00	NE
613	1,7631579	13,331	1516,00	1507,00	67,00	38,00	NE
614	1,6800000	9,095	1500,00	1496,00	42,00	25,00	NE
615	1,2865854	10,033	1551,00	1522,00	211,00	164,00	NE
616	1,6203704	10,497	1522,00	1502,00	175,00	108,00	NE
617	1,3441150	12,371	1526,10	1501,70	149,60	111,30	NE
618	1,5128205	11,598	1526,00	1502,00	177,00	117,00	NE
619	1,3864916	9,798	1529,40	1520,20	73,90	53,30	NE
620	1,1039604	8,729	1550,00	1519,00	223,00	202,00	NE
621	1,1208054	8,026	1547,00	1526,00	167,00	149,00	NE
622	1,3013699	11,806	1524,10	1518,00	38,00	29,20	NE
623	1,3018868	8,376	1556,00	1517,00	345,00	265,00	NE

Vedlegg 5 – Kontrollmålinger

Tabell 9.6. Kontrollmålinger, Sunniva

Sunniva, begynner målingene ved elvas laveste punkt og måler oppover						
Elv 1						
Dag:	Lengde	Luftlengde	Sinusitet	Høyde_oppe	Høyde_nede	
1	212,50	146,50	1,45	1526,90	1471,50	
2	174,82	125,30	1,40	1520,00	1471,50	
3	179,50	128,10	1,40	1520,00	1471,50	
4	197,20	131,80	1,50	1520,00	1471,50	
5	204,70	143,20	1,43	1523,10	1471,50	
Snitt	193,74	134,98	1,44	1522,00	1471,50	
Varianse	261,19	87,86	0,00			
median	197,20	131,80	1,43			
Standardavvik	16,16	9,37	0,04			
Standard feil	7,23	4,19	0,02			
Stdavvik%	3,73 %	3,11 %	1,30 %			
Elv 2						
1	74,70	59,50	1,25	1494,80	1474,00	
2	74,90	63,30	1,18	1498,30	1474,00	
3	60,80	50,30	1,21	1491,30	1474,00	
4	70,60	55,20	1,28	1494,80	1474,00	
5	71,50	58,10	1,23	1494,80	1474,00	
Snitt	70,50	57,28	1,23	1494,80	1474,00	
Varianse	33,03	23,72	0,00			
median	71,50	58,10	1,23			
Standardavvik	5,75	4,87	0,04			
Standard feil	2,57	2,18	0,02			
Stdavvik%	3,65 %	3,80 %	1,38 %			

Tabell 9.7. Kontrollmålinger, Andreas

Andreas, begynner på elvas høyeste punkt og måler nedover						
Elv 1						
Dag:	Lengde	Luftlengde	Sinusitet	Høyde oppe	Høyde nede	
1	193,70	143,20	1,35	1527,40	1471,50	
2	206,10	147,00	1,40	1527,40	1471,50	

Bacheloroppgave i Geologi og geofare 2014

	3	201,90	147,30	1,37	1526,90	1471,50
	4	199,00	150,80	1,32	1527,40	1471,50
	5	194,00	145,95	1,33	1527,40	1471,50
Snitt		198,94	146,85	1,35	1527,30	1471,50
Varianse		27,97	7,49	0,00		
median		199,00	147,00	1,35		
Standardavvik		5,29	2,74	0,03		
Standard feil		2,37	1,22	0,01		
Stdavvik%		1,19 %	0,83 %	1,06 %		
Elv 2						
	1	152,80	133,60	1,14	1517,50	1474,00
	2	158,90	132,50	1,20	1517,50	1474,00
	3	152,10	130,20	1,17	1517,50	1474,00
	4	156,70	130,60	1,20	1517,50	1474,00
	5	162,50	132,00	1,23	1517,50	1474,00
Snitt		156,60	131,78	1,19		
Varianse		18,70	1,94	0,00		
median		156,70	132,00	1,20		
Standardavvik		4,32	1,39	0,03		
Standard feil		1,93	0,62	0,02		
Stdavvik%		1,23 %	0,47 %	1,29 %		

Tabell 9.8. Kontrollmålingar, Karin

Karin, begynner målingene ved elvas laveste punkt og måler oppover						
Elv 1						
Dag:		Lengde	Luftlengde	Sinusitet	Høyde oppe	Høyde nede
	1	182,00	151,40	1,20	1526,90	1471,50
	2	189,70	146,80	1,30	1526,90	1471,50
	3	207,80	147,30	1,41	1526,90	1471,50
	4	249,50	147,70	1,68	1527,00	1471,50
	5	278,00	147,30	1,89	1526,90	1471,50
Snitt		221,40	148,10	1,50		
Varianse		1683,85	3,50	0,08		
median		207,80	147,30	1,41		
Standardavvik		41,03	1,87	0,28		
Standard feil		18,35	0,84	0,13		
Stdavvik%		8,29 %	0,57 %	8,49 %		
Elv 2						
	1	76,00	56,80	1,34	1494,80	1474,00
	2	75,40	57,30	1,30	1494,80	1474,00
	3	73,70	55,60	1,32	1494,80	1474,00
	4	94,20	56,00	1,64	1494,80	1474,00
	5	99,80	54,30	1,84	1494,80	1474,00
Snitt		83,82	56,00	1,49		
Varianse		149,39	1,35	0,06		
median		76,00	56,00	1,34		
Standardavvik		12,22	1,16	0,24		
Standard feil		5,47	0,52	0,11		
Stdavvik%		6,52 %	0,93 %	7,25 %		

Vedlegg 6 – Resultat av test på om sinusitet auker nedstrøms

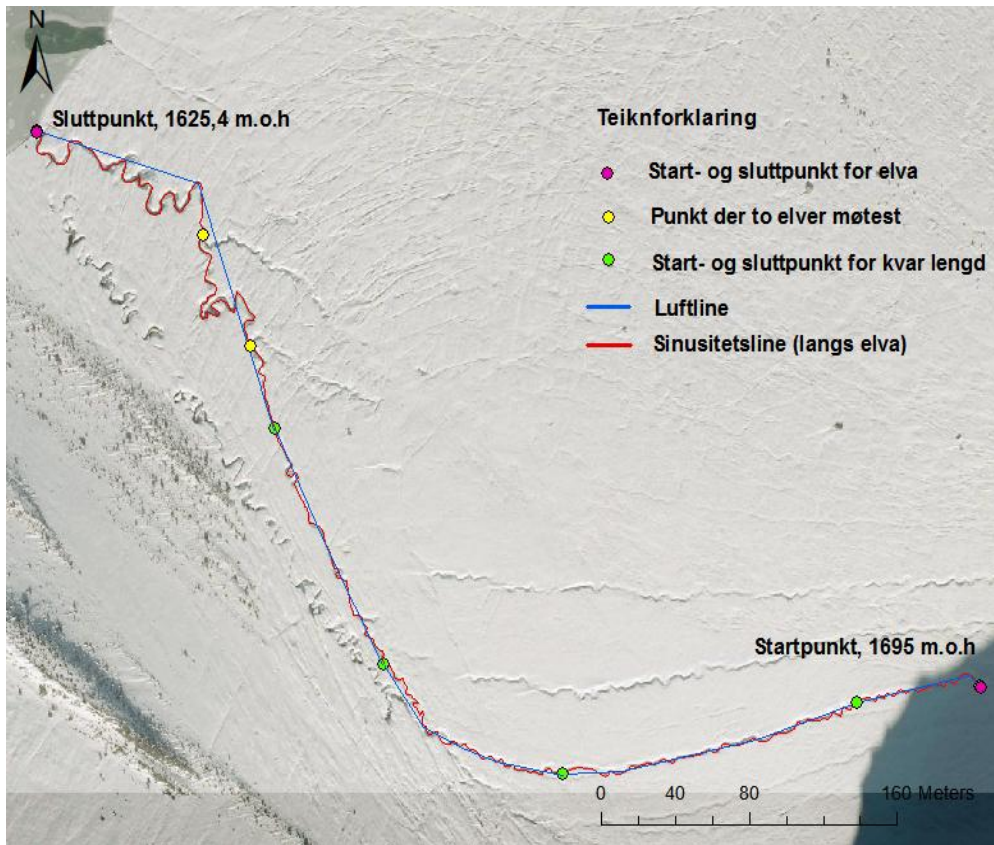
Det er mogleg at dersom eit bilete er for dårleg til å sjå heile elva og berre eit lite utdrag av elva er målbar (til dømes overliggende snødekke), vil dette påverke sinusitetsresultatet og statistikk. I figur 9.4 er det forklart metoden. Elva vart først målt, frå der elva starta, nedstrøms fram til eit punkt (1. lengd) og sinusitet vart utrekna. Deretter fortsatte ein å måle fram til neste punkt (2. lengd), denne vart addert med 1. lengd, og sinusiteten utrekna (for 1. lengd + 2. lengd). Slik kunne ein sjå om sinusiteten vart høgare til lenger del av elva vart målt. Testen vart gjort på tre elvar på ulike brear.

Testane viste ein tendens til at sinusiteten auka nedstrøms (figur 9.5 – 9.7), noko som indikerar at når to elvar møtast, og vassføringa aukar, so aukar også meanderane, frå 1,19 i fjerde lengd til 1,38 i femte og sise lengd. (Benn & Evans, 2013, s.63) har sagt at elvemeander utviklar seg over tid. Då

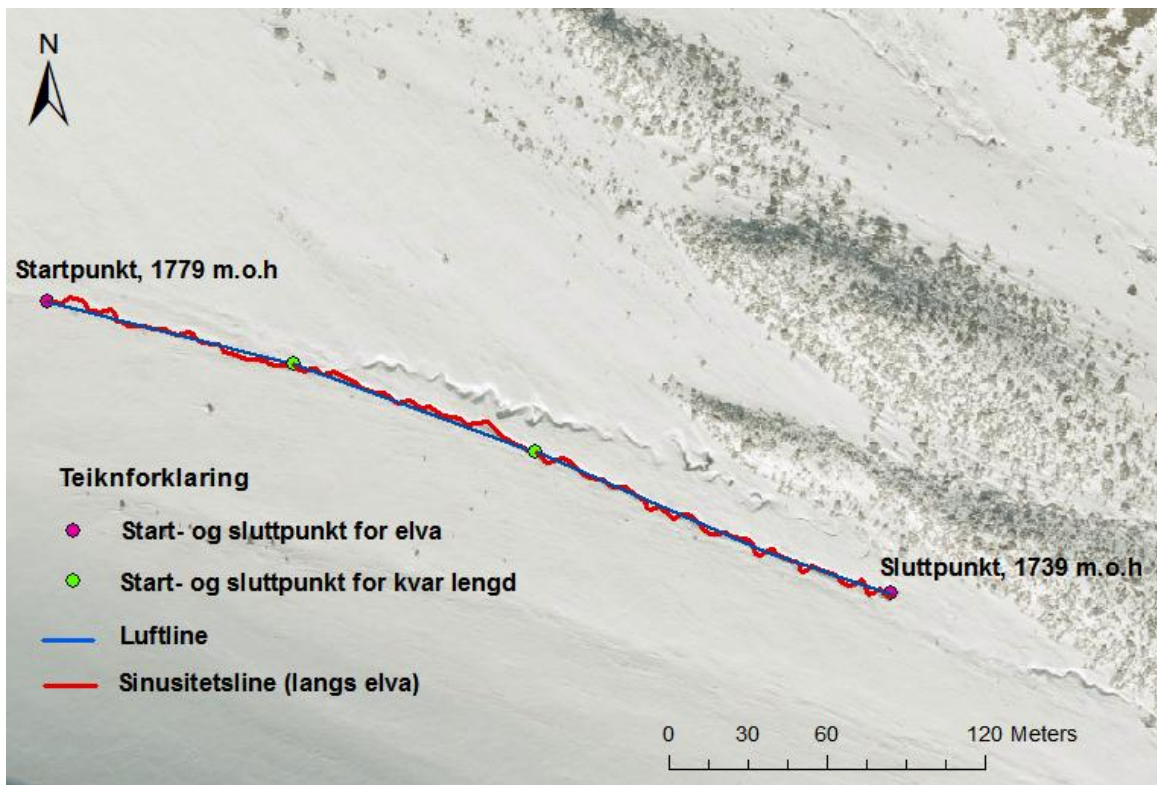
meanderane er godt utvikla er det grunn til å tru at dette er eit elveløp som er nytta frå sesong til sesong.



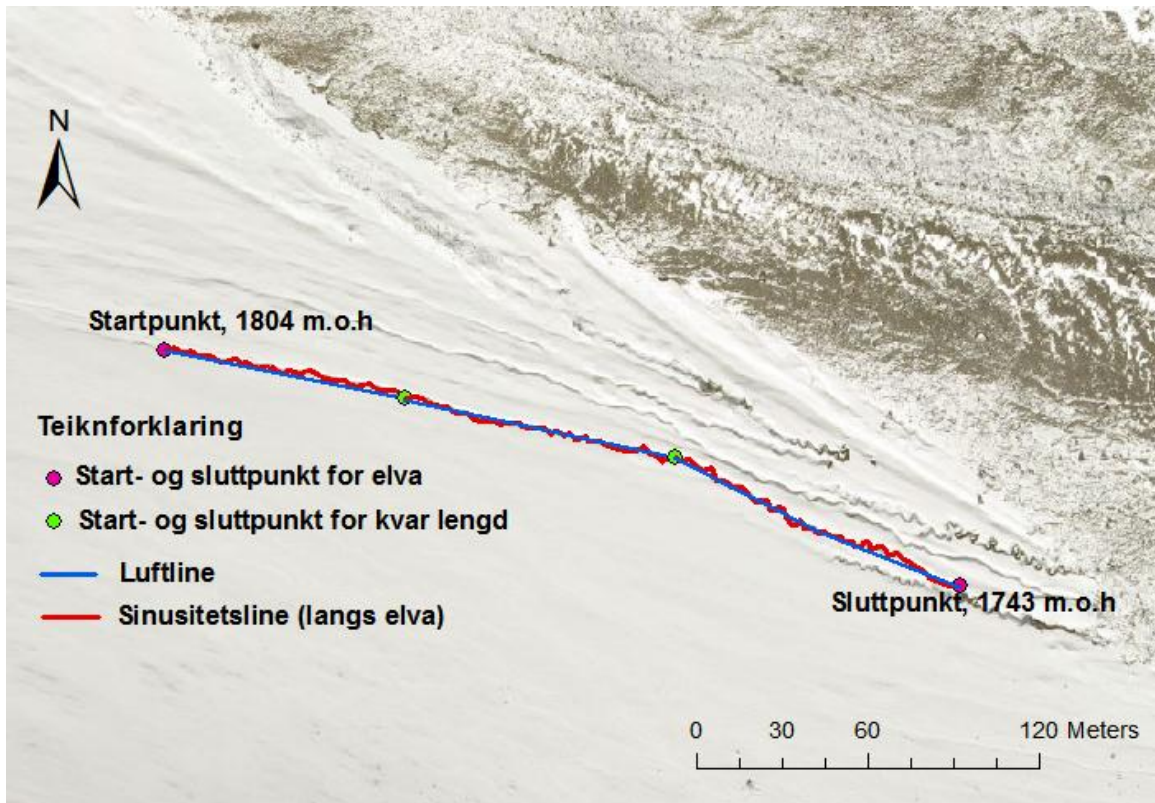
Figur 9.4. Elva blei delt opp i flere lengder der lengde 2 var 2. + 1. lengde og lengde 3 var 1. + 2. + 3. osv.



Figur 9.5. Smørstabbtindbreen. Samla lengd for elva er 977 m. Det er tydelig større meandere i siste (femte) lengde.



Figur 9.6. Heksetebreen. Samla lengd for elva er 327,5 m



Figur 9.7. Styggebrean (Galdhøpiggen). Samla lengd for elva er 378 m.

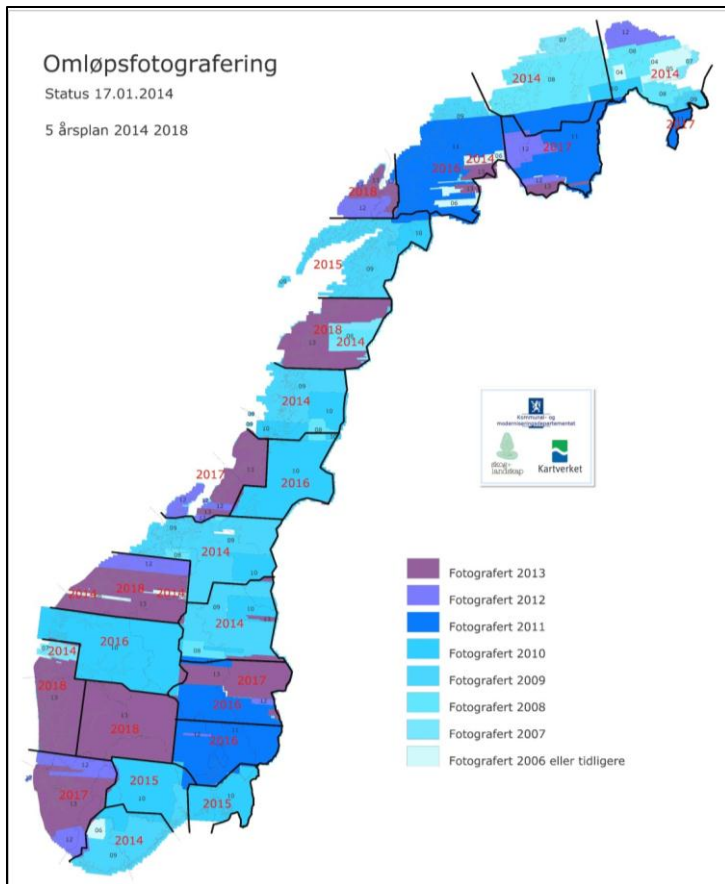
Vedlegg 7 – Korleis breen har beveg seg iløpet av tre år, og at det føreligg planar for å oppdatere flyfoto

Figuren under viser elv A slik den ser ut på flyfoto frå 2010 og GPS-målingane frå feltundersøkinga. Det viser at elvelaupa endrer seg frå år til år og at derfor er lurt å gjere feltundersøkingar i samband med ny fotografering.



Figur 9.8. Målingar i ArcMap i forhold til i feltarbeid. Raud linje er slik elva såg ut i august 2013 målt med GPS-tracking, blå linje er slik elva såg ut på flyfotoet frå 2010, (norgebilder.no, 2010)

Figur 9.8 viser når kartverket har planar for oppdateringar av sine data. Vidare opplyser dei at fotograferinga vil bli gjentatt i regelmessige intervallar på 5-10 år avhengig av område (Kartverket, 2014)



Figur 9.9 Oppdateringsplanar for omløpsfotografering/orotofoto

Vedlegg 8 – Figurliste

Figur 2.1. Oversiktskart over studieområde. Gul firkant representerar området med flyfoto som vart brukt i databasen. Raud firkant representerar område der feltarbeidet vart gjort, Fannaråkbreen.

Figur 3.1. Sinusiteten til ei elv = elvelengd / luftlinje

Figur 3.2. I denne oppgåva er det fokus på sinusiteten til meanderane, ikkje korleis heile elva kan slyngje seg etter topografien til breen. Ein meir riktig sinusitet med omsyn på meander, kan bli berekna ved å dele elva opp i kortare delar når luftlengd blir målt.

Figur 3.3. Sunniva held styr på målebandmålingane av sinusitet i elv B. Det gule målebandet legg seg fint med straumen.

Figur 3.4. Raud linje er lengda og retning på kvar sving slik dei vart målt. Vinkelmålingane starta i botnen av elva og gjekk oppover. Dei blå pilene viser korleis kompasskursen blei teken i forhold til nord.

Figur 3.5. Målestasjonen oppe over elv A. To plastikkryør bora ned på kvar side av elva med ei tverrstang over, sett nordover mot Prestesteinsvatnet.

Figur 3.6. Modell for målestasjonene med alle målelengdenelengdene, bortsett fra bredda på elva (L7).

Figur 3.7. Utstyr som vart brukt under feltarbeid. Legg merke til dei kvite røyra midt i bilete som er bøygd. Kofferten inneheld hastighetsmålaren (figur 3.8).

Figur 3.8. Karin syter for at hastighetsmålingane vert tekne riktig, medan Sunniva noterar og held tida.

Figur 3.9. Døme frå område 7 (sjå figur 2.3), Veobreen, sør for Glittertind. Elv nr. 14 er merka og «properties»-boksen nede i venstre hjørne viser elvelengd og lokalisasjon.

Figur 3.10. Kontrollmålingar frå elv 1 og 2 som Karin gjorde på dag tre. Dette er dei same elvane som på figur 2.3

Figur 3.11. $S = \sin X = \Delta h / L$

Figur 3.12. Sinusiteten, $P = \Delta l / L$

Figur 3.13. Tverrsnitt med trendlinje og funksjon av trendlinja til den øvre målestasjonen i elv A. Svart linje er ei trendelinje til tverrsnittsarealet. Trendlinja har ein funksjon, $y = 0,30dx = \text{ca. tverrsnittsarealet}$.

Figur 4.1. Døme frå målestasjonen nede ved elv A, L2. Den blå heiltrukne linja mellom punkta er ujamn, dette kan indikere at plukking er ein aktiv mekanisme i erosjonsprosessen. Svart linje viser «best fit» trendlinje. I formelen (y) er stigningstalet cm/døgn.

Figur 4.2. L1a og L1b for øvre målestasjon ved elv A. Breoverflata har smelta ned mellom $\sim 1,7$ og $\sim 0,7$ cm/døgn.

Figur 4.3. L1a og L1b for nedre målestasjon ved elv A. Trendane (svarte linjer) viser ei nedsmelting overflata av isbreen på om lag 2 cm/døgn.

Figur 4.4. L1a og L1b for nedre målestasjonen ved elv B. L1a, den blå linja indikerar 12 cm nedsmelting på om lag 34 timar. Samanlikning av L1 a og b indikerar også at sidene på elva har smelta ned med ulik hastigheit.

Figur 4.5. L1a og L1b for øvre målestasjonen ved elv B. Også her indikerar linjene ulik smeltehastigheit på kvar side av elva.

Figur 4.6. Blå linje viser $(a-i=((L1a+L1b)/2)-L2)$. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er trendlinja til friksjonssmelteraten. Nedskjering i elvebana er i dette tilfelle lågare enn smelting på breoverflata rundt.

Figur 4.7. Botnen av elvelaupet skjer ned meir enn breflata omtrent 0,47 cm/døgn raskare enn breoverflata. Blå linje viser $(a-i=((L1a+L1b)/2)-L2)$. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er trendlinja til friksjonssmelteraten.

Figur 4.8. Trendlinja viser ei minkning i elvebana i forhold til breoverflata. Blå linje viser $(a-i=((L1a+L1b)/2)-L2)$. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.

Figur 4.9. Trendlinja er også her minkande, det vil sei at breoverflata smeltar 0,07 cm raskare enn botnen av elvelaupet per dag. Blå linje viser $(a-i=((L1a+L1b)/2)-L2)$. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svartlinje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.

Figur 4.10. Grafane etter modell 3. Elv A, målestasjon oppe. Blå linje viser lengda frå tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva (L2). Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane (tabell 4.1).

Figur 4.11. Grafane etter modell 3. Elv A, målestasjon nede. Blå linje viser lengda frå tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva (L2). Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane (tabell 4.1).

Figur 4.12. Elv B, målestasjon oppe. Blå linje viser lengda (L2) fra tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.

Figur 4.13. Elv B, målestasjon nede. Blå linje viser lengda (L2) fra tverrpinnen på målestasjonane ned til botnen av elva. Den svarte linja utan markørar er trendlinja til den blå linja. Svart linje med raude markørar i endane er linja til utrekningane.

Figur 4.14. Elva ser ut til å bli smalare under måleperioda både for elv A og elv B. Dette kan tyde at smeltesesongen er på veg mot slutten og elveutviklinga er lita i forhold til breoverflata.

Figur 4.15. Hastigheitsmålingar for alle målestasjonane, (27.08.13-29.08.13)

Figur 4.16. Ulike måtar å tolke ei elv på. Raud linje er tolka på dag 1 (185,2 m). Grøn linje er tolka på dag 2 (237,0 m). Blå linje er luftlinje målt til å vere den same begge dagane (140,3 m)(ArcMap).

Figur 4.17. Gjennomsnittelg ArcMap-målingar +/- standardavvik (0,211081), og kor feltnings-verdien ligg i forhold.

Figur 4.18. Antal elver i ulike himmelretningar (RStudio).

Figur 4.19. GPS-trackingen gjort i felt, flyfoto og korleis vatnet akkumulerer i straumar i ArcMap.

Figur 5.1. Målingene burde bli tatt frå toppen av røyra ettersom det er letteare å forhalde seg til enn midten på røyra.

Figur 5.2. Fordelen med to markerte tverrstenger (blå måling) i forhold til ei markert tverrstang (grøn måling).

Figur 5.3. Vinkelmålingane burde vore gjort slik den gule streken er teikna inn, den raude streken demonstrerer slik det vart gjort i felt.

Figur 5.4. Elv B viser berre så vidt sør for punktet Vinkelmålingar start.

Figur 5.5. Skilnaden på ei distanse gått fram og tilbake på nøyaktig same løype.

Figur 5.6. Skilnad i resultat mellom den totale sinusiteta og snittet av fleire sinusitetar

Figur 5.7. Korleis ein trur elvar i slakk og bratt helling eroderar.

Figur 5.8. Utviklinga av meander i bratt og slakk helling.

Figur 5.9. Forskjell på luftlinje prinsipp. Det er ikkje alltid luftlinja har blitt målt som den blå, men heller ein mellomting av den grønne og den blå. Dette kan gjere det vanskeleg å påvise korrelasjonar.

Figur 9.1. Veir under feltarbeid, 27.08.13 (xgeo.no)

Figur 9.2. Veir under feltarbeid, 28.08.13 (xgeo.no)

Figur 9.3. Veir under feltarbeid, 29.08.13 (xgeo.no)

Figur 9.4. Elva blei delt opp i flere lengder der lengde 2 var 2. + 1. lengde og lengde 3 var 1. + 2. + 3. osv.

Figur 9.5. Smørstabbtindbreen. Samla lengd for elva er 977 m. Det er tydelig større meandere i siste (femte) lengde.

Figur 9.6. Heksetebreen. Samla lengd for elva er 327,5 m

Figur 9.7. Styggebreen (Galdhøpiggen). Samla lengd for elva er 378 m.

Figur 9.8. Målingar i ArcMap i forhold til i feltarbeid. Raud linje er slik elva såg ut i august 2013 målt med GPS-tracking, blå linje er slik elva såg ut på flyfotoet frå 2010, (norgebilder.no, 2010)

Figur 9.9 Oppdateringsplanar for omløpsfotografering/orotofoto

Vedlegg 9 – Tabelliste

Tabell 3.1. Tala brukt under utrekninga av i , oppe ved elv A ca kl 16.30 onsdag 28.08.13. Talet for latent varme og tettleik er henta frå Smeltevarme, 2009 og P. A. Shumskiy, 1960.

Tabell 4.1. Teoretisk utrekning (i) av friksjonssmelterata for alle målestasjonane samt stigningstalet til trendlinja for feltmålingane.

Tabell 4.2. Målestasjon nede ved elv A. Lengda frå tverrstang på målestasjonen og ned til elvebotnen (L2) og målingane frå tverrstanga og ned til breoverflata på sidene av elva (L1a og L1b) målt i cm.

Tabell 4.3. Temperaturar i observasjonsperioden på Sognefjellshytta og Fannaråken (2068 m.o.h) (NRK og Meteorologisk institutt)

Tabell 4.4. Luftlengd, elvelengd, snittet og medianen til sinusitetar målt med målebandsmålingar på elv A og B er vist i denne tabellen. Elv B viste ikkje på flyfotoa i ArcMap og difor ikkje representert.

Tabell 4.5. Døme på databas., (Full database ligg under vedlegg 4).

Tabell 4.6. Sinusitet elv 1 og elv 2

Tabell 4.7. Relativt standardavvik for sinusitet

Tabell 4.8. Avvik mellom Sunniva, Andreas og Karin sine målingar.

Tabell 4.9. Avvik mellom alle målingane og kvar enkelt i databasen.

Tabell 4.10. P-verdi og rho-verdi, Rstudio.

Tabell 4.11. Resultat for totalt nedslagsfelt på Fannaråkbreen.

Tabell 4.12. Resultat for totalt nedslagsfelt på Styggebreen.

Tabell 9.1. Elv A øvre målestasjon

Tabell 9.2. Elv A nedre målestasjon

Tabell 9.3. Elv B øvre målestasjon

Tabell 9.4. Elv B nedre målestasjon

Tabell 9.5. Database

Tabell 9.6. Kontrollmålingar, Sunniva

Tabell 9.7. Kontrollmålingar, Andreas

Tabell 9.8. Kontrollmålingar, Karin

Vedlegg 10 – Forslag til forbedringer og endringer

Målestasjoner:

1. Borre stasjonane djupare ned i isen
2. Ha ei kontrollstang som går «kjempedjupt» å samanlikne stasjonen med.
3. Bruke material som er lite varmeleiande, beint, lyst/kvitt og lett.
4. Ein person bør ha ansvar for kvar målemetode
5. Det bør vera utarbeidd ein standard for korleis målingane vert gjennomført og om mogeleg markert nøyaktig kor dei skal takast.

Sinusitet og vinkelmålingar:

1. Markere start, slutt og 30 meterspunkt som det første ein gjer.
2. Måle mange elver. Gjerne på fleire brear slik at dei kan samanliknast med databasen (korreksjonar)
3. Gjennomføre i samband med nye flybilete

Database:

1. Alle måler dei same elvene.
2. Utvikle ein standard for korleis ein skal måle luftline.
3. Få flyfoto frå før første snøfall.
4. Skaffe DEM-filer med høgare oppløysing og ny dato.