

Og bild for Alting ei Dig ind at Flommen
I Høst og Vaar forandrer din Natur;
Du bliver jo ligefuldt en stenet Ur,
Naar din normale Tid igjen er kommen!

Fra Henrik Ibsen "I billedgalleriet"

Forord

Sammendrag

Abstract

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introduksjon og tilnærming til oppgaven | 9 |
| 1.1 | Introduksjon | 9 |
| 1.2 | Introduksjon til studieområdet | 10 |
| 1.2.1 | Valg av feltområde | 10 |
| 1.2.2 | Områdebeskrivelse | 12 |
| 1.2.3 | Geologien i området | 14 |
| 1.2.4 | Tidligere arbeid i området | 16 |
| 1.3 | Dagens klima | 16 |
| 1.4 | Problemstilling | 18 |
| 1.5 | Kartgrunnlag | 19 |
| 2 | Kartlegging av området | 21 |
| 2.1 | Introduksjon | 21 |
| 2.2 | Kvartærgeologisk kartlegging | 21 |
| 2.3 | Fluvial kartlegging | 22 |
| 2.3.1 | Dreneringsbassenget til Sagbekken | 22 |
| 2.3.2 | Shreve | 23 |
| 2.3.3 | Strahler | 23 |
| 2.3.4 | Bifurkasjonsraten | 25 |
| 3 | Paleohydrologiske studier av innsjøsedimenter | 27 |
| 3.1 | Introduksjon | 27 |
| 3.2 | Teoretisk tilnærming | 27 |
| 3.3 | Valg av innsjø | 28 |
| 3.4 | Stratigrafien i Butjønn | 28 |
| 3.5 | Kjerneprøvetaking | 29 |
| 3.6 | Metoder | 30 |
| 3.6.1 | Glødetapsanalyse | 30 |
| 3.6.2 | Magnetisk susceptibilitet | 31 |
| 3.6.3 | Prøvenes tetthet | 33 |
| 3.6.4 | Radiokarbon dateringer | 33 |
| 3.7 | Gjentaksintervall | 34 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4 | Elvegeometri | 37 |
| 4.1 | Introduksjon | 37 |
| 4.2 | Generelle faktorer involvert | 38 |
| 4.3 | Valg av lokalitet | 38 |
| 4.4 | Noen hydrologiske definisjoner | 41 |
| 4.5 | Flommerker | 42 |
| 4.5.1 | Bakevjer | 43 |
| 4.5.2 | Merker på trær og busker | 44 |
| 4.5.3 | Materiale fraktet med vannet | 45 |
| 4.5.4 | Bøyd vegetasjon langs elveløpet | 46 |
| 4.6 | Metode for innsamling og måling av sedimenter på elvebunnen | 47 |
| 4.7 | Metode for måling av helningen på elven | 48 |
| 4.8 | Metode for bestemmelse av gjennomsnittsdybden | 50 |
| 4.9 | Metoder for bestemmelse av Mannings n | 52 |
| 4.9.1 | Bestemming av n ved bruk av Cowans prosedyre | 52 |
| 4.9.2 | Bestemmelse av n ved bruk av matematiske beregninger | 54 |
| 4.10 | Beregning av strømhastigheten | 57 |
| 4.10.1 | Strømhastigheten | 58 |
| 4.11 | Den maksimale avrenningen | 59 |
| 4.12 | Bruk av Shields diagram for å beregne Sagbekkens kompetanse | 60 |
| 4.12.1 | Beregning av kompetansen | 61 |
| 4.13 | Oppsummering | 65 |
| 5 | Analyse av sedimentkjernene | 67 |
| 5.1 | Introduksjon | 67 |
| 5.2 | Sedimentkjernenes lokalitet i Butjønn | 67 |
| 5.3 | Behandling av sedimentkjernene | 67 |
| 5.3.1 | Butjønn 1 | 70 |
| 5.3.2 | Butjønn 2 | 70 |
| 5.4 | Analysene av Butjønn 1 og 2 | 71 |
| 5.4.1 | Logg og glødetap for Butjønn 1 | 71 |
| 5.4.2 | Logg og glødetap for Butjønn 2 | 73 |
| 5.4.3 | Karbonatinnhold i Butjønn 1 | 76 |
| 5.4.4 | Magnetisk susceptibilitet i Butjønn 2 | 76 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 5.4.5 | Tetthet Butjønnna 2 | 77 |
| 5.5 | Sammenligning av Butjønnna 1 og Butjønnna 2 | 77 |
| 5.6 | Oppsummering | 80 |
| 6 | Sagbekken – hvor renner den? | 81 |
| 6.1 | Introduksjon | 81 |
| 6.2 | Utvikling av elveterrasser langs Sagbekken | 82 |
| 6.3 | Sedimenttransport | 83 |
| 6.4 | Tuedannelse som markør for inaktive eller relikte elveløp | 85 |
| 6.5 | Elvevifter | 87 |
| 6.5.1 | Elveviften ved Sagbekken | 88 |
| 6.6 | Forandringer i Sagbekkens elveløp | 89 |
| 6.7 | Oppsummering | 91 |
| 7 | Sagbekkens flomhistorie | 92 |
| 7.1 | Introduksjon | 92 |
| 7.2 | Dateringer | 92 |
| 7.3 | Aldersmodell | 92 |
| 7.3.1 | Har Sagbekken hatt det samme elveløpet de siste 9500 årene? | 98 |
| 7.4 | Gjentaksintervall | 98 |
| 7.5 | Sagbekkens flomhistorie | 99 |
| 7.6 | Sammenligning av Atnsjøen og Butjønnna | 101 |
| 7.7 | Nedbør og flomhyppighet i dag | 103 |
| 7.8 | Oppsummering og konklusjon | 105 |
| 8 | Konklusjon | 106 |
| 9 | Litteraturliste | 109 |

Appendiks

Forord

Mangt kan sies om skriving av hovedfagsoppgave, men det er vanskelig å fullføre et hovedfag uten hjelp fra andre og visse nødvendige hjelpemidler. Utstyrt med en pakke Gjende kjeks med sjokoladetrekk og en flaske kola flyr timene av seg selv, noen ganger i vert fall.

Jeg vil rette en takk til alle studentene og ansatte på Institutt for geografi for et inspirerende arbeidsmiljø, og sportsmiljø. Bordtenniskamper og dartzasting har vært artige avbrekk.

En spesiell takk til min veileder Svein Olaf Dahl for god veiledning gjennom semestrene jeg jobbet med hovedoppgaven.

Takk til Øyvind Lie, Øyvind Paasche, Anne-Grete Bøe, Bjørn Kvisvik og Svein Olaf Dahl som utførte boringen i Butjønna.

Takk til Kathrine Falch, Kristine Fjordheim og Bjørn Kvisvik for hjelp med rettskrivingen og kommentarer til innholdet.

Takk til Elmer Raustein for hjelp med kapittel 4, og takk til Arne Hernes for lån av skanner.

Badstuen den trofaste vennen gjennom hele hovedfaget, mang en time har jeg sittet der og grublet over flommer og andre ting. Grubleriene resulterte i et stykke arbeid du nå sitter og blar i.

Bergen 1.februar 2002

Espen Motzfeldt Drange

Sammendrag

Lokaliteten for denne oppgaven har vært Sagbekken. Sagbekken er et lite vassdrag i Foldal kommune i Hedmark fylke, og den ender sin ferd i Butjønna. Elven har ikke direkte tilknytning til Glomma, men via et par andre elver møter vannet fra Butjønna Glomma i Alvdal. Denne oppgaven beskriver en paleohydrologisk undersøkelse av innsjøsedimenter. Tanken bak prosjektet var å undersøke om bevaringspotensialet til Sagbekkens flomsignaler i Butjønna var av god nok kvalitet til en rekonstruksjon av flomhistorien i Sagbekken.

To sedimentkjerner hver på 5 m ble tatt opp fra bunnen av Butjønna. Loggføring og glødetapsanalyser av kjernene viste en klar lagdeling mellom de minerogene flomsignalene og detorganiske materialet. Flommer av en viss størrelse avsetter så mye minerogent materiale at de vises som horisontale lag i kjernene. Størrelsen på flommen avgjør hvor tykt flomsignalet blir. I alt ble 68 flomsignaler registrert fra Storofsen i AD 1789 til 9500 BP.

Karbondateringer ble brukt for å bestemme alderen. Med et så langt tidsperspektiv er det lett å se hvordan flomregimene har forandret seg fra perioder med hyppige flommer til lange perioder uten flommer i det hele tatt.

På bakgrunn av dette ble det beregnet et gjentaksintervall for Sagbekken, og gjentaksintervallet ble funnet til å være 137 år. Forutsetningen for beregningen av gjentaksintervallet er at det har vært konstant sedimentasjon i Butjønna. Flommene er øyeblikkshendelser med varighet fra noen timer til flere dager, og blir av den grunn holdt utenfor.

Kompetansen til vårflommen i Sagbekken 2000 ble beregnet ved indirekte metoder. Observasjon av flommer langs elvekanalen gav grunnlag for å rekonstruere vannoverflaten, og ved hjelp av Mannings formel ble farten, vannføringen og kompetansen beregnet for vårflommen i Sagbekken. Kompetanse ble beregnet til 4 mm +/- 1 mm, og det passer godt med observasjonene av sand langs elven.

Abstract

The location for this thesis has been the river Sagbekken. Sagbekken is a small river in Foldal municipality in Hedmark county in Norway, and it ends its journey in lake Butjønna. The river is not directly connected to Glomma, but through a couple of other streams the water from lake Butjønna meets Glomma in Alvdal.

This thesis describes a paleohydrological study of lacustrine sediments. The idea behind this project was to determine whether the conservation-potential of Sagbekken's flood-signals in lake Butjønna was of good enough quality to make a reconstruction of Sagbekken's flood-history.

Two sediment-cores each 5 m long were taken from the bottom of lake Butjønna. The making of a visual log and loss-on-ignition analysis showed a clear lamination between the mineral flood-signals and the organic matter. Floods of a certain magnitude deposit enough mineral material to create a horizontal layer in the cores. The magnitude of the flood determine how thick the layer is. Altogether 68 flood-layers was recorded from Storofsen in AD 1789 to 9500 BP. Carbon-dating methods was used to determine the age. With such a long time-span it's easy to see how the flood-regimes have changed from periods with frequent floods to periods without floods at all.

A recurrence-interval was estimated for Sagbekken and it was found to be 137 years. This estimation rests on the assumption that a constant sedimentation has taken place in lake Butjønna. The floods have duration from a few hours to a couple of days, and are therefore kept out.

The maximum grain-size, the competence, Sagbekken could carry during the spring-flood was estimated with indirectly methods. Observation of flood-marks along the river channel was the basis for a reconstruction of the water surface. With the use of Manning's formula was the speed, discharge and competence estimated for the spring flood in Sagbekken. The competence was estimated to 4 mm +/- 1 mm, and that fits well with the observations of sand along the river-channel.

1 Introduksjon og tilnærming til oppgaven

1.1 Introduksjon

Flom er den mest vanlige og utbredte naturkatastrofen. Overalt hvor det er fjell er det elver, og menneskene har ofte lagt bosetninger nært opptil elver og vann og på de fruktbare elveslettene. Flom er noe som påvirker alle som bor langs elvene, og kunnskapen om flommer er interessant for alle som bor eller jobber langs våre store elver.

Fra 20.juli 1789 og noen dager fremover herjet det en flom i Gudbrandsdalen, der hus og buskap ble tatt av de voldsomme vannmassene. Ødeleggelsene var enorme, og nesten 40 menneskeliv gikk tapt. Flommen fikk navnet Storofsen, og dette er kanskje den største flommen vi har hatt siden den siste istiden.

Flere faktorer gjorde Storofsen til en katastrofe. Primærmagasinet for flomvann er atmosfæren. Vannet som er lagret på land som snø og is er det sekundære magasinet. Potensialet for flom er avhengig av innholdet i disse magasinene og raten og varigheten til avrenningen. Klimaet bestemmer fordelingen mellom magasinene. Våren kom seint 1789, og forholdsvis store mengder snø over frosset jordgrunn lå igjen (Østmoe 1985). Regnværet startet den 20.juli og varte flere dager. Forutsetningene for en storflom var ideelle.

Studier av flom kan gi oss informasjon om tidligere klimaforhold. Det er kunnskap om hyppigheten og omfanget av flommer tilbake i tid denne oppgaven skal prøve å fremskaffe.

Dagens hydrologiske nedtegnelser er sjelden lengre enn noen hundre år, og de omfatter ikke innfrekvente og ekstra store flommer. Heller ikke reflekterer disse nedtegnelsene langvarige hydrologiske variasjoner.

Vanligvis måles vannføringen under flommen direkte i elven, men noen ganger er det umulig og upraktisk. Derfor må flere flommer måles i ettertid ved hjelp av indirekte metoder som *helning-areal* metoden (se kapittel 4). I oppgaven gjøres det også et forsøk på å bruke denne metoden for å beregne flomtoppen av vårflommen i Sagbekken våren 2000.

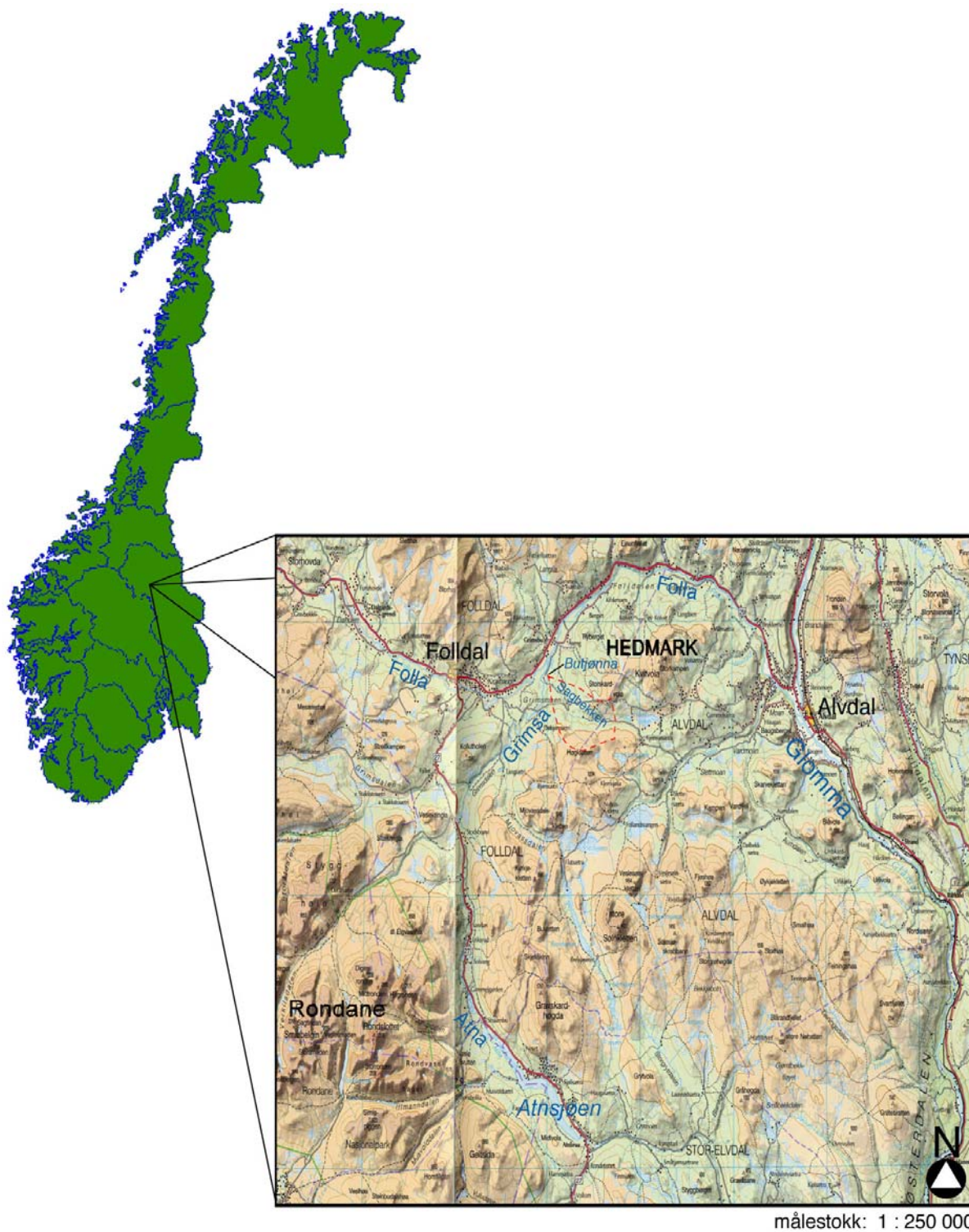
Den miljømessige og økonomiske betydningen av store flommer understreker behovet for bedre forståelse av hydrologiske prosesser. Hvordan vi mennesker påvirker klimaet finner vi kanskje aldri ut av, men at klimaet er i stadig forandring er paleoklimatiske undersøkelser med å vise.

1.2 Introduksjon til studieområdet

Feltområdet ligger i kommunene Folldal og Alvdal i Hedmark fylke. I korte trekk består området av dreneringsbassenget til Sagbekken med sideelver, og det lille tjernet Butjønna hvor Sagbekken har sin erosjonsbasis. Feltområdet er avgrenset av dreneringsbassenget knyttet til elven. UTM referansene videre i oppgaven viser til jordartskartet (appendiks V). Sagbekken har sitt utspring i vannskillet helt øst i Sagdalen i Alvdal kommune (UTM 663 866), og renner ned i Butjønna (UTM 617 899). Som navnet indikerer, er Sagbekken en liten elv. Elvens bredde varierer fra 2-5 m og dybden overstiger ikke 1 m ved middelfloms vannstand eller mindre (for *middelflom* se kapittel 4.4). Langs enkelte strekninger renner elven over grunnfjellet, men stort sett graver den seg ned i de store mengdene med løsmasser i området.

1.2.1 Valg av feltområde

Sagbekken er en liten elv som ender sin ferd i Butjønna, og Butjønna renner videre ut i Grimsa og deretter i Folla. Ved Alvdal renner så Folla ut i Glomma (figur 1.1). Figuren under viser også hele området rundt med Rondane og Atnsjøen i sørvest og Glomma i øst.



Figur 1.1: Kartutsnittet viser feltområdet, Atnsjøen og Glomma.

Butjønna ligger på Grimsmoen flere hundre meter fra dalsiden. Så å si all tilførsel av minerogene sedimenter til Butjønna skjer via Sagbekken, og ellers er tilførselen av sedimenter egenproduksjon av organisk materiale i Butjønna. Siden elven er såpass liten, vil den i stor

grad bare frakte med seg minerogent materialet ved flommer. På bildet ser vi noen åskammer i det fjerne, ellers er området helt flatt rundt Butjønnna (bilde 1.1)



Bilde 1.1: Sagbekken kommer inn i Butjønnna til venstre i bildet, og elvesedimenter er synlige ute i Butjønnna.

Sedimenttilførselen fra omkringliggende vegetasjon, vindblåste sedimenter og utglidninger fra kontakten mellom Butjønnna og breddene rundt anses som ubetydelige. Det sees som usannsynlig at ras fra dalsidene har noen betydning for sedimenttilførselen.

Med disse forutsetningene egner Sagbekken seg til den typen paleohydrologiske studier som oppgaven omhandler.

1.2.2 Områdebeskrivelse

Elvens relieff er på omtrent 200 meter, og dalsidene rundt elven har forholdsvis slakke og jevne stigninger. Dreneringsbassenget er avgrenset i sør fra vest til øst av: Randan, Raudkletten, Høgkletten og Kjemsjøfjellet, og i nord er avgrensingen fra vest til øst: Flatåsen, Åsan og Storskarvorda (Statens Kartverk kartblad 1619 III Alvdal og kartblad 1519II). Høgkletten med sine 1272 m o.h. er det høyeste punktet i området (UTM 637 845), og

Butjønna er det laveste punktet på 665,5 m o.h.(UTM 617 899). Sagbekken flater ut like ved Raudmåsårøsta (UTM 613 891), og har avsatt en alluvial vifte der. Mange sideelver renner ned i Sagbekken både fra nord- og sørsiden av elven, og til sammen utgjør alle disse aktive og inaktive elvekanalene hele dreneringsnettverket til Sagbekken.

Den mye større elven Grimsa renner like vest for Sagbekken, og Sagbekken er knyttet til Grimsi med en elvekanal i nordlig retning fra Butjønna (UTM 617 899).

Overflateformene i området preges av to typer landskaper. Overflaten i de nedre delene nærmest elven domineres av rygger og hauger bestående av løsmasser. Ryggene kan være flere hundre meter lange, og noen steder krysser de også hverandre (UTM 628 874). Den mest dominerende landformen i området er likevel terrasser. Begge sidene av Sagbekken har terrasser i flere nivåer og av ulik størrelse, og noen av terrassene minner mer om platåer (UTM 618 894). Tykkelsen på lagene med løsmasser kan være mange titalls meter og opptil så mye som 150-200 m i de største ryggene (UTM 615 891). Elven har også dannet landformer i området, og som eksempler kan nevnes to elvevifter (UTM 612 894 og 632 870), en mengde med elvedeskjæringer (eksempel: UTM 618 888) og en elveslette (UTM 621 885). Foruten gress, lav og småplanter, består vegetasjonen av furu, bjørk og småbusker.

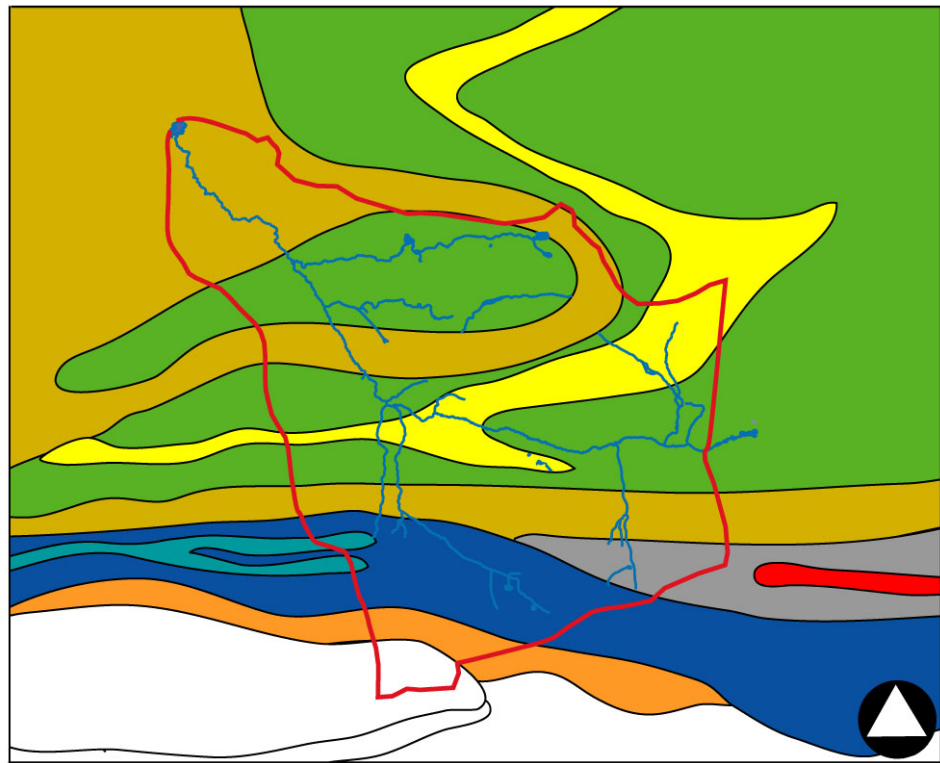
En klar overgang i overflaten preget av rygger og hauger til jevnere landskap ser vi i de øvre delene av området. Spredte blokker og bart fjell er synlig i overflaten. Haugene er erstattet med knauser av bart fjell. En overgang fra furu til bjørk skjer ved rundt 950 m o.h., og skoggrensen er på rundt 1100 m o.h.(bilde 1.2). Lav og mose er de dominerende vekstene i de høyeste delene av området



Bilde 1.2: Bildet er tatt i retning sørvest mot Høgkletten i overgangen fra furutrær til bjørketrær.

1.2.3 Geologien i området

Berggrunnen i området preges av mye skifer og kvartsholdige bergarter. Det er fire dominerende bergarter i området: kvartsitt, grønnstein, båndet kvartsitt og skifer (figur 1.2).



Målestokk 1:100 000



Figur 1.2: Berggrunnsgeologien i området der bare hovedbergartene er tatt med. Sagbakkens dreneringsbasseng er tegnet inn.

Siden løsmassene er dominerende, er det ikke så mye vi ser til berggrunnen i feltområdet. Store mengder sedimenter ble fraktet hit under deglasiasjonen, og landformene i området preges da også av glasielle landformer (avsnitt 1.2.2). Rondane, som er det største fjellmassivet i nærheten, ligger bare noen få mil sørvest for Sagbekken. Det kan tenkes at en del av løsmassene i området kommer nettopp fra Rondane, og de dominerende bergartene i Rondane er kvartsrike skiferbergarter.

1.2.4 Tidligere arbeid i området

Ingen lignende flomundersøkelse har blitt gjort i det aktuelle nedslagsfeltet. Et nylig publisert arbeid beskriver imidlertid en metode for å rekonstruere flomhendelser i elven Atna ved bruk av lakustrine sedimentkjerner (Nesje *et al.* 2001). Denne undersøkelsen ble gjort i Atnsjøen, som drenerer ned i Glåma i Østerdalen.

Enkelte problemer var knyttet til sedimentkjernene fra Atnsjøen. Siden det ikke var noen klare skiller mellom de ulike lagene i kjernen, ble identifikasjonen av flomlagene gjort på grunnlag av glødetapet. En grense på 2 % ble satt for å skille ut flomlagene, og alle deler av kjernen med glødetap under 2 % ble definert som flom (Nesje *et al.* 2001). En slik måte å definere flomlagene på er ikke nødvendig i denne oppgaven, for sedimentkjernene er mer entydige fra Butjønna. Aldersmodellen er basert på de samme prinsippene.

Resultatene fra Atnsjøen er av interesse og de blir sammenlignet med resultatene fra Butjønna i kapittel 7 (avsnitt 7.5).

Når det gjelder metodene brukt i kapittel 4, kan jeg bare referere til tidligere utgitte publikasjoner (Tilrem 1997, Dalrymple 1967)

Det er et magert utvalg av tidligere arbeid å sammenligne denne oppgavens resultater med, men selve arbeidsmetodene har vist seg å gi brukbare resultater. Andre forskere og studenter får bruke denne oppgavens resultater til å sammenligne eventuelle fremtidige arbeid innen paleohydrologiske studier av sedimentkjerner, og arbeid med indirekte flomberegninger.

1.3 Dagens klima

Folldal målestasjon ligger 709 m o.h. i Folldal kommune. I forrige normalperiode falt det gjennomsnittlig 364 mm nedbør i året i Folldal (figur 1.3, DNMI målestasjon 9100 Folldal). I vintermånedene fra 1.oktober til 30 april, faller det 126 mm i gjennomsnitt hvert år i denne perioden.

| Normalverdier Folldal 1961-1990 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| 17 | 13 | 12 | 13 | 26 | 51 | 70 | 54 | 37 | 28 | 23 | 20 | 364 |

Figur 1.3: Månedlige normalverdier over nedbør (mm) fra Folldal siste normalperiode.

Det er ingen temperaturdata tilgjengelig for Folldal, men en målestasjon på Fokstua kan i vert fall representere de øverste områdene i feltet. Fokstua målestasjon ligger 972 mo.h. på Dovrefjell i Oppland fylke, like ved Fokstua stasjon på Dovrebanen. Vi ser at årsmiddeltemperaturen er rett under frysepunktet, og alle månedene fra november til april har temperaturer godt under null (figur 1.4).

| Normalverdier Fokstua 1961-1990 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| -8,8 | -8,2 | -6,0 | -2,4 | 4,0 | 8,5 | 9,8 | 9,0 | 4,6 | 0,9 | -4,7 | -7,3 | -0,1 |

Figur 1.4: Månedlige normalverdier over temperatur (C°) fra Fokstua siste normalperiode.

Når vi sammenligner normalperiodene for hele forrige århundre, ser vi at det bare har det skjedd en beskjeden endring i nedbørsmengden i Folldal. De to siste normalperiodene ligger på rundt 360 mm i året, mens den eldste normalperioden hadde en årsgjennomsnitt på 331 mm i året (figur 1.5).

Oversikt over normalverdiene (mm) fra de tre siste normalperiodene i Folldal

| 1961-1990 | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| 17 | 13 | 12 | 13 | 26 | 51 | 70 | 54 | 37 | 28 | 23 | 20 | 364 |
| 1931-1960 | | | | | | | | | | | | |
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| 18 | 14 | 11 | 12 | 20 | 53 | 74 | 61 | 33 | 22 | 22 | 21 | 361 |
| 1901-1930 | | | | | | | | | | | | |
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| 21 | 9 | 12 | 10 | 15 | 43 | 50 | 77 | 27 | 22 | 29 | 16 | 331 |

Figur 1.5: Variasjoner i nedbørnormalene fra de tre siste normalperiodene, og bare beskjedne endringer har skjedd.

Studerer nedbøren i de tre sommermånedene mai, juni og juli ser vi en klar forskjell (figur 1.6). Det er nesten 40 mm forskjell fra de eldste normalverdiene til de to siste normalverdiene, og det tilsvarer omtrent 35 % mer sommernedbør nå enn for 80 år siden.

| Sommernedbør 1961-1990 | | | |
|-------------------------------|------------|------------|----------------|
| mai | jun | jul | mai-jul |
| 26 | 51 | 70 | 144 |
| Sommernedbør 1931-1960 | | | |
| mai | jun | jul | mai-jul |
| 20 | 53 | 74 | 147 |
| Sommernedbør 1901-1930 | | | |
| mai | jun | jul | mai-jul |
| 15 | 43 | 50 | 108 |

Figur 1.6: Variasjonene i sommernedbør (mm) mellom de tre siste normalperiodene.

Et resultat av dette skiftet i sommernedbøren kan være flere sommerflommer.

1.4 Problemstilling

Problemstillingen er todelt, og hoveddelen av oppgaven har som mål å rekonstruere flomhistorien til Sagbekken med lakustrine sedimenter fra Butjønna som datagrunnlag. Radiokarbondateringer av det organiske materialet vil være utgangspunkt for en aldersmodell. Kjerneprøver fra bunnsedimentene i Butjønna vil gi en oversikt over sedimentasjonen i elven, og de minerogene flomlagene blir mulig å skille ut. Med bakgrunn i analyse av kjernene skal det lages en aldersmodell for sedimentasjonen. Aldersmodellen vil være utgangspunktet for beregninger av gjentaksintervaller for flommene i Butjønna.

Siden elven ligger nord i Østerdalen, er det mulig å relatere resultatene til hele Østerdalen og dermed Glomma.

Et sideprosjekt i oppgaven vil knytte seg til indirekte beregninger av flomtoppen og kompetansen for den årlige vårflommen i Sagbekken. Ved en kombinasjon av feltobservasjoner og utregninger kan ulike egenskaper ved flommen beregnes. Hele dette

prosjektet er basert på modeller brukt av NVE og U.S. geological survey (Tilrem 1997, Dalrymple 1967).

Tidligere undersøkelser av nedbørsvariasjoner for feltområdet, kan gi svar på om det er noen sammenheng mellom hyppighet og størrelse på flommene og nedbøren. Nedbørsdata fra de tre siste normalperiodene er grunnlaget for en kort diskusjon om temaet.

Oppgaven er like mye et studie av selve metodenes muligheter for rekonstruksjon av flommer, som presentasjon av de empiriske resultatene.

1.5 Kartgrunnlag

I arbeidet er kartbladene 1619 III Alvdal, og Blad 1519 II Folldal i M711 serien brukt (Landkartdivisjonen 1992), og økonomiske kart i målestokken 1:10000 benyttet som kartgrunnlag jordartskartleggingen. De økonomiske kartbladene er utskrifter fra digitale kart Folldal kommune disponerer. Flyfoto fra serien 11438 er benyttet for visuell oversikt over feltområdet (Fjellanger Widerøe 1992).

2 Kartlegging av området

2.1 Introduksjon

Den geologiske tidsperioden kvartær omfatter de siste 2,5 millioner årene av jordens historie, og den er den yngste og korteste tidsperioden i jordens historie. Kraftige klimaendringer resulterte en rekke istider i kvartær, og i praksis er alle Norges løsmasser avsatt i denne perioden.

Et kvartærgeologisk kart kan derfor inneholde avsetninger fra de siste 2,5 millioner årene, men istidene har fortløpende erodert bort eldre sedimenter. Weichsel, som var den siste istiden, varte i omtrent 100 000 år, og dette medfører at det i dag stort sett bare finnes avsetninger fra weichsel og postglasiale avsetninger.

Dette kapitlet presenterer den kvartærgeologiske kartleggingen som ble gjort under feltarbeidet sommeren 2000, og en oversikt over ulike metoder elvenettverket kan systematiseres på.

2.2 Kvartærgeologisk kartlegging

Et kvartærgeologisk kart viser løsmassenes utbredelse og overflateformer, og fargebruken på kartet gjenspeiler prosessene som har dannet de ulike avsetningene. Det er den siste avsettende prosess som blir kartlagt, og hver prosess har sin fargekode. I tillegg benyttes en rekke ulike symboler for mer detaljerte opplysninger enn det fargekodene kan gi. Eksempler på dette kan være symboler for blokkrik overflate eller kildeutspring for å nevne noen.

Ute i naturen er ikke overgangene mellom de ulike sedimenttypene et klart skille, og det løses ved å kartlegge den dominerende sedimenttypen. På kartet gir dette seg utslag i klare linjer mellom fargekodene, og symbolene gir ekstra informasjon om andre sedimenttyper i overflaten.

NGU sin standard for løsmassekartlegging ble benyttet med noen modifikasjoner. Tidligere elveløp og breelveløp har fått fargen rød for å skille dem fra de svarte smeltevannsløpene, og av visuelle årsaker ble det valgt å bruke blåfarge på ferskvann. Nedtegnelsen av observasjonene i feltområdet ble gjort på økonomisk kart i målestokken 1:10000. Kartet ble så skannet i flere smådeler og deretter bearbeidet i Adobe Illustrator. Området lavere enn det tynne morenedekket innenfor nedslagsfeltet til Sagbekken ble

prioritert under kartleggingen. Grunnen til det er at det er i dette området elve- og breelvaktiviteten har vært størst.

Et stort område faller utenfor dekningsområdet til de økonomiske kartene, og der har studenten istedenfor brukt kart fra M711 serien og skalert dem opp til en målestokk på 1:10000. Ekvidistansen på deler av mitt jordartskart er derfor 20 m. God nummerering på tellekurvene i de sørlige områdene på kartet, gjør det lett å se overgangen fra 5 m ekvidistanse til 20 m ekvidistanse (appendiks V).

UTM rutenettverket tilsvarer M711 serien, men av praktiske grunner er det ikke foretatt korreksjon mellom magnetisk nord og rutenettet.

2.3 Fluvial kartlegging

Ekstra stor oppmerksomhet ble viet til kartleggingen av elvenettverket og eventuelle inaktive og relikte elveløp. Et eget kart viser de aktive elvekanalene i elvenettverket (figur 2.1) Elvenettverket kan gi en del informasjon om løsmassene og berggrunnen Sagbekken renner i, og ulike teknikker for systematisering av elvenettverket ble benyttet. Det er på elvesletten og på elveviften at elven skifter løp lettest, og i kapittel 5 kommer vil mulige hypoteser om tidligere elveløp og om sannsynlige flømløp bli belyst. Metoder av Strahler og Shreve ble brukt for å kartlegge elvenettverkets utbredelse (Strahler 1967, Shreve 1967)

2.3.1 Dreneringsbassenget til Sagbekken

Alle elver har et område av ulike størrelser som er kilden for vanntilførselen til elven. I terrenget finner vi dreneringsbassenget ved å lokalisere alle landområdene som heller ned mot elven (for *dreneringsbasseng*, se kapittel 4.4). All nedbør som faller innenfor dette området vil før eller siden renne ut i elven, enten som overflateavrenning eller som grunnvannssig. Dreneringsbassenget brukes også for å beregne hvor mye nedbør som faller i området.

Størrelsen på Sagbekkens dreneringsbasseng ble regnet ut ved å beregne arealet av Sagbekkens dreneringsbasseng slik det er tegnet inn på kartet (appendiks V). Papirbiter med størrelsen 10 cm x 10 cm og 5 cm x 5 cm ble lagt ned på kartet til hele dreneringsbassenget var dekket. Langs grensen til dreneringsbassenget vil papirbitene også dekke områder utenfor dreneringsbassenget, men kun de minste bitene ble brukt langs streken. Det ble gjort en fortløpende subjektiv vurdering over hvor mye av papirbitene som var innenfor grensen, og de minste papirbitene ble delt inn i 5 deler. Dermed ble det minste arealet som ble målt

100 m². Vekselvis ble arealet av papirbitene rundet opp og rundet ned til nærmeste femtedel, og på den måten ble feilmarginen redusert. Alle småarealene ble summert etter hvert med minste nøyaktighet på 100 m², men arealet av dreneringsbassenget ble rundet av til nærmeste halve kvadratkilometer helt til slutt.

Arealet av dreneringsbassenget er 20,5 km².

2.3.2 Shreve

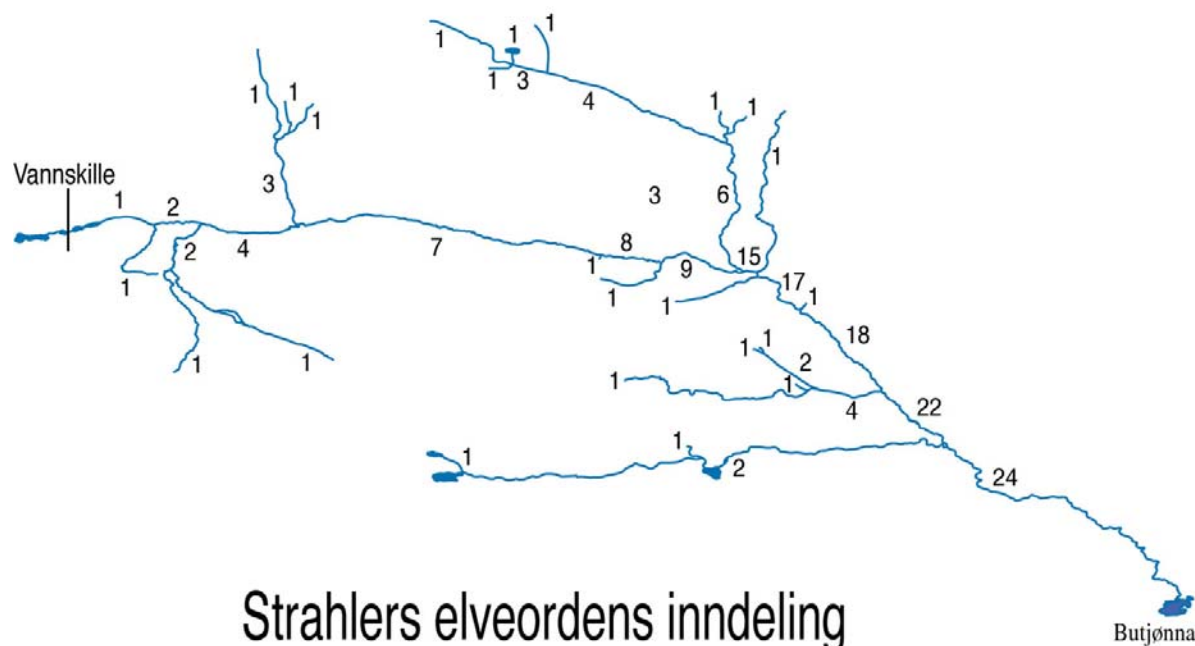
Shreve teller sideelvene i sin systematisering av elvenettverket (Shreve 1967). Shreve definerer størrelsen på kanalsegmentet som antall sideelver som renner sammen, og det gir et godt estimat for relativ vannføring for små elvesystem. På denne måten blir hvert elvesegment summert fortløpende i elvenettverket (figur 2.1 a).

Flere undersøkelser viser at antallet av 1.ordens elver er viktige for den totale lengden av elver i et dreneringsnettverk under storflom (Baker *et al* 1988). En undersøkelse i England dokumenterte at i tørkeperioder stod 1.ordens elver for mindre enn 20 % av den totale elvelengden i nettverket (*op cit.* 1988). Da maksimum av nettverket var i bruk under flom, stod 1.ordens elvene for omtrent 50 % av den totale elvelengden.

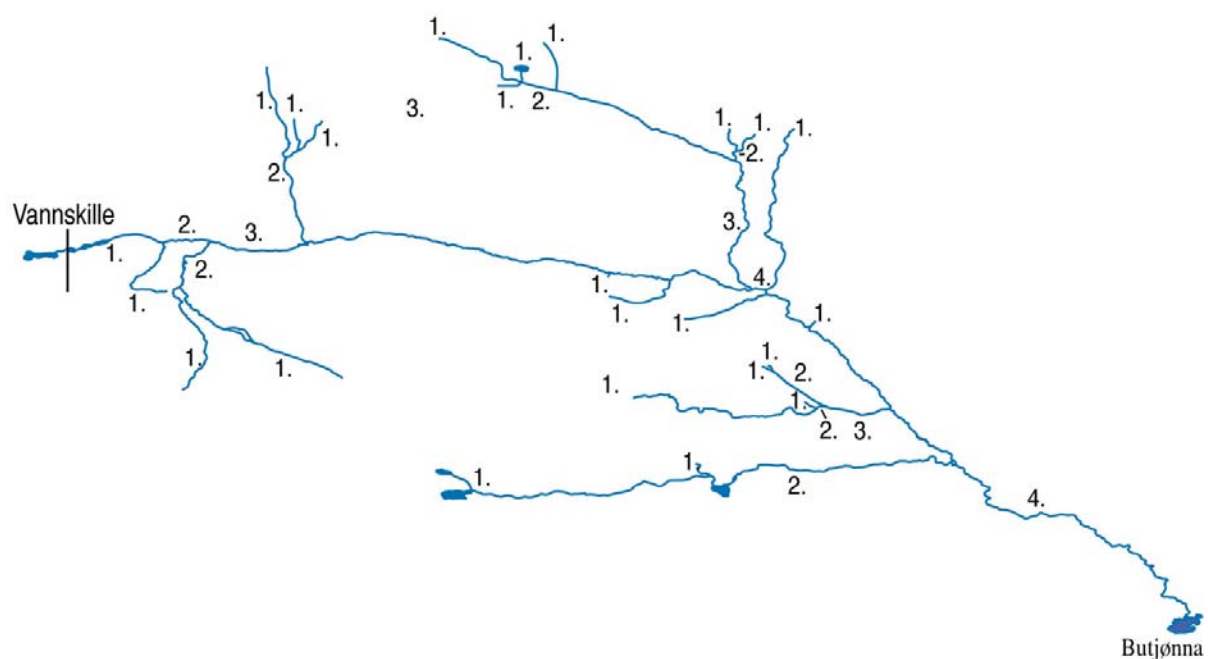
2.3.3 Strahler

Strahler tar utgangspunkt i et system for elveordensinndeling i sin modell for systematisering av elvenettverket (Strahler 1967). Elveordensinndeling uttrykker det hierarkiske forholdet mellom elvesegmentene. Den fundamentale egenskapen til elver er relatert til relativ vannføring i kanalsystemet. En elv uten tilløp av sideelver er av 1.ordens, to 1.ordens elver som løper sammen blir en 2.ordens elv, og rekken fortsetter med samme mønster. På figuren under ser vi hvordan elvesegmentene møtes og ordensnummeret øker nedover i elvenettverket (figur 2.1). Vi ser av figuren at Sagbekken er en 4.ordens elv (figur 2.1 b):

Shreves Metode



Strahlers elveordens inndeling



Figur 2.1: a) Shreve har et system som summerer alle elvesegmentene fortløpende etter hvert som de renner i elvenettverket. b) Etter Strahler vil elvesegmenter med samme ordens som løper sammen øke ordensnummeret med 1.

2.3.4 Bifurkasjonsraten

Bifurkasjonsraten er forholdet mellom antallet av elvesegmenter med en ordens og antallet av elvesegmenter av den neste høyeste ordenen (Summerfield 1997). Denne raten kan blant annet si noe om de litologiske forholdene elven renner i, og om formen på dreneringsbassenget. I Sagbekken er det 24 førsteordens elver og 8 andreordens elver, og bifurkasjonsraten blir da $24 / 8 = 3$. Sagbekkens bifurkasjonsrate er 3.

I dreneringsbasseng hvor litologien er relativt homogen, vil bifurkasjonsraten sjelden være større enn 5 eller mindre enn 3. Berggrunnen rundt Sagbekken er sammensatt av en rekke ulike bergarter (figur 1.1), og etter bifurkasjonsraten skulle det tenkes at berggrunnen var homogen. Sagbekken er litt spesiell i så måte, for i mesteparten av elvelengden renner elven ikke over berggrunnen. Den store mengden med løsmasser i området gjør at Sagbekken for det meste arbeider seg gjennom dem på sin vei til Butjønna, og løsmassene er homogen i så måte at de er like eroderbare overalt i området.

3 Paleohydrologiske studier av innsjøsedimenter

3.1 Introduksjon

Paleohydrologiske data har blitt brukt for å rekonstruere hydrologiske variasjoner for de siste 10 000 årene, eller holosen som tidsepoken etter siste istid kalles. Før denne epoken blir undersøkelser hindret av begrensede data, som følge av breerosjon og manglende avsetninger under siste istid..

Paleohydrologiske undersøkelser kan ta i bruk mange typer av proxydata. Spor etter historiske og førhistoriske flommer kan være bevart i karakteristiske elvesedimenter eller landformer, også botaniske spor kan bevares. Bruken av paleohydrologiske teknikker er en måte å evaluere de hydrologiske effektene av langvarig hydrologisk variasjon og klimatiske forandringer, og de kan komplementere eksisterende kortvarige systematiske og historiske nedtegnelser. En spesiell fordel med bruk av paleohydrologiske data er at disse dataene kan fremskaffes uten direkte overvåking.

I fluvial paleohydrologi prøver vi å bestemme størrelsen og frekvensen til individuelle paleoflommer. Både geomorfologiske og hydrauliske tilnæringsmetoder blir brukt. Den hydrauliske tilnærmingen bruker paleonivåindikatorer fra sedimentavsetninger langs elvekanalen, eller andre indikatorer som korresponderer med flommene. Elvesedimenter fraktet med flomvannet og avsatt i et lite ferskvann er grunnlaget for studier av paleohydrologi i denne oppgaven.

3.2 Teoretisk tilnærming

Siden flomvannet vil ta med seg sedimentene og avsette dem straks erosjonsbasis er nådd, er hovedtanken bak dette prosjektet er at elvens historie vil lagres lagvis på bunnen av Butjønna. Ved å fange opp bunnsedimentene vil den fluviale aktiviteten lett kunne studeres, og en historikk for flomhendelser i elven kan rekonstrueres. De eldste sedimentene befinner seg lengst nede i bunnsedimentene, og alderen minker mot toppen.

Kjerneprøvene må gjennom en rekke analyser, og alle teknikkene og laborierutinene som er brukt, blir beskrevet i dette kapitlet. Resultatene av analysene er å finne i vedleggene (appendiks I-IV)

3.3 Valg av innsjø

Bevaringspotensialet for sedimentene i innsjøen er det viktigste kriteriet for valget av innsjø. Innsjøen bør ligge slik til at den ikke har andre sedimenttilførsler enn elven, og elven må ikke forstyrre sedimentene som er avsatt på bunnen. Elven bør heller ikke frakte med seg nevneverdige mengder med minerogent materiale under normale forhold, for slike avsetninger kan skape problemer for identifikasjonen av flomlagene. Ingen omrøring av sedimentene må forekomme, for da vil verdifull informasjon bli mistet.

Butjønna oppfyller alle kravene for denne undersøkelsen: den ligger for seg selv ute på en mo og terrenget rundt er tilnærmet flatt i alle retninger, og elven er såpass liten at den ikke lager rot i sedimentene. Sagbekkens erosjonsfaktor på bunnen av Butjønna er svært lav. Tilgjengeligheten er god, og det nødvendige utstyret er lett å frakte til og fra Butjønna på veiene i området. Etter at kjerneprøvene ble tatt, kunne de med letthet fraktes det korte stykket fra selve vannet og opp til veien uten å bli utsatt for store påkjenninger.

3.4 Stratigrafien i Butjønna

Stratigrafi defineres som lagdelingen av de geologiske formene under et undersøkelsespunkt (Minnesota Department of Natural Resources sin hjemmeside). Sedimentasjonsforholdene og erosjonsraten er med å bestemme bevaringspotensialet til sedimentene, og et høyt bevaringspotensiale er med på å gi en god stratigrafi. På grunn av at Butjønna ligger beskyttet til og at det sannsynligvis bare er en kilde til minerogent materiale, er stratigrafien godt bevart og forholdsvis ukomplisert. Omtrent alt det organiske materialet vi finner i Butjønna er produsert der, men deler av trær, kongler, blader og andre makrofossiler kan ha blitt fraktet til Butjønna med elven. Vegetasjonen rundt Butjønna kan også være en kilde til organisk materiale: barnåler og blader faller ned i vannet, små vekster langs vannkanten visner og kan havne i Butjønna, og lett organisk materiale kan ha blitt fraktet til Butjønna med vinden.

Det minerogene materialet har sannsynlig bare en kilde, og det er Sagbekken. Senere i oppgaven vil andre mulige kilder for minerogene avsetninger i Butjønna bli diskutert. Vindblåste sedimenter regnes som fraværende på grunn av den tette vegetasjonen rundt Butjønna, og den lave tilgjengeligheten på sedimenter som kan fraktes med vinden.

3.5 Kjerneprøvetaking

Med prøvetakingsutstyr kan sedimentene hentes opp fra innsjøbunnen. En stempelprøvetaker kan hente opp lange kjerner (Nesje *et al.* 1997), og rørets lengde begrenser hvor lang sedimentprøven kan bli. Vanligvis kan sedimentkjernene bli opp til 6 m (*op cit.* 1997). Man får prøverøret til å trenge ned i sedimentene ved at man slipper et lodd gjentatte ganger på røret. Det dannes et vakuum og sedimentene suges inn i røret. Kompakte sedimenter kan penetreres og sedimentprøvene blir ukomprimerte og ublandede. Rørene som blir benyttet er 11 cm i diameter. Rørene ble teipet godt igjen for transporten tilbake til Bergen, og for langvarig oppbevaring på et kjølig lagersted.

Noen ulemper med denne metoden er at en person ikke kan gjøre dette alene, og bare en prøve kan taes fra hvert hull. Sedimentprøvene er greiest å ta når det er is på vannet, for da risikerer man ikke sideforskyvninger under prøvetakingen.

En HTM prøvetaker kan også brukes til å ta opp bunnsedimenter med, men den tar bare prøver av det øverste laget (Goudie 1994). Et plastrør penetrerer toppslammet ved hjelp av noen lodd, og tyngden på loddene er med å bestemme hvor harde sedimenter som fanges opp, og hvor langt ned prøverøret kommer. Røret tettes igjen og det dannes et vakuum, og dermed vil ikke kjernen falle ut av røret. Kjernens lengde blir rundt 30-50 cm, og det gjør denne metoden uegnet for lange tidsserier. Toppslammet inneholder ofte mye vann og blir av den grunn ofte veldig løst, og prøvene fra HTM-prøvetakeren blir delt opp i skiver med ønsket tjukkelse og puttes rett i poser direkte fra røret.

Kjernene fra stempelprøvetakeren blir oppbevart i et kjølig rom til de blir tatt ut av prøverørene. Når kjernene åpnes, må overflaten på kjernene renses for urenheter og en logg blir ført over visuelle strukturer.

En del problemer er knyttet til bruken av kjerneprøver (Lowe & Walker 1997). Dersom kjernen blir for lang, kan det oppstå praktiske problemer med håndtering og frakt av kjernen og den kan skades. Selve prøvetakingsutstyret kan være tungt og vanskelig å frakte til avsidesliggende områder. For å fange opp små stratigrafiske enheter eller lag med liten horisontal utstrekning, bør vi ta flere overlappende prøver. Kjernen kan også bli skadet under selve prøvetakingen, eller når prøven fjernes fra plastrøret. Når prøven blir tatt fra lite kompakte sedimenter, som enkelte typer torv og slam, er kjernen mer utsatt for skader. I Butjønna er nok mesteparten av bunnmaterialet avsatt under flom, og i kjerneprøven fra vannet er trolig alle lagene med klastiske avsetninger tegn på flom.

3.6 Metoder

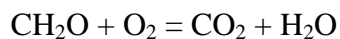
De visuelle inntrykkene av kjernen gir ofte et begrenset innsyn i stratigrafien, og andre metoder må tas i bruk for å få nøyaktige resultater. De to kjernene fra Butjønna er kanskje et unntak, for der er stratigrafien så tydelig at loggen blir temmelig nøyaktig.

Det er mange metoder som kan taes i bruk for analyser av kjerneprøvene, og hver metode undersøker en egenskap ved kjernen. Tre metoder har blitt benyttet under analysen av sedimentkjernene fra Butjønna. De to kjernene har vært gjennom litt ulike analyser, men det blir nærmere omtalt i senere avsnitt.

3.6.1 Glødetapsanalyse

Mengden av organisk karbon i kjerneprøven er bestemt av den organiske produksjonen i og ved Butjønna, og mengden av de minerogene avsetningene i prøven. Glødetapsanalyse er en metode for å bestemme mengden av både organisk og uorganisk karbon i sedimenter.

En forbrenning av prøvene på 550 °C omdanner organisk materiale til CO₂ etter følgende reaksjon (Moors 1999):



Massetapet etter denne forbrenningen er lik massen av det organiske materialet, og det er det vi kaller for glødetapet. Antallet prøver som kan håndteres samtidig med denne metoden er bare begrenset av størrelsen på forbrenningsovnen. Kostnadene med glødetapsundersøkelsen er liten i forhold til andre metoder som undersøker det organiske innholdet i sedimentprøver (Moors 1999).

Små sedimentprøver ble tatt direkte ut av kjernen ved bruk av en 10 ml stor sprøyte, og sedimentene ble lagt i små nummererte og på forhånd innveide keramikkdigler. Diglene rommer omtrent 50 ml og de har en egenvekt på mellom 10-13 g. Om kjernen er skivet opp og lagt i poser, kan sedimentene tas direkte ut fra posene og legges i diglene.

For hver 1/2 cm ble det tatt ut prøver. De fylte diglene ble veid med en vekt med nøyaktighet på 1/10000 g, og deretter satt inn i et tørkeskap ved 105 °C i 8 timer. Etter 8 timer ble diglene tatt ut og veid på nytt. Den vekten viser sedimentenes tørrvekt. Deretter ble diglene satt inn i en ovn ved 550 °C og brent i 1 time. Etter brentingen ble diglene satt i en eskilator for nedkjøling. Etter omtrent 20 minutter i eskilatoren ble diglene veid på ny. Vektforskjellen mellom de tørkede prøvene og de brente prøvene utgjør glødetapet. Etter

veilingen ble diglene vasket og tørket, og hele denne prosedyren ble gjentatt til alle sedimentene var brent.

Vekttapet viser mengden av det organiske materialet. Variasjonene i organisk produksjon og sedimentasjon vil vise seg i en glødetapskurve, og den vil senere i oppgaven bli sammenlignet med kurvene for magnetisk susceptibilitet og tetthet (kap 7).

Høyt innhold av karbonater kan forurense dateringene. Geologien rundt Sagbekken viser at det er mye karbonatrike bergarter der (figur 1.1). Karbonatinnholdet bør være lavere enn 5 %. Ved en forbrenning på 950 °C vil CO₂ brenne vekk fra karbonatet etter følgende reaksjon (Moors 1999):

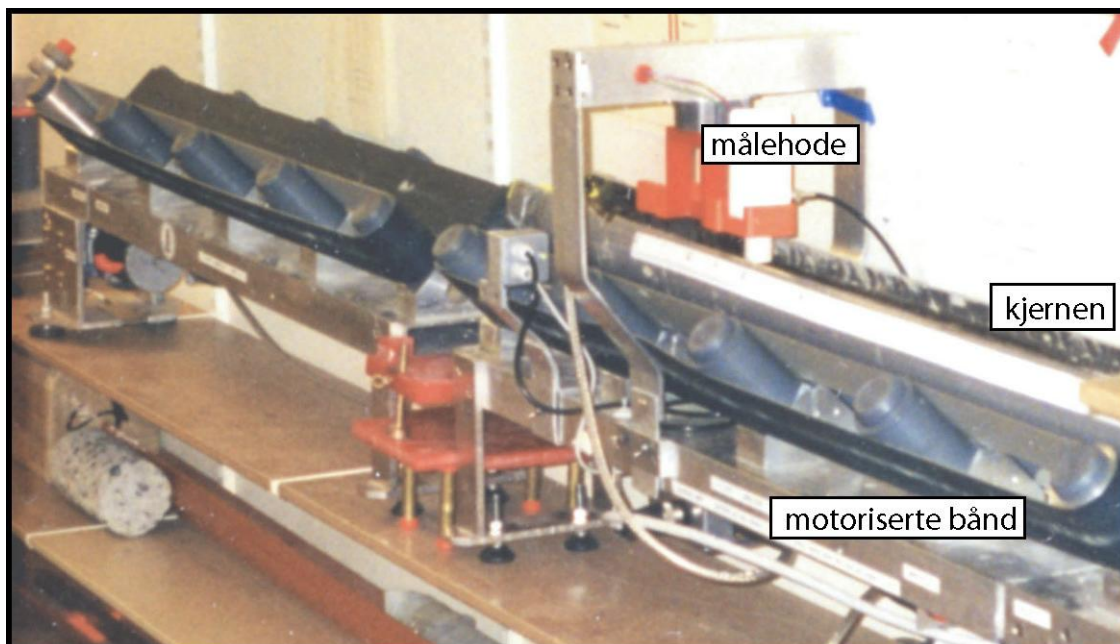


Differansen mellom glødetapet og forbrenningen ved 950 °C viser karbonatinnholdet i prøvene. For å undersøke karbonatinnholdet i kjernen, ble det tatt ut prøver for hver 5. cm. Rutinen helt lik som for glødetap bortsett fra ett punkt: Etter å ha veid prøvene etter en time i 550 °C, blir prøvene satt inn i ovnen igjen og brent 1 time ved 950 °C. Karbonatet brenner ved rundt 700-800 °C. Deretter ble prøvene veid, og vektforskjellen vil utgjøre karbonatinnholdet i prøven. Karbonatinnholdet i sedimentene fra Sagbekken ligger på mellom 2-4 %, og det er godt under den kritiske grensen (figur 6.1).

3.6.2 Magnetisk susceptibilitet

Magnetisk susceptibilitet er en verdi for et materials evne til å bli magnetisert, og kjemien er hovedfaktoren som kontrollerer den magnetiske susceptibiliteten til mineralene (USGS 1997). De jernholdige mineralene som olivin, pyroksen og amfibolitter er de mest magnetiske mineralene, mens blanke og hvite mineraler ikke er magnetiske (*op cit.* 1997). I feltområdet finnes det en god del amfibolitt. Siden stratigrafien i kjernene er så entydige, kan det sees bort fra denne faktoren. Med riktig måleutstyr kan verdiene for den magnetiske susceptibiliteten lett beregnes. Om man har lange kjerneprøver, er det en fordel å beregne susceptibiliteten før kjernen deles opp.

Ved bruk av aperatur i laboratoriet til Institutt for den faste jords fysikk ble målingene utført (figur 3.1).



Figur 3.1: Målingen av den magnetiske susceptibiliteten er helt automatisert ved hjelp av denne innretningen.

Sedimentkjernene må være delt i to slik det blir beskrevet i kapittel 5, og overflaten må være så jevn som mulig. Kjernen legges horisontalt oppå to parallelle motoriserte bånd og noen tilhørende støtter med rullende hjul. Kjernen vil da kunne bli dradd av båndene med en nøyaktighet på 0,2 cm. Det er to innretninger med motoriserte bånd, ett på hver side av målehodet. Det ene båndet drar kjernen inn til målingen og det andre båndet driver kjernen videre. Båndet drives av en elektrisk motor. Målingene foregår ved at båndet drar fram kjernen, målehodet går ned til kjernen og foretar målingen, målehodet går opp igjen og kjernen flyttes fram på nytt. Bakgrunsmagnetismen måles og korrigeres automatisk. Resultatene kommer ut i form av en funksjon, der y-aksen er den magnetiske susceptibiliteten og x-aksen representerer lengden på kjernen.

Verdiene vi får forteller hvor mye mineraler som er til stede i prøven. En kurve basert på magnetisk susceptibilitet er ideelt sett omvendt av glødetapskurven: Når det er mye organisk karbon er den magnetiske susceptibiliteten lav og omvendt ved lite organisk karbon. Med to forskjellige metoder i bruk, har vi mulighet for å korrelere dataene.

3.6.3 Prøvenes tetthet

Prøvenes tetthet blir definert som vekten av en enhet jord inkludert porene (Dr. Russel Briggs sine labøvinger). Siden jord er et porøst medium med vann og luft bevart i porene mellom de faste uorganiske og organiske partiklene, må konseptet med tetthet inkludere tomrommene. Dette er forskjellig fra fysikken, hvor bare det faste materiale er inkludert. Ikke bare partikkelstørrelsen, men også partiklens form påvirker tettheten til jorden. Disse faktorene bestemmer også porøsiteten til jorden.

Når en fast mengde sedimenter tas ut, tørkes og veies, vil resultatene si noe om tettheten til sedimentene. Prosedyren er den samme som ved glødetapsanalysen, og denne metoden utføres samtidig som man undersøker glødetapet.

Sedimentene ble tatt ut ved hjelp av en sprøyte på 10 ml, eller 1 g³, og lagt i nummererte digler. På den måten blir den samme mengden sedimenter tatt ut hver gang. Etter 8 timer i tørkeskapet veies diglene. Alt vannet er dampet vekk, og tetthetsforskjeller i sedimentene vil vise seg som vektforskjeller. Dette er en parameter som er motsatt av glødetapet, for der glødetapet er lavt vil tettheten være høy om omvendt.

3.6.4 Radiokarbon dateringer

Radiometriske dateringsmetoder bruker vi for å datere organisk materiale. Den mest brukte metoden daterer på bakgrunn av halveringstiden til den radioaktive isotopen ¹⁴C. Den internasjonale standarden for halveringstiden er på 5570 ± 30 år (Lowe 1997). Et ¹⁴C år er ikke like langt som et kalenderår.

Radiokarbon dateringer baserer seg på fire grunnleggende forutsentinger:

1. at produksjonen av ¹⁴C er konstant over tid.
2. at ¹⁴C : ¹²C forholdet i biosfæren og hydrosfæren er i likevekt med det atmosfæriske forholdet.
3. at strålingsraten til ¹⁴C kan bestemmes
4. at et lukket system har eksistert siden organismens død.

Alle levende organismer absorberer karbondioksyd under vevsoppbygningen med et forhold som er i nær likevekt med det atmosfæriske karbondioksydet. Når døden inntreer vil ¹⁴C i det organiske stoffet fortsette å brytes ned men det kommer ingen erstatning med nytt ¹⁴C.

To ulike metoder for karbondateringer var tenkt brukt i oppgaven, konvensjonell radiokarbondatering og akselerator massespektrometri (AMS), men bare en AMS datering er med i denne oppgaven (avsnitt 7.2). Med konvensjonell radiokarbon datering blir beta-strålingen fra ^{14}C atomene telt over en tidsperiode, og på bakgrunn av dette blir strålingsraten bestemt. En stor prøvemengde gjør at prosedyren går raskere.

Partikkelakseleratorer kan bli brukt som massespektrometre for å telle det faktiske antallet med ^{14}C atomer i en prøve, i motsetning til konvensjonell datering der strålingen blir målt. Denne metoden kalles for akselerator massespektrometri (AMS).

3.7 Gjentakintervall

Flommer er vanligvis betraktet som klimatiske kontrollerte hendelser av geomorfologisk omfang. Flomhendelsene blir studert som et sannsynlighetsproblem, og kunnskap om flomhendelser er nødvendige ut ifra både byggmessige og økonomiske grunner. På grunn av flommenes geomorfologiske omfang, blir sannsynlighetsstudier av flomhendelsene viktige hjelpemidler i geomorfologien.

I kontrast til årlige eller månedlige verdier for gjennomsnittlig avrenning, blir flommer behandlet som tilfeldige hendelser. Dette er på grunn av at de meteorologiske og hydrologiske forholdene som påvirker flomproduksjonen, varierer så mye at kombinasjonene har mange trekk av tilfeldighet over seg.

Den underliggende forutsetningen er at flomhendelser over en tidsperiode utgjør en liten del av en uendelig lang rekke (Leopold 1964). Hvis det innen en periode på 30 år ble notert en flom av en viss størrelse, er det overveiende sannsynlig at det innen neste 30-års periode også vil være en like stor eller større flom.

Tidsskalaen på frekvenskurven bestemmer gjentakintervallet (se avsnitt 4.4 for *frekvenskurve og gjentakintervall*). En flom som har gjentakintervall på 10 år har 10 % sjanse for å oppstå hvert år. På samme måte har en 50 års flom 2 % sjanse for å oppstå hvert år.

En rekke metoder har vært i bruk for å beregne gjentakintervaller, og alle metodene er basert på betraktninger omkring sannsynlighet. I denne oppgaven blir følgende formel benyttet (Dalrymple 1960, Leopold 1964):

$$T = \frac{n + 1}{m}$$

T er gjentaksintervall i år, n er antall år med data, og m er størrelsen på flommen der den største flommen er 1.

Statistikk kan være lumsk, men denne formelen gjelder for 100 % av tiden: den høyeste flommen vil inntreffe eller bli oversteget 1/51 av tiden, og alle flommene vil være lik eller mindre enn den største flommen 50/51 av tiden. Dette viser at en flom kan inntreffe, overstige eller være mindre enn den største flommen 100 % av tiden.

Et viktig element i statistisk analyse er unøyaktigheter i dataene, og Slade har treffende bemerket (Slade 1936, s.21, fritt oversatt):

"...skjevhet i dataene er aldri en signifikant karakteristikk når prøven den er beregnet ut fra har mindre enn rundt 140 observasjoner...og det er ganske meningsløst å bruke denne målingen når det er mindre enn 50 observasjoner."

Videre sier Dalrymple (Dalrymple 1960, s.9):

"Få nedtegnelser er så lange som 60 år, og de fleste er kortere en 30 år. Det er usikkert om en fast matematisk modell er forsvarlig for så korte nedtegnelser."

I denne oppgaven arbeides det med nedtegnelser som inneholder mer enn 50 observasjoner av flommer, og det burde være innenfor grensen for hva som er statistisk gyldig.

Den amerikanske forskeren Langbein viste at gjentaksintervaller nærmer seg hverandre og er nesten identiske for perioder lengre enn 10 år (Leopold 1964)

4 Elvegeometri

4.1 Introduksjon

Teknikken for å måle avrenningen i elver er velkjent, men under flom er det noen ganger umulig og svært upraktisk å utføre slike målinger. Forhold utenfor kontroll kan vanskeliggjøre målingene. Veier kan være ødelagt, måleutstyret i elven kan bli ødelagt av isblokker eller andre sedimenter vannet tar med seg, eller det kan være mangel på personell. I slike tilfeller må kunnskapen om flommer tilveiebringes på annen måte. Indirekte metoder basert på feltobservasjoner og matematiske utregninger kan være et brukbart alternativ. Dette kapitlet belyser bruk av *helning-areal* metoden, og de vanskeligheter som oppstår ved bruk av indirekte metoder for beregning av flomtoppen.

Metoden baserer seg i helhet på prosedyrer og innsamlingsmetoder beskrevet i kapittel A1 og A2 fra *Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey* (Dalrymple 1967), og i *Manual on procedures in operational hydrology volume 3 Norwegian water resources and energy administration* (Tilrem 1997).

Siden 1953 har det blitt utført mange undersøkelser for å verifisere denne metoden (Dalrymple 1967). Av 22 undersøkelser i elver med kjent avrenning, var alle resultatene basert på denne metoden innenfor 20 % av den kjente avrenningen. 17 av undersøkelsene ga resultater innenfor 10 % av den kjente avrenningen (*op cit.* 1967).

Feltobservasjonene ble gjort i slutten av mai 2000, 3-4 uker etter vårflommen. Det antas at flommen var av en middelfloms størrelse. Begrunnelsen for denne antagelsen baserer seg på flere observasjoner: alle flommerkene befant seg godt innenfor formen til den naturlige elvekanalen og ifølge fastboende på Grimsbu var det ikke spesielt mye snø den forrige vinteren. Dette blir grundigere kommentert senere i kapitlet. Undersøkelsen ble foretatt i en rett strekning av elvekanalen på den store elvesletten (UTM 617 888), og alle flommerkene og målingene ble utført der.

Tanken var å bruke *helning-areal* metoden til dette prosjektet, men problemer med å måle helningen til elven over store avstander gjorde det umulig. I stedet har det blitt gjort "at a station" beregninger.

4.2 Generelle faktorer involvert

Ved indirekte målinger bruker man energilikninger for å beregne avrenningen. Felles for alle metodene er noen generelle faktorer (Dalrymple 1967):

1. Fysiske karakteristikk av kanalen. Det kan være dimensjonen og formen på elvekanalen.
2. Høyden på vannføringen under flomtoppen. Den brukes til å bestemme øvre grense for vannoverflaten i elvekanalen under flom, og til å bestemme høydeforskjellen mellom to spesifikke punkt.
3. Hydrauliske faktorer basert på fysiske karakteristikk. Herunder kommer Mannings ruhekkoeffisient, kjent som n -verdien.

4.3 Valg av lokalitet

Valget av en passende lokalitet er det viktigste elementet i *helning-areal* metoden. Ideelle elvekanaler er vanskelige å finne, og vanligvis ender man opp med å velge den beste kanalen som er tilgjengelig.

Mange kriterier er med å bestemme hvor godt elven egner seg til en slik undersøkelse. Her blir kriteriene skissert, og Sagbekken blir vurdert opp mot hvert av dem fortløpende.

1. Gode flommerker er grunnlaget for hele metoden, og kvaliteten på flommerkene er en viktig betraktning. En dyp elvekanal i fast fjell kan ha veldig gode hydrauliske kvaliteter, som en jevn elvebunn og elvekanal der vannet har en jevn strøm, men om flommerkene mangler vil den være ubrukelig i *helning-areal* metoden.

Sagbekken hadde mange gode og varierte flommerker langs begge elvebreddene, og forskyvninger av flommerkene på grunn av regn anses som fraværende.

2. Geometrien til kanalen er viktig. Markerte forandringer i formen på kanalen bør unngås på grunn av at dette medfører endringer i strømhastigheten på elven. Trapesoidiske kanaler er å foretrekke, da n -verdien har blitt bestemt under forsøk i slike kanaler (figur 4.1). Siden vannets vei og egenskaper er betydelig lettere å beregne for en uniform strøm, er rette elvekanaler å foretrekke. Denne formen er derimot sjelden å se ute i naturen. Fallet i elvekanalen må dessuten være stort nok til å unngå feil. Det anbefalte minstefallet i elven er 16 cm per 10 m.

Den delen av Sagbekken som er med i undersøkelsen har trapesoidisk form, og elvekanalen forandrer ikke formen i nevneverdig grad. I strekk på 10-15 m er kanalen nesten helt rett. Fallet i Sagbekken er godt over minstekravet. Alle de store 1.ordens elvene renner inn i Sagbekken over den valgte lokaliteten. Det er få hindringer i selve kanalen, bare noen store blokker og et par trestammer langs et strekk på 15 m.

3. *Helning-areal* metoden forutsetter at tverrsnittet på kanalen ikke endrer seg nevneverdig for den delen som er med i undersøkelsen. For eksempel bør tverrsnittet være noenlunde likt et stykke motstrøms og medstrøms fra den utvalgte lokaliteten.



Figur 4.1: En god elvekanal bør ha denne trapesoidiske formen.

Tverrsnittet motstrøms og medstrøms fra den valgte elvekanalen i Sagbekken er nokså likt, og dermed blir det liten forstyrrelse i strømmen (bilde 4.1 og 4.2). Etter å ha gått langs elven falt valget på en del av elvekanalen som passet best til de ovennevnte kriteriene.



Bilde 4.1: Bildet viser elvekanalen medstrøms fra tverrsnittet, og det hvite tauet representerer vårflommen det ble jobbet med. Kanalen er forholdsvis rett og har en jevn form, og egner seg godt til denne typen undersøkelse.



Bilde 4.2: Elvekanalen sett motstrøms, og vi ser at elvekanalen ikke har store geometriske variasjoner.

Sagbekken er en liten elv med en vannføring som ikke er større enn at et par lårhøye støvler klarer seg for turer ut i elven. På grunn av de greie forholdene ble datainnsamlingen nøyaktig.

4.4 Noen hydrologiske definisjoner

I alle fagretninger er det behov for klare definisjoner, og paleohydrologi er intet unntak. Alle definisjonene som er brukt her, er hentet fra *Manual of hydrology: Part 1* (Langbein *et al.* 1960) der ikke annet er oppgitt, og det må nevnes at disse definisjonene blir brukt i de fleste artiklene og bøkene etter 1960 på litteraturlisten. Definisjonene av flomkanal, frekvenskurve og vannprisme er laget av studenten selv. Enkelte av ordene er fritt oversatt fra engelsk til norsk. Følgende uttrykk vil bli brukt som beskrevet her:

Anabranch – en avvikende gren av elven som forenes med hovedelven.

Bakevje – vann som blir demmet opp eller forsinket på dets normale eller naturlige strøm nedover elven.

Direkte avrenning – avrenningen som tilføres elvekanalen direkte etter regnfall og/eller snøsmelting.

Dreneringsbasseng – en del av jordens overflate okkupert av et dreneringssystem, som består av en overflateelv eller oppdemmet overflatevann sammen med alle bielvene og ansamlinger av overflatevann.

Elvebredd - kantene langs elvekanalen. Elvebreddene blir benevnt som høyre eller venstre sett i forhold til strømrretningen.

Elvebreddestadium - stadiet da elven først renner utover sine naturlige elvebredder.

Elvestrekning – en lengde av elven som er ensartet med hensyn til avrenning, dybde, areal og helning.

Flomkanal – en stripe av relativt flatt terreng som grenser til elvekanalen på den ene siden og glasifluvialt materialet på den andre siden. Den er bygd opp av sedimenter transportert av elven og avsatt i det stille vannet utenfor påvirkning av de sterke elvestrømmene.

Flomtopp – det høyeste stadiet på avrenningen oppnådd av en flom, kan også refereres til som toppavrenningen eller maksimalavrenningen.

Flomslette – område på elvesletten oversvømt av den største flommen.

Fossil flomslette – området på flomsletten ovenfor nivået til den største flommen.

Frekvenskurve – hele tidsskalaen med alle observasjonene markert .

Gjentaksintervall – det gjennomsnittlige intervallet innen en gitt flom av en viss størrelse blir like stor eller overgått en gang (Dalrymple 1960).

Middelflom – middelflommen har et gjentaksintervall på 2,33 år.

Vannprisme - vannprisme refererer til tverrsnittet av elven og vannets form i elvekanalen.

Vannskille – et skille som skiller et dreneringsbasseng fra et annet dreneringsbasseng.

4.5 Flommerker

Hele tanken bak rekonstruksjonen av flom er å finne gode flommerker langs elvebreddene.

En av forutsetningene for denne metoden er tilstedeværelsen av tydelige flommerker.

Flomvannet etterlater seg en rekke ulike spor langs elvebredden. Det gjelder å registrere flommerkene kort tid etter flommen, for dette er avsetninger som raskt fjernes. I dette avsnittet blir ulike typer flommerker beskrevet og illustrert med bilder fra Sagbekken. Alle flommerkene er loggført med nummer og hvilken elvebredd de ble funnet på. Venstre elvebredd er benevnt med v, og høyre elvebredd med h.

4.5.1 Bakevjer

Langs elven dannes det mange små og store bakevjer. De kan dannes bak trestammer, store steiner eller andre hindringer som finnes langs elvekanalen. Større bakevjer opptrer gjerne i elvens innersvinger. I bakevjer kan alle typer materialer elven fører med seg avsettes. På bildet ser vi sandavsetninger avsatt i en bakevje (bilde 4.3). Det er lett å kjenne igjen slike sandavsetninger, for det er ofte organisk materiale fra fjoråret under sanden.



Bilde 4.3: Finkornet sand er avsatt langs elven oppå fjorårets blader.

Det er mange slike små og store bakevjer langs Sagbekken, men et fellestrekk er de store mengdene med sand som blir avsatt der (bilde 4.4).



Bilde 4.4: Vi ser tydelig sandavsetningene i bakevjen her (UTM 618 895). Bildet er tatt motstrøms.

4.5.2 Merker på trær og busker

Sandpartikler og organisk materiale kan feste seg på trær og busker langs elven. Sand legger seg gjerne inne i barken eller i små kvisthull i stammen, og blader, strå og små kvister fester seg gjerne i greiner eller legger seg rundt smale busker. Oppdemming på motstrømssiden gjør at de kan avsettes høyere der. Små busker kan bli bøyd av strømmen og rette seg opp når strømmen blir svakere. Det kan gi en gal høyde på flommen. På bildet ser vi litt gress som har festet seg på en grein (bilde 4.5). Greinen kan ha blitt fanget av flomvannet og blitt presset ned, men andre flommerker inne ved elvebredden er i samme høyde.



Bilde 4.5: Litt gress festet på en liten grein over elven.

4.5.3 Materiale fraktet med vannet

Organisk materiale fraktet med flomvannet blir skyllet opp langs elvebreddene eller samlet opp i små bakevjer. Slikt materiale ligger ofte som parallelle spor langs elven og er lett å kjenne igjen. Generelt er denne typen flommerker mer korrekte enn organisk materiale som er festet på små busker langs kanalen. Bildet viser en ansamling av blader som flomvannet har avsatt (bilde 4.6).

Sand, silt og leire blir også avsatt langs elvekanalen, og jo finere materialet er jo bedre er det. Fint materiale blir avsatt ved lavere hastighet enn grovt materiale, og vil derfor gi en bedre indikasjon på hvor høyt vannet gikk.



Bilde 4.6: Blader avsatt i en liten bakevje. Vi ser det bøyde gresset til høyre i bildet.

4.5.4 Bøyd vegetasjon langs elveløpet

Myke planter som strå og gress bøyer seg i presset fra vannet, og det gir klare spor etter hvor høy vannstanden var under flommen. Det tar flere uker før vegetasjonen retter seg opp igjen. Ofte finner vi også andre flomavsetninger like ovenfor. Bildet viser en kombinasjon av to flommerker: bøyd gress langs kanalen, og en stripe med organisk materiale avsatt like ovenfor (bilde 4.7).



Bilde 4.7: Bøyd gress langs elvebredden. Bladene finner vi der det bøyde gresset slutter.

4.6 Metode for innsamling og måling av sedimenter på elvebunnen

Elvebunnen er den mest avgjørende faktoren for vannets friksjon på dets vei nedover elven. Gjennomsnittsdiameteren (d_{50}) på steinene er viktig å bestemme. I denne oppgaven ble den minste diameteren til steinen målt. Om vi forestiller oss en sil med masker av ulik størrelse, vil den minste diameteren tilsvare diameteren til den minste masken steinen kan gå gjennom.

Et tilfeldig utvalg av steiner ble valgt ut på følgende måte: operatøren startet ved den ene elvebredden og hånden ble stukket ned i vannet og grep den første steinen den fikk tak i. Deretter flyttet operatøren seg litt utover i elven og gjentok prosedyren. Da operatøren nådde den andre bredden, snudde han og krysset elven tilbake igjen. Slik ble det holdt på til 100 steiner var samlet inn. Det må legges til at den største steinen ble målt, og den ser vi på bildet 4.1. Et utvalg av de aller minste sedimentene ble målt for å være sikker på at det ble et best mulig representativt utvalg.

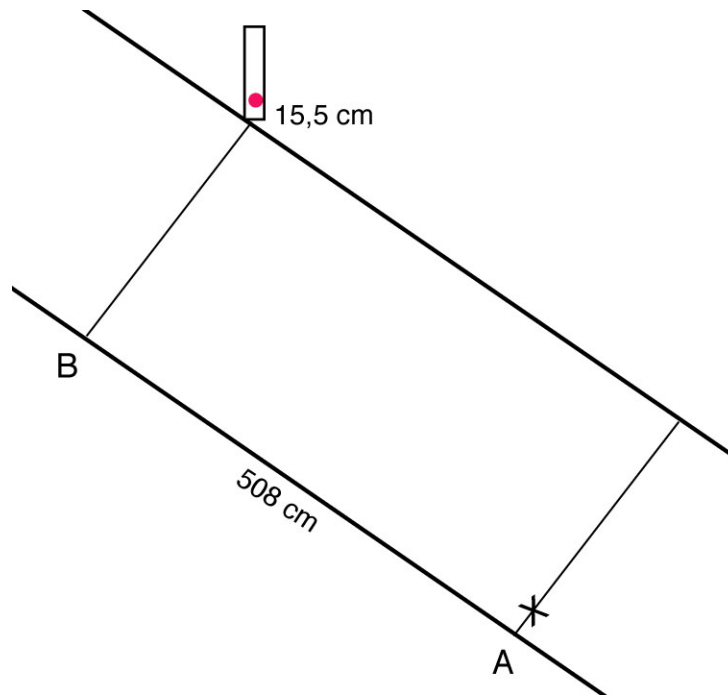
For å beregne d_{50} ble diameteren på alle steinene summert, og summen ble delt på antall målinger. D_{50} for tverrprofilen ble 65 mm. Det blir anslått at feilmarginen på målingene ligger et sted mellom 5-10 %.

Tabell 4.1: Oversikt over bunnsedimentene, målingene er i cm.

| | | | |
|----------------------|-----|-----|------|
| 1,0 | 3,6 | 5,0 | 8,2 |
| 1,2 | 3,6 | 5,0 | 8,2 |
| 1,2 | 3,6 | 5,2 | 8,4 |
| 1,4 | 3,8 | 5,2 | 8,4 |
| 1,8 | 4,0 | 5,4 | 9,2 |
| 1,8 | 4,0 | 5,6 | 9,4 |
| 1,8 | 4,0 | 5,6 | 9,6 |
| 2,0 | 4,2 | 5,6 | 9,6 |
| 2,0 | 4,2 | 5,6 | 9,8 |
| 2,0 | 4,2 | 6,0 | 9,8 |
| 2,2 | 4,2 | 6,0 | 9,8 |
| 2,2 | 4,2 | 6,2 | 11,0 |
| 2,4 | 4,2 | 6,4 | 11,0 |
| 2,4 | 4,2 | 6,6 | 11,2 |
| 2,4 | 4,2 | 6,8 | 11,4 |
| 2,6 | 4,6 | 6,8 | 12,2 |
| 2,6 | 4,6 | 6,8 | 13,4 |
| 2,6 | 4,6 | 7,0 | 13,4 |
| 2,8 | 4,6 | 7,0 | 13,6 |
| 3,0 | 4,8 | 7,2 | 13,8 |
| 3,0 | 4,8 | 7,2 | 13,8 |
| 3,0 | 4,8 | 7,2 | 14,0 |
| 3,0 | 4,8 | 7,4 | 22,6 |
| 3,0 | 5,0 | 7,6 | 26,8 |
| 3,6 | 5,0 | 7,6 | 43,0 |
| Gjennomsnitt: 6.5 cm | | | |

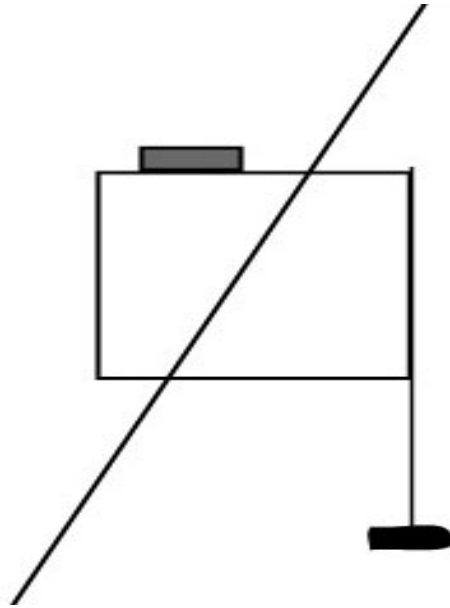
4.7 Metode for måling av helningen på elven

Mangel på utstyr gjorde at operatøren selv måtte konstruere en metode for måling av helningen på elven (figur 4.2). Vannflaten ble rekonstruert ved å bruke de observerte flommerkene. Punkt A er tverrsnittet i elven operatøren valgte for undersøkelsen, og punkt B er lokalisert ved de flommerkene som ble observert 508 cm nedenfor punkt A. Det var tydelige flommerker ved begge punktene.



Figur 4.2: Skisse over målingen av helningen på vannoverflaten. I krysset ved punkt A ble laseren plassert, og på linjalen i punkt B er laseren markert med et sirkulært treffpunkt.

I punkt B ble en 30 cm lang og 4 cm bred linjal laget i tre stilt loddrett. Det ble gjort ved å presse linjalen ned i bakken og justere den vertikalt etter et lite lodd som var festet på linjalen. Linjalen hadde påskrevet tydelige tall og streker. I punkt A ble en laser plassert vannrett ved hjelp av det samme prinsippet (figur 4.3). Et rektangulært objekt i form av et cd-cover ble stilt vannrett, og laseren ble lagt oppå objektet. Laseren ble så siktet inn på linjalen, og punktet rett under treffpunktet til laseren ble avlest. Laserstrålens diameter var 0,5 cm, og avstanden fra sylinderkanten rundt laserstrålen og inn til selve strålen var 0,5 cm. Høyden fra flommerket og opptil punktet laseren traff var 15,5 cm. Feilmarginen anses til å være +/- 1,0 cm.



Figur 4.3: Laseren og en stein bundet fast i et tau ble festet på et cd-cover. På denne måten ble laseren orientert vannrett.

$$s = 15,5 \text{ cm} / 508,0 \text{ cm} = 0,0305$$

Sinusen til helningsvinkelen er 0,0305.

4.8 Metode for bestemmelse av gjennomsnittsdybden

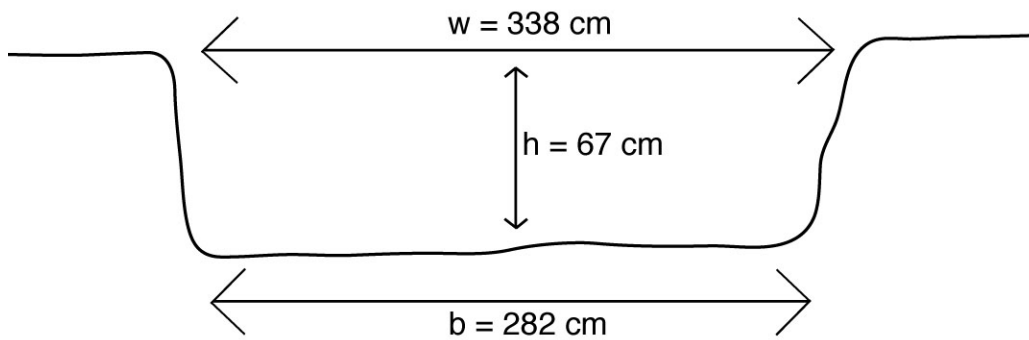
Gjennomsnittsdybden må beregnes av operatøren. Det er anbefalt å gjøre minst 6 målinger av dybden i tverrsnittet til beregningen (Goudie 1994), og det ble utført 7 målinger i det 282 cm brede tverrsnittet (figur 4.4).

Først ble en snor spent over elven og festet nøyaktig i samme høyde som flommerkene. Snoren ble strammet godt til, og for enkelthets skyld blir snoren antatt å være helt horisontal.

Et stivt målebånd i metall ble brukt til å måle dybden med. Målebåndet var 1 cm bredt, og på enden er det et metallfeste med en tapp som er orientert vinkelrett på målebåndet. Tappen er 0,5 cm lang.

Når man skal måle dybden på elven, er problemet at det er vanskelig å definere hva som er bunnen av elven. Bunnen er svært ujevn på grunn av alle sedimentene. Operatøren definerte bunnen som der målebåndet naturlig stoppet imellom steinene. Dermed ble det

passet på at målebåndet alltid var mellom steinene og ikke oppå. På grunn av usikkerheten med å definere og avgjøre hva som er bunnen i elven, ble målebåndet vertikalstilt ved øyemål. Feilmarginen ved at målebåndet ikke var helt vertikalt er ubetydelig i forhold til problemene knyttet til å måle fra bunnen av elven.



Figur 4.4: w = bredden av elven målt fra flommerke til flommerke, b = grunnbredden og h = gjennomsnittsdybden.

Gjennomsnittsdybden ble funnet til å være 67 cm.

Tabell 4.2: Tabellen viser dybdene i tverrsnittet.

| Måling av dybder i cm | |
|-----------------------|-------|
| | 59 |
| | 62 |
| | 64 |
| | 67 |
| | 69 |
| | 73 |
| | 75 |
| sum | 469 |
| Gjennomsnitt | 67 cm |

4.9 Metoder for bestemmelse av Mannings n

Mannings formel for strøm i åpne kanaler ble for første gang presentert 4. desember 1889 i Irland (Manning 1889), og den brukes fremdeles i dag. Den generelle formelen til Manning er (*op cit.* 1889):

$$Q = \frac{AR^{2/3}s^{1/2}}{n}$$

Q = avrenningen, A = arealet av tverrsnittet, R = den hydrauliske radiusen, s = energigradienten, og den er den samme som helningen på vannoverflaten, og n = Mannings ruhetskoeffisient.

Formelen var basert på studier i rør, og utviklet for ensartede strømforhold der vannoverflaten og friksjonshelningen er parallell til elvebunnen. Videre skal arealet av tverrsnittet, den hydrauliske radiusen og dybden i elven være konstant gjennom hele elvesegmentet. I dag er Mannings formel sannsynligvis den mest populære metoden for beregninger av strøm i åpne kanaler (Trieste 1995). Den er lett å bruke og gir resultater som strekker seg fra brukbare til nøyaktige.

Resultatene fra Mannings formel er sterkt avhengige av n -verdien, og bestemmelsen av n -verdien er vel så mye en kunstform som vitenskap (Trieste 1995). En rekke tilgjengelige kilder tilbyr veiledning i utvelgelsen av n -verdien (Chow 1959, Dalrymple 1967).

I oppgaven er det brukt to metoder for å bestemme ruhetskoeffisienten n . Den ene metoden baserer seg på observasjoner av 5 egenskaper til elvekanalen, der hver egenskap gir en viss verdi. Alle verdiene blir så summerte for å gi n -verdien.

Den andre metoden er en matematisk modell som baserer seg på noen nøkkelobservasjoner i elvekanalen. Dataene fra observasjonene settes inn i en vel utprøvd matematisk formel, og resultatet blir en beregnet n -verdi.

Hver metode har fordeler og ulemper, og disse blir diskutert hver for seg.

4.9.1 Bestemming av n ved bruk av Cowans prosedyre

Cowan har lagd et system for å beregne n -verdien ut fra observerte egenskaper ved elvekanalen (Chow 1959). Han beskrev flere primære faktorer som påvirker ruhetskoeffisienten, og utviklet en prosedyre for beregningen av n -verdien. Seks sentrale

egenskaper ved elvekanalen gies en verdi basert på operatørens observasjoner. Tabellen gir forslag til inndelinger og verdiskalaer for hver egenskap (tabell 4.3).

Svakhetene med metoden er at det kreves en del erfaring med å vurdere elvens n-verdi ved hjelp av denne metoden. Etter å ha studert standardbilder av elver med fastsatte n-verdier, ble det gjort et forsøk med denne metoden i felt. Sagbekken er en grei elv å gjøre denne type observasjoner i. På grunn av liten erfaring med denne typen observasjoner, har n-verdien beregnet ved denne metoden ikke blitt benyttet i utregningene.

Cowans prosedyre for beregning av n-verdien (tabell 4.3), studentens vurderinger:

Materiale involvert, n0: Det er stort sett stein på elvebunnen, og det gjenspeiles i den gjennomsnittlige diameteren på elvebunnen på 67 mm. *Verdi: 0,022*

Irregularitetsgrad, n1: Elveseksjonen har liten grad av irregularitet. Det er kun små variasjoner i elvens løp. *Verdi: 0,005*

Variasjoner i tverrsnittet på kanalen, n2: I den utvalgte delen av elven er det ingen store variasjoner i tverrsnittet til elvekanalen, og operatøren har vurdert den til å veksle av og til. *Verdi: 0,005*

Hindringers relative effekt, n3: Hindringen som er i elvekanalen er noen store blokker og en og annen trestamme ned i elven. Effekten er vurdert som liten. *Verdi: 0,012*

Vegetasjon, n4: Det er lite vegetasjon som hindrer vannet å strømme gjennom elvekanalen. Vegetasjonen finnes i øvre del av sidene i kanalen, og stort sett er det torv eller gress. Effekten av vegetasjonen er vurdert som lav. *Verdi: 0,008*

Meandreringsgrad, n5: Elven meandrer ikke, og kanalbetingelsen skal bare brukes i meandrerende elvekanaler. *Ingen verdi.*

Dette gir en n-verdi for den undersøkte elven på 0,052.

Tabell 4.3: Tabell over Cowans prosedyre for beregning av n-verdien.

| Kanalbetingelser | | Verdier | |
|---|-------------------|---------|-------------|
| Materiale Involvert | jord | n0 | 0,020 |
| | stein | | 0,022 |
| | fin grus | | 0,024 |
| | grov grus | | 0,028 |
| Irregularitetsgrad | jevn | n1 | 0,000 |
| | liten | | 0,005 |
| | moderat | | 0,010 |
| | kraftig | | 0,020 |
| Variasjoner i tverrsnittet av Kanalen | gradvis | n2 | 0,000 |
| | veksler av og til | | 0,005 |
| | veksler ofte | | 0,010-0,015 |
| Hindrings relative effekt | ubetydelig | n3 | 0,000 |
| | liten | | 0,010-0,015 |
| | merkbar | | 0,020-0,030 |
| | kraftig | | 0,040-0,060 |
| Vegetasjon | lav | n4 | 0,005-0,010 |
| | medium | | 0,010-0,025 |
| | høy | | 0,025-0,050 |
| | meget høy | | 0,050-0,100 |
| Meandreringsgrad | liten | n5 | 1,000 |
| | merkbar | | 1,150 |
| | kraftig | | 1,300 |

4.9.2 Bestemmelse av n ved bruk av matematiske beregninger

Formlene består av ulike variabler, og d_{50} , helningsvinkelen på vannoverflaten og gjennomsnittsdybden ble beregnet av operatøren slik det er beskrevet i tidligere avsnitt. Der ikke annet er oppgitt, kan det sies at hele avsnittet er hentet fra Chow (1959).

Resten av utregningene er utført av studenten. Variablene er forklart i eget avsnitt.

Følgende to forutsetninger ligger til grunn for utregningene:

1. Blandingslengden er proporsjonal med y . Blandingslengden er vannlagene som blir påvirket av turbulens.
2. Skjærspenningen er konstant. Siden skjærspenningen på kanaloverflaten er lik enhetstrekkraften, vil det gi skjærspenningen = grenseskjærspenningen.

Det er ulike metoder for å beregne egenskaper ved elven, og de ulike metodene opererer med litt forskjellige variabler. Uten videre kan ikke verdiene for variablene i en metode overføres til andre metoder, og det har seg slik at samme variabel har ulike benevnelser fra metode til metode. I dette kapittelet vil det derfor forekomme flere ulike benevnelser for den samme variabelen.

På grunn av nøyaktigheten i utregningene, er det valgt å bruke 3 desimaler. Alle målinger av dybde, kornstørrelse og helningsvinkel er gjort i tilknytning til tverrprofilet som ble valgt for undersøkelsen. Heretter blir det bare omtalt som tverrprofilet.

Her følger en liste over variablene, de tilhørende verdiene og likningene som er brukt i utregningen:

$s = 0,0305$, s er sinusen til helningsvinkelen på vannoverflaten

$h = 0,67 \text{ m}$, h er gjennomsnittsdybden i tverrprofilet

$b = 2,82 \text{ m}$, b er bredden på grunnbredden av tverrprofilet

$y = h$, y er en annen benevnelse for gjennomsnittsdybden

$k = 0,065 \text{ m}$, k er den gjennomsnittlige diameteren på sedimentene i tverrprofilet

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$, g er tyngdeakselerasjonen

$R = 0,457 \text{ m}$, se avsnitt 4.10.1 for nærmere forklaring av R

v = strømhastigheten

V_f = friksjonshastigheten

$V_f = (gRs)^{1/2}$

n = Mannings ruhetskoeffisient i elvekanalen

$$n = \frac{(x-1)y^{1/6}}{6,78(x+0,95)}$$

6,78(x+0,95), tallene 6,78 og 0,95 er konstanter, men det er utover oppgaven å drøfte det empiriske grunnlaget for disse verdiene.

Det er en logaritmisk forandring i strømhastigheten i distanse fra elvebunnen, og på en viss dybde vil gjennomsnittshastigheten og strømhastigheten være lik. Denne posisjonen ligger på rundt 0,6 av distansen fra vannoverflaten til bunnen. Undersøkelser har vist at et gjennomsnitt av strømhastigheten henholdsvis 2/10 og 8/10 fra vannoverflaten gir et resultat nært opptil gjennomsnittshastigheten (Leopold *et al.* 1964).

Først skal hastigheten til elven beregnes for de ovenfor nevnte dybdene. $V_{0,2}$ er hastigheten 2/10 under overflaten av dybden h, og $v_{0,8}$ er hastigheten 8/10 under overflaten av dybden h.

$$v_{0,2} = 5,75 V_f \frac{\log 24y}{k}$$

$$v_{0,8} = 5,75 V_f \frac{\log 6y}{k}$$

5,75 er en konstant, men det faller utenfor oppgaven å drøfte det empiriske grunnlaget for denne konstanten.

Siden friksjonshastigheten går igjen i begge leddene, beregnes den først:

$$V_f = (gRs)^{1/2} = (9,81 \text{ m/s}^2 * 0,457 \text{ m} * 0,0305)^{1/2} = \underline{0,37}$$

Friksjonshastigheten multipliseres med 5,75:

$$5,75 * 0,35 = 2,13$$

$$v_{0,2} = 2,13 * \frac{\log 24y}{k} = 2,13 * \frac{\log 24 * 0,67}{0,065} = 39,53$$

$$v_{0,8} = 2 * \frac{\log 6y}{k} = 2 * \frac{\log 6 * 0,67}{0,065} = 19,80$$

X representerer forholdet mellom de to hastighetene:

$$x = v_{0,2}/v_{0,8} = 37,116/18,592 = 2,0$$

Disse verdiene settes så inn i likningen for å finne verdien for n:

$$n = \frac{(x-1)y^{1/6}}{6,78(x+0,95)} = \frac{(1,996-1)0,67^{1/6}}{6,78(1,996+0,95)} = \frac{0,932}{19,974} = 0,047$$

Den beregnede n-verdien er altså $n = 0,047$. N-verdien er veldig sentral, og vil bli brukt i andre utregninger senere. Den visuelle beregningen av n-verdien ved hjelp av Cowans tabell ga $n = 0,052$ (avsnitt 4.9.1). Det kan virke som at forskjellen er ubetydelig, men konsekvensene for utregningene blir store. Vi vil senere se at n-verdien er plassert i nevneren i brøken, og der vil selv små forskjeller gi store utslag.

Det er mange kilder for operatørfeil i denne metoden, men det er viktig å utføre alle målingene så nøyaktig så mulig. Den praktiske grensen for hvor nøyaktig målingene kan bli, er bestemt av måleutstyret. Ut fra de tilgjengelige redskapene, har alle målingene blitt gjort så nøyaktige som mulig.

4.10 Beregning av strømhastigheten

Etter at ruhetskoeffisienten for elvebunnen i form av n-verdien er beregnet, er vi nærmere målet med å beregne den totale avrenningen under middelflommen i Sagbekken. Det er enda noen mellomregninger før avrenningen kan beregnes, og gjennomsnittsfarten på elven er den neste variabelen som står for tur.

Det er verd å nevne at strømhastigheten her ikke er den samme som i forrige avsnitt, for de baserer seg på helt forskjellige variabler.

Men først kommer en oversikt over alle variablene og de verdiene som blir benyttet i dette avsnittet.

A = arealet av tverrsnittet

b = 2,82 m , grunnbredden i elvekanalen

h = 0,67 m , gjennomsnittsdybden i tverrsnittet

n = 0,047 , Mannings ruhetskoeffisient

P = omkretsen på tverrsnittet

R = den hydrauliske radiusen

s = 0,0305 , sinusen til helningsvinkelen på vannoverflaten

v = den gjennomsnittlige strømhastigheten

4.10.1 Strømhastigheten

Beregninger av strømhastigheten refererer til vannprismet og et antatt vannprisme under den morfologiske definerte elvebredden, og de er innbyrdes

beslektet gjennom motstandslikningen til Manning (Goudie 1994):

$$v = \frac{R^{2/3} s^{1/2}}{n}$$

A, P og R er relatert til dybden på elven h gjennom hjelpelikninger, og de er avhengige av formen på tverrsnittet av elven. For en trapesoidisk kanal, som Sagbekken, med bunnbredde b, vil hjelpelikningene være (Beven *et al.* 1989):

$$A = (b+sh)h = bh+sh^2$$

$$P = b+2h(1+s^2) = b+2h+2hs^2$$

$$R = A/P$$

Vi setter inn verdiene vi allerede har beregnet eller målt

$$A = bh+sh^2 = (2,82 \text{ m} \cdot 0,67 \text{ m}) + (0,0305 \cdot (0,67 \text{ m})^2) = 1,89 \text{ m}^2 + 0,014 \text{ m}^2 = 1,90 \text{ m}^2$$

$$P = b+2h+2hs^2 = 2,82 \text{ m} + 1,34 \text{ m} + 0,001 \text{ m} = 4,16 \text{ m}$$

$$R = A/P = 1,90/4,16 = \underline{0,457 \text{ m}}$$

Den hydrauliske radiusen viser seg å være 0,457 m.

Da henter vi tilbake Mannings motstandslikning, og setter inn verdien for R:

$$v = \frac{R^{2/3} s^{1/2}}{n} = \frac{0,457^{2/3} \cdot 0,0305^{1/2}}{0,047} = \underline{2,21}$$

Farten på elvestrømmen var altså 2,2 m/s.

4.11 Den maksimale avrenningen

Nå skulle alle nødvendige utregninger være gjort for å kunne beregne den maksimale avrenningen under vårflommen i Sagbekken. Det poengteres at det er en "at-a-station beregning", og det vil si at grunnlaget for beregningene bare er tverrprofilen og ikke lengre deler av elvekanalen.

Nå er alle variablene klare, og her følger listen over verdiene på variablene som blir bukt i avsnittet:

Q = den maksimale avrenningen i m^3/s

$A = 1,90 m^2$

$P = 4,16 m$

$R = 0,457 m$

$s = 0,0305$

$n = 0,047$

Den maksimale avrenningen for en gitt flom er gitt med Mannings formel (Beven *et al* 1989):

$$Q = Av = \frac{AR^{2/3}s^{1/2}}{n}$$

Ved å sette hjelpe ligningene fra avsnittet om strømhastigheten inn i Mannings formel, samle alle geometriske parametere på høyre siden og dele på $b^{8/3}$ på begge sider, får vi likningen (Beven *et al* 1989):

$$\frac{Qn}{b^{8/3}s^{1/2}} = \frac{(b+sh)^{5/3}h^{5/3}}{b^{8/3}[b+2h(1+s^2)]^{2/3}}$$

$$\frac{Q \cdot 0,047}{2,82^{8/3} * 0,0305^{1/2}} = \frac{(2,82+0,0305*0,67)^{5/3} * 0,67^{5/3}}{2,82^{8/3} [2,82+2*0,67(1+0,0305^2)]^{2/3}}$$

$$\frac{Q \cdot 0,047}{2,77} = \frac{2,922}{42,587}$$

$$Q = \underline{4,0 m^3/s}$$

Under vårflommen våren 2000 hadde sannsynligvis Sagbekken en maksimal avrenning på rundt $4 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.12 Bruk av Shields diagram for å beregne Sagbekkens kompetanse

En elvs kompetanse er uttrykk for de største sedimentene elven kan frakte med seg. Med dette menes sedimenter som er i full bevegelse. Partikler i full bevegelse er partikler som enten svever fritt i vannmassene eller som ruller på elvebunnen. Partikler som hopper langs elvebunnen, kalt saltasjon, partikler som blir truffet av andre partikler og dermed flytter seg, eller partikler som rykkvis flytter seg er ikke definert som partikler i full bevegelse (Boggs 1995).

I Shields diagram er det beregnet en sammenheng mellom partikkelstørrelse og strømhastigheten (Shields 1936, Boggs 1995). Det er et relativt komplisert grunnlag som ligger bak empirien som er grunnlaget for diagrammet, og igjen faller nærmere kommentarer om dette utenfor denne oppgaven. Der ikke annet er oppgitt, er hele avsnittet hentet fra Boggs (Boggs 1995).

Derimot vil det bli gitt korte forklaringer på de ulike variablene og utregningene fram mot svaret. Først kommer en oversikt over de ulike variablene og verdiene fra tidligere avsnitt som kan brukes videre her:

d = partikkeldiameteren, det er den som gir kompetansen til elven

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$, tyngdeakselerasjonen

R = Reynolds nummer, et uttrykk for partikkelstørrelsen

$R_h = 0,457 \text{ m}$, den hydrauliske radiusen

$s = 0,0305$, sinusen til gradienten på vannoverflaten

$v = 2,2 \text{ m/s}^2$, strømhastigheten

u = hastigheten til væsken, $u = v$ på overflaten av elven

U = skjærhastigheten

$h_{\max} = 0,74 \text{ m}$, den dypeste delen i tverrprofilet

$h = 0,67 \text{ m}$, gjennomsnittsdybden i tverrprofilet

y = den vertikale avstanden mellom lagene i en laminar strøm, $y = h$ for avstanden mellom det øverste og nederste laget.

μ = dynamisk viskositet

ν = kinematisk viskositet

θ = dimensjonsløs skjærspenning

$\rho = 0,998$, tettheten til væsken og tettheten til vann er 998 kg/m^3

ρ_s = partikkeltettheten, her brukes et gjennomsnitt av tetthetene til de dominerende bergartene i feltområdet. I feltområdet er den $2,7 \text{ kg/l}$

τ_0 = skjærspenning

τ = grenseskjærspenning

4.12.1 Beregning av kompetansen

På grunn av praktiske hensyn, blir det regnet med flere desimaler enn det som står oppskrevet i avsnittet her. Desimalavrundinger er gjort etter studentens egne vurderinger, og dermed vil svarene være mer nøyaktige enn det svar man får ved å bruke kun de avrundede verdiene.

Det er logaritmisk skala på både x-aksen og y-aksen. Diagrammet fungerer slik at vi regner ut verdien på x-aksen og y-aksen og merker av krysningspunktet.

X-aksen i Shields diagram har verdien:

$$R = \frac{Ud}{v}$$

Y aksen har verdien:

$$\theta = \frac{\tau}{(\rho_s - \rho)gd}$$

Her er det en rekke variabler som må beregnes før utregningene kan gjøres. Hjelpeligninger må benyttes for å finne verdien til de ulike variablene, og i hjelpeligningene får vi bruk for flere av variablene som er blitt brukt i tidligere avsnitt.

Når en væske flyter over elvebunnen, vil en spenning fra elvebunnen virke i motsatt retning enn bevegelsen til væsken. Denne spenningen kalles for grenseskjærspenningen, og den er definert som kraft per arealenheter parallell til elvebunnen. Hjelpeligningen for grenseskjærspenningen er:

$$\tau = \rho_s R_h s$$

Vi kjenner alle variablene her, og setter tallene rett inn i ligningen:

$$\tau = \rho_s R_h s = 0,998 * 0,457 * 0,0305 = \underline{0,014}$$

Verdien for grenseskjærspenningen er 0,014.

Tallene blir heretter satt rett inn i hjelpeligningene.

Viskositeten blir bestemt av skjærspenningen per arealenhet som trengs for å produsere et gitt skjær. Den dynamiske viskositeten er motstanden til forandring i formen som skjer ved bestemte hastigheter under strømming. Den er definert som forholdet mellom skjærspenningen og raten av deformasjonen av væsken:

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy}$$

Vi setter $du =$ strømhastigheten på overflaten, og $dy =$ gjennomsnittsdybden på tverrprofilen.

Ved å sette inn $du = v$, og $dy = y$ får vi:

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy} = \frac{\tau}{v/y} = \frac{\tau y}{v} = \frac{0,11 * 0,67}{2,06} = \underline{0,004}$$

Den dynamiske viskositeten er 0,004.

Grenseskjærspenningen på elvebunnen er en funksjon av skjærhastigheten. Skjærhastigheten er en viktig faktor i sedimenttransporten, og spiller en viktig rolle i å transportere sedimentene nedover elven. Skjærhastigheten er gitt ved:

$$U = \tau / \rho_s^{1/2} = (0,014 / 0,998)^{1/2} = \underline{0,11}$$

Skjærhastigheten er 0,11.

Viskositeten minker ved synkende temperatur. Siden både tetthet og dynamisk viskositet påvirker væskens strømminger, blir disse to parametrene kombinert i kinematisk viskositet.

Den kinematiske viskositeten er forholdet mellom den dynamiske viskositeten og tettheten, og den blir uttrykt:

$$\nu = \mu/\rho = 0,004/0,998 = \underline{0,004}$$

Den kinematiske viskositeten er 0,004.

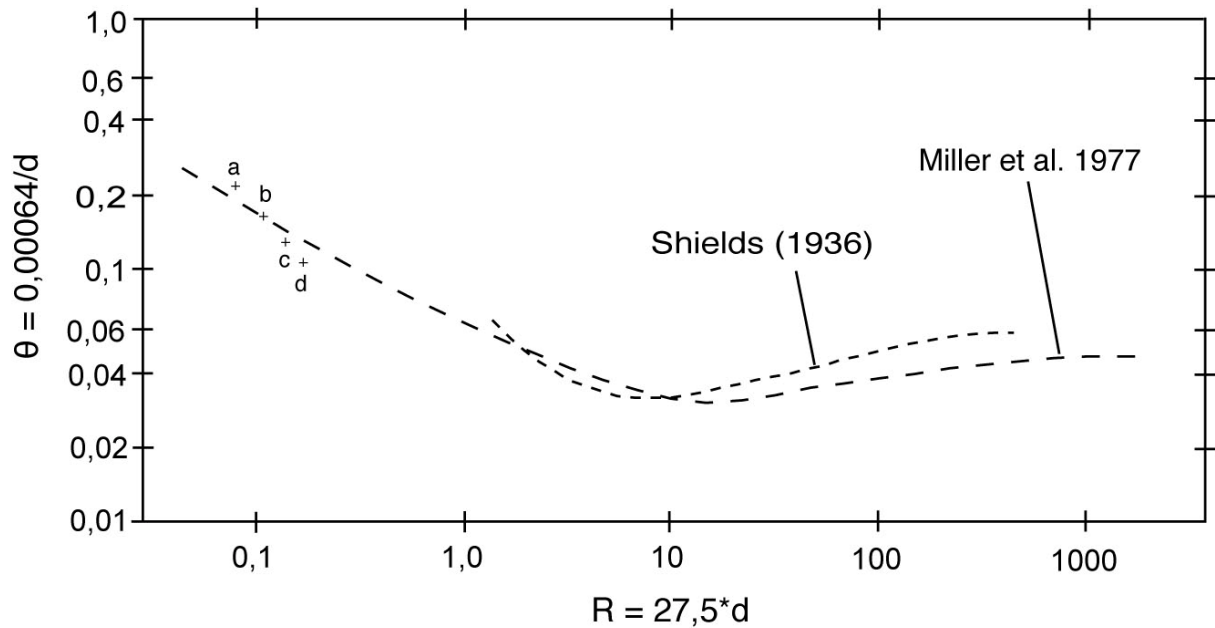
Da er alt klart for å beregne kompetansen til Sagbekken. Det første som gjøres er å forenkle ligningene i Shields diagram, og vi begynner med x-aksen:

$$R = \frac{Ud}{\nu} = \frac{0,11d}{0,004} = 27,5d$$

Siden vi skal finne d kan vi regne ut resten og bare variere d, og på samme vis forenkles y-aksen:

$$\theta = \frac{\tau}{(\rho_s - \rho)gd} = \frac{0,012}{18,659d} = 0,001/d$$

Shields diagram fungerer slik at punkter som ligger ovenfor kurven indikerer partikler i full bevegelse, og punkter som faller under kurven indikerer ingen bevegelse. Eller bevegelser som ikke regnes som full bevegelse.



Figur 4.5: Shields diagram: Vi ser fra diagrammet Miller sin linje. Punkter over denne linjen indikerer partikler i full bevegelse. Punkt a og b ligger henholdsvis rett over eller på Millers linje.

Tabell 4.4: Verdiene for ulike partikkeldiametre

| | a: 0,003 m | b: 0,004 m | c: 0,005 m | d: 0,006 m |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| $R = 27,5*d$ | 0,083 | 0,11 | 0,13 | 0,17 |
| $\theta = 0,00064/d$ | 0,214 | 0,161 | 0,129 | 0,107 |

Ved å variere partikkeldiameteren, viste resultatene at partikler med diameter på 0,004 m faller omtrent på Millers linje, mens partikler med en diameter på 0,005 m akkurat kommer under linjen (figur 4.5). En diameter på 0,006 m faller godt under linjen, og en diameter på 0,003 vil gi et punkt over linjen.

Konklusjonen er at Sagbekkens kompetanse ved middelflom er 4 mm +/- 1 mm. Det er jo et svar som ikke er helt urimelig tatt i betraktning kornstørrelsen på sedimentene langs og i elven. Det er lite sand i elvebunnen, og det passer godt med at elven har kompetanse til å transportere denne sanden. Flomsedimentene langs elven gir også en god indikasjon på at kompetansen til Sagbekken er oppimot 5 med mer under middelflom.

4.13 Oppsummering

Resultatene ser ut til å være fornuftige. En nøyaktig måling av strømhastigheten under vårflommen ville selvfølgelig vist om resultatene er gode, men akkurat det forblir uprøvd. Dermed kan ikke resultatene her i kapittelet prøves opp mot noe, men at metoden virker har utallige forsøk i USA allerede vist.

Beregningene for den maksimale avrenningen under vårflommen 2000 ga et resultat på rundt 4 m/s^3 , og det står i stil med strømhastigheten. Middelflommen i Sagbekken fyller hele den naturlige elvekanalen, og bare når flommen er av større omfang enn middelflom vil elven renne utover elvebreddene.

Dette ser vi tydelig i det denne oppgaven definerer som flomkanalen, og der er mesteparten av sedimentene elven bærer med seg avsatt. Grunnen til at det er så lite sand i kjerneprøvene fra Butjønna kan forklares med at sanden blir avsatt rundt elvekanalen under storflom. Der er det mye vegetasjon som skaper stor motstand for vannet.

Sagbekkens kompetanse anslåes til å være $4 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Det er en feilmargin på 20 %, men det er akkurat det samme som største avvik på flomberegninger gjort i USA etter samme modell. Det er en del feilkilder i et slikt prosjekt, men likevel har resultatene vært svært positive. En svakhet er at ingen av resultatene har blitt prøvd ut mot andre resultater.

De nødvendige prosedyrene for å fullføre et slikt prosjekt har vært relativt enkle å følge.

5 Analyse av sedimentkjernene

5.1 Introduksjon

Denne oppgavens resultater hviler i stor grad på analysene av de to sedimentkjernene, og det har derfor vært svært viktig å behandle sedimentkjernene riktig. Prosedyrene har blitt utført så korrekt og så nøyaktig som mulig. Dette kapittelet tar for seg måten kjernene har blitt behandlet på, og alle de ulike analysene kjernene har vært gjennom. Det kommer fram at det er overveiende sannsynlig at alle de minerogene lagene i kjernene er flomsedimenter.

Hvordan denne påstanden begrunnes, vil resultatene fra analysen av kjernene vise i senere avsnitt. Alle dataene fra analysene blir presentert i sin helhet i vedleggene (appendiks I-IV).

5.2 Sedimentkjernenes lokalitet i Butjønn

Butjønn egner seg godt til kjerneprøvetaking, og sommeren 2000 ble det tatt to sedimentkjerner fra Butjønn som ble betegnet henholdsvis Butjønn 1 og Butjønn 2. Som navnet indikerer ble Butjønn 1 tatt først, og den ble tatt midt i vannet på 8 m dyp. Butjønn 1 var 513 cm lang. Butjønn 2 på 531 cm ble tatt lenger vekk fra elvemunningen på 7 m dyp, og med den tanken at den skulle vise hvordan sedimentasjonen av flomlag i Butjønn avtok i avstand fra elvemunningen.

5.3 Behandling av sedimentkjernene

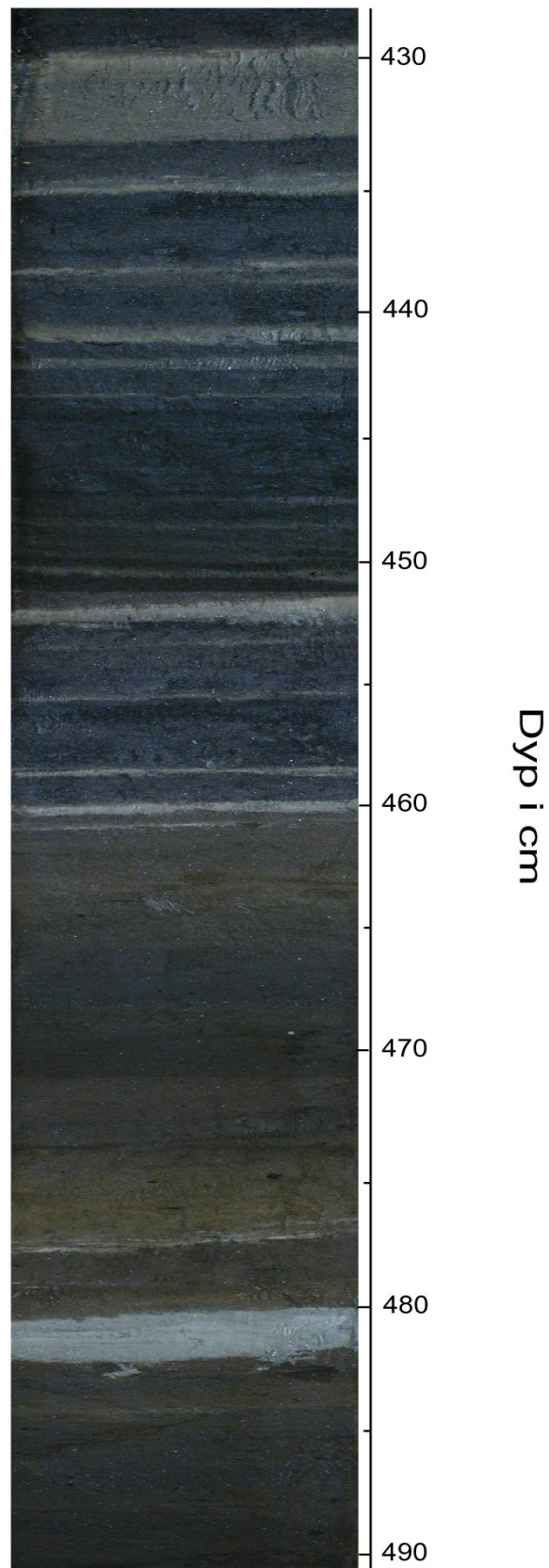
I avsnitt 3.5 ble det nevnt hvor viktig det er å behandle sedimentkjernene riktig for å unngå og skade sedimentene, og det første punktet etter prøvetakingen var å sikre kjernene for videre transport tilbake til Bergen. Etter at kjernene ble tatt opp fra vannet, ble den øverste enden fylt i med papir for å hindre sig av sedimentene. De to plastrørene med kjernene i ble så delt i to og alle endene ble tettet igjen med en plastbunn. Plastbunnene ble teipet grundig fast, og kjernene ble transportert til Bergen..

Oppbevaringen av sedimentkjernene er viktig, og de må ikke oppbevares i varme rom. Årsaken til det er faren for soppdannelse og videre nedbryting av det organiske materialet. Sedimentkjernene ble oppbevart kjølig og rørene var lufttette.

Begge kjernene ble åpnet på denne måten: Kjernene ble lagt ned på noen støtter på gulvet og en strek ble tegnet på litt ovenfor midten av kjernen. Vi kan forestille oss en korde gjennom røret, og delen avskåret av korden ble saget vekk med en sirkelsag. Kjernen ble så

lagt opp på et bord for nærmere visuell analyse. En linjal i form av klistremerker ble limt på utsiden av røret og påført korrekt mål i cm.

Etter å ha delt kjernen, lagt den på et arbeidsbord og satt på lengdemål var den klar for videre arbeid. Først ble alle rester av røret fjernet, og samtidig ble overflaten på kjernen bearbeidet slik at den var horisontal og i samme nivå som resten av røret den lå i. Lagdelingen i kjernene var forbausende klar, og det gjorde analysearbeidet enklere (bilde 5.1)



Bilde 5.1: I dette utsnittet fra Butjønn 1 ser vi den klare lagdelingen. Under oppdelingen av kjernen ble det bekreftet at alle lagene er nesten helt horisontale.

Variasjoner i farge og lagdeling ble klart synlig etter denne behandlingen. Alle visuelle egenskaper ved kjernene ble loggført på millimeterark, og fargekodene ble bestemt ved hjelp av et Munsell fargekart (Munsell 1905). Fargesystemet ble utviklet av Munsell i 1905 og identifiserer farge ved hjelp av tre attributter: nyanse, verdi og kroma. For å støtte den visuelle loggføringen, ble det tatt bilder av kjernen.

Rutinene for videre analyse av kjernene var derimot litt forskjellige, og Butjønna 1 var den første kjernen som ble analysert.

5.3.1 Butjønna 1

Butjønna 1 var 513 cm lang, fordelt på en nedre del på 267 cm og en øvre del på 246 cm. Etter den visuelle loggføringen, ble hele Butjønna 1 delt opp i halvcentimeter store skiver. Over tusen poser ble nummerert, og med arbeidsredskap ble en halvcentimeter store skiver skåret av og lagt i pose etter pose. For å unngå at sedimentene blandet seg, ble redskapene og røret reingjort fortløpende. Posene ble lagt i plastkasser, og når kassene var fulle ble de nummerert og påført lokk.

Til glødetapsanalyse av Butjønna 1 ble hver pose åpnet og sedimentprøvene ble tatt ut med en skei. Sedimentene ble lagt i små keramikkdigler, og skeien ble rengjort. Denne prosedyren ble gjentatt for alle posene. På tilsvarende måte ble sedimentene tatt ut for en karbonanalyse senere. Da arbeidet med Butjønna 1 var ferdig, ble alle kassene med sedimentposene teipet igjen og satt til oppbevaring på et kjølig lager.

5.3.2 Butjønna 2

Butjønna 2 er 531 cm lang og fordelt slik: nedre del 256 cm, og øvre del 275 cm. Butjønna 2 fikk en litt annen behandling enn Butjønna 1, og det skyldes bare at metodene ble forandret i tidsrommet arbeidet ble utført. Da den visuelle loggføringen var ferdig, var turen inne for å ta ut sedimentprøver for glødetapsanalyse.

Denne gangen ble ikke kjernen delt opp, men ved hjelp av en 10 ml stor sprøyte ble sedimentprøvene tatt ut for hver halve centimeter. Bare selve sylindren på sprøyten var i bruk, resten ble skåret vekk med kniv. Ved hjelp av linjalen på utsiden av røret, ble sprøyten ført ned i kjernen på korrekt sted og fylt med 10 ml sediment. Noen ganger var det nødvendig å føre sprøyten ned flere ganger for å få den full. Innholdet i sprøyten ble tømt rett i keramikkdiglene. Kun utsiden av sprøyten ble skitten, og den ble tørket av med papir. Med

en fast mengde sedimenter i hver digel, kan metoden benyttes til tetthetsanalyse også (avsnitt 5.4.5).

Noen problemer dukket opp ved bruk av sprøyte for å hente ut sedimentene. Kompakt leire var vanskelig å få inn i sprøyten, og veldig tørre sedimenter likeså. En brukbar løsning var å fylle sprøyten flere ganger og passe på at det til sammen ble 10ml med sedimenter.

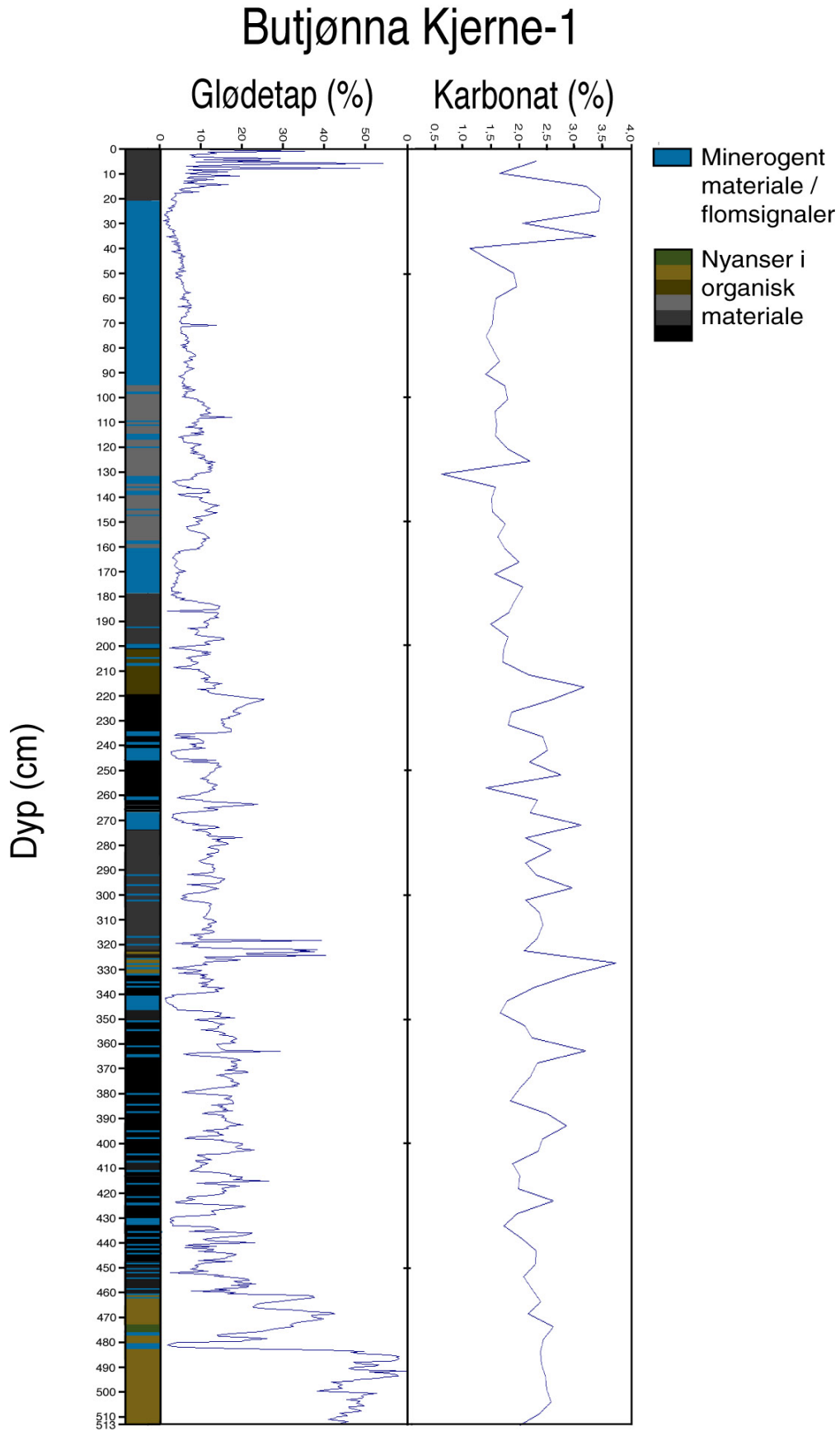
Butjønna 2 ble ikke skivet opp men bevart i sin helhet, og da glødetapsanalysen var ferdig ble plastrøret teipet igjen og oppbevart kjølig. Kjernen ble senere analysert for magnetisk susceptibilitet (avsnitt 5.4.4).

5.4 *Analysene av Butjønna 1 og 2*

Alle analysene av sedimentkjernene er samlet i dette avsnittet, og det er en figur til hver av kjernene. Et bilde viser hvordan kjernens utseende var etter klargjøring. Kommentarer til hver av analysene blir gitt fortløpende.

5.4.1 Logg og glødetap for Butjønna 1

Lagdelingen i kjernen er klar, og den er gjenskapt i loggen (figur 5.1).



Figur 5.1: Den visuelle loggen for Butjønna 1 følger godt variasjonene i glødetapet.

Flommene er øyeblikkshendelser med varighet fra noen timer til flere dager. Sagbekken har så liten vannføring i normale år at det ikke vises noe forskjell i sedimentasjonen i kjernene i årene uten flom. Jo tykkere flomlagene er, jo større har flommen vært. Helt i toppen av kjernen har vi nesten 70 cm lag med minerogent materiale, og det er mest sannsynligvis Storofsen fra 1789. Dette laget vil bli brukt som et fastpunkt kalt Storofsen i aldersmodellen (avsnitt 7.3)

Enkelte variasjoner i fargen på det organiske materialet ser vi også. Spesielt helt i bunn har kjernen et grønnpreg. Det er også den lengste perioden uten spor av flommer i det hele tatt.

Glødetapskurven følger godt nedtegnelsene fra loggen, og viser klare overganger fra organisk til minerogent materiale (figur 5.1). De skarpe skillene mellom flomlagene og det organiske materiale kom klart til syne under skivingen av kjernen. Det viste seg da at flomlagene var oppimot helt horisontale, og det tyder på få eller ingen forstyrrelser av sedimentasjonsmiljøet. Problemstillingen Nesje *et al.* (Nesje *et al.* 1997) stod ovenfor med å definere flomlagene, kan vi med stor sannsynlighet si at ikke eksisterer i kjernene fra Butjønna (avsnitt 1.2.4).

Det hersker liten tvil om at alle de minerogene lagene er flomavsetninger. Grunnlaget for en så sterk påstand er at det ikke er nevneverdig store muligheter for andre kilder til minerogene avsetninger enn elvene Sagbekken og Grimsi (avsnitt 3.4). På grunn av den lave sannsynligheten for andre kilder til det minerogene materialet i Butjønna, faller det vanskelig å komme med andre realistiske forklaringer til dette materialet i Butjønna.

I periodene 320 cm – 330 cm og 460 cm – 513 cm er det et klart grønnskjær i fargen på det organiske materialet (figur 5.1). Vi ser den samme fargen i de samme periodene i Butjønna 2 også (figur 5.2). Hva denne fargen skyldes er uklart, men en tanke kan være at det dreier seg om ekstra varme og produktive perioder. Dersom den uvanlige fargen skulle ha skyldes vokst av terrestriske torvdannende arter, forutsetter det en delvis uttørking av Butjønna (*pers com.* Kristine Fjordheim). Siden det ikke er spor etter torv, anses dette som usansynlig.

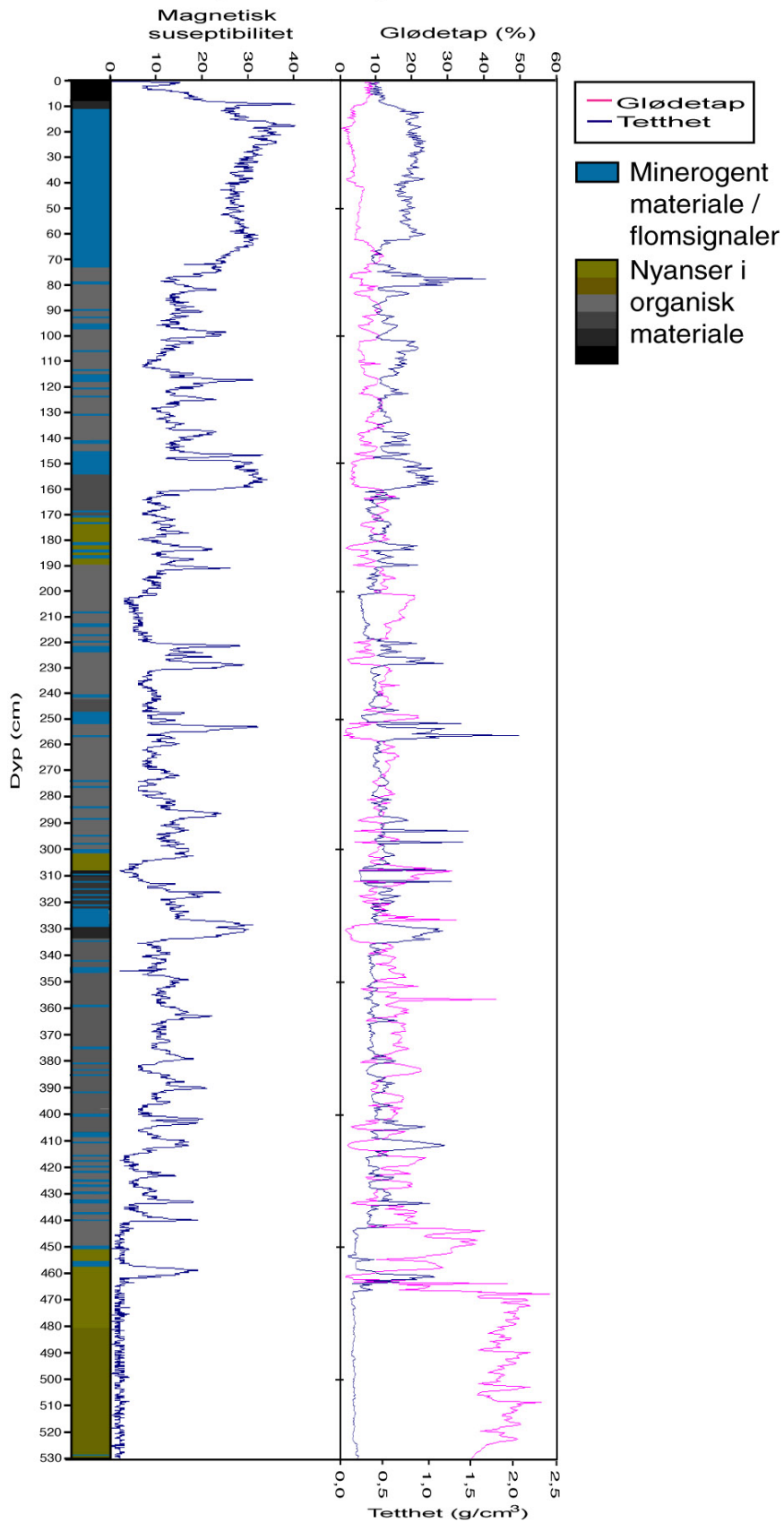
5.4.2 Logg og glødetap for Butjønna 2

En ting vi raskt legger merke til med Butjønna 2 er at den antatte Storofsen kommer tidligere i Butjønna 2 enn i Butjønna 1. Den sistenevnte kjernen er jo nesten 20 cm kortere enn Butjønna 2. Grunnen til det er at Butjønna 2 gikk dypere enn Butjønna 1 og en del av

toppslammet er ikke med i Butjønna 2. Loggen fra Butjønna 2 har mange tynne lag (figur 5.2). De tynneste lagene representerer lag som er fra 1 - 4 mm tjukke, og slike detaljer er for små til å tegnes inn i loggen med riktig størrelse.

Til sammen er det 71 cm med organisk materialet i bunnen av kjernene uten et eneste flomsignal (avsnitt 7.3). Det kan tenkes to grunner til det, enten har det ikke vært noen store flommer i den perioden eller så har Sagbekken hatt et annet løp. Om Sagbekken skulle hatt et annet løp, vil det være vanskelig å forklare det minerogene laget helt i bunnen av Butjønna kjerne 2. Mest sannsynligvis har vi med å gjøre en lang periode uten store flommer (avsnitt 7.3.1)

Butjønna Kjerne-2



Figur 5.2: Loggen fra Butjønna 2 viser klart at de minerogene lagene er tynnere i denne kjernen enn i Butjønna 1.

Helt i bunnen av kjernen mellom 445 cm – 530 cm ser vi en lang periode uten minerogene lag, og fargen på det organiske materialet har et tydelig grønnskjær. Denne grønnfargen finnes bare i en annen periode i kjernen, og det er mellom 300 cm – 310 cm. Tilsvarende grønnfarge så vi i Butjønn 1, og det er grunn til å tro at den ukjente forklaringen på dette grønnskjæret er lik for Butjønn 1 og 2 (avsnitt 5.4.1).

Glødetapet er forholdsvis høyt fra 470 cm – 530 cm, og ligger jevnt på 40 - 60 %. I den samme perioden ser vi den karakteristiske grønnfargen som går igjen i begge kjernene.

5.4.3 Karbonatinnhold i Butjønn 1

Det er en del karbonatrike bergarter i nedslagsfeltet til Sagbekken (avsnitt 1.1.3), og for å være sikker på at karbonatinnholdet var under 5%, gjennomgikk hele kjernen en analyse. Om karbonatinnholdet skulle være særlig mer enn 5%, vil det gi for stor usikkerhet med tanke på dateringer av materialet. For hver 5. cm ble det tatt en sedimentprøve, og prøvene ble behandlet etter prosedyren beskrevet i avsnittet om glødetapsanalyse (avsnitt 3.6.1).

Vi ser av figuren at resultatene var gode og karboninnholdet lå på rundt 3 % (figur 5.1), noe som er godt innenfor grensen på 5 %. Det antas at aldersbestemmingen ved hjelp av radioaktive karbonisotoper ikke vil påvirkes av karbonatinnholdet i Butjønn 1 i nevneverdig grad.

5.4.4 Magnetisk susceptibilitet i Butjønn 2

Den magnetiske susceptibiliteten er et uttrykk for et materials evne til å bli magnetisert (avsnitt 3.6.2). Siden Butjønn 2 ikke var delt opp, var det bare den som gjennomgikk denne analysen. Butjønn 2 ble testet for magnetisk susceptibilitet for hver 0,2 cm, og resultatene ble svært nøyaktige (figur 5.2). I den nedre delen av kjernen er susceptibiliteten veldig lav, og verdiene ligger på 0 - 10. Den magnetiske undersøkelsen markerer alle lagene som glødetapet gjør, men det er en liten forskyvning i forhold til loggen. Denne forskyvningen kan skyldes en forsinkelse i båndet som driver kjernene under selve målingen (avsnitt 3.6.2), eller loggen kan være litt unøyaktig ført over til datamaskinen.

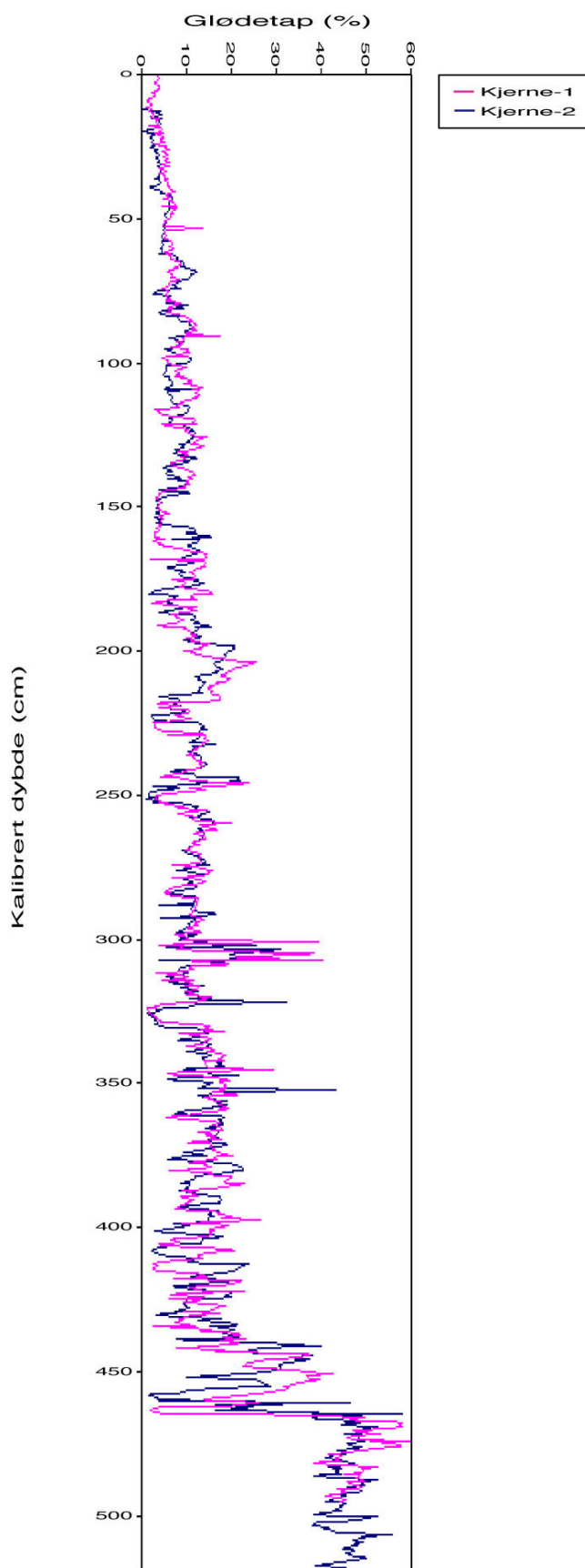
Ved å se kurven for susceptibilitet på nært hold, åpenbarer det seg en stor detaljrikdom. Dette er den undersøkelsen som har fanget opp flest av de minerogene lagene som ble loggført. Om verdiene er korrigert for bakgrunnsstråling på en forenklet måte, er det trendene vi er ute etter. Trendene kommer så absolutt til syne ved bruk av denne metoden.

5.4.5 Tetthet Butjønna 2

En undersøkelse av tetthet ble utført, og tanken bak den undersøkelsen var å se om det er noen sammenheng mellom tetthet og sedimentkilde. Figuren viser en klar sammenheng (figur 5.2), og resultatene viser samsvar med glødetapet. Det vil si når glødetapet er høyt er tettheten lav. Tetthet er en enkel undersøkelse å gjøre sammen med glødetapet uten å få ekstra arbeid.

5.5 Sammenligning av Butjønna 1 og Butjønna 2 – en oppsummering

Tidligere i oppgaven har vi lest hvordan Butjønna 1 og Butjønna 2 er litt forskjellige og litt like. I dette avsnittet blir forskjellene og ulikhetene grundigere kommentert. Loggene fra Butjønna 1 og Butjønna 2 er omtrent helt identiske, men en i øyenfallende forskjell mellom Butjønna 1 og 2 er at lagene er tjukkere i Butjønna 1.



Figur 5.3: Figuren viser en sammenligning av glødetapet for begge kjernene. Siden Butjønna 1 er kortere enn Butjønna 2, ble det gjort en tilpasning mellom grafene ved å fjerne litt av den øvre delen på Butjønna 1. Av denne grunnen er dybdeangivelse på figuren ikke reelle.

Dette forklares ved at Butjønn 1 kjernen er tatt mye nærmere elvemunningen enn Butjønn 2, og sedimentene fra Sagbekken vil avsettes nærmere elvemunningen og avta i økt avstand. Vannet fra Sagbekken mister all sin kompetanse når den når Butjønn, og selv den farten vannet hadde da det nådde Butjønn minsker raskt utover i Butjønn. Betydelig mindre suspendert materiale fraktes med vannet bort til lokaliteten for Butjønn 2. Dette ser vi også på sammenligningen av glødetapet, for gradvis blir det en større og større forskyvning mellom grafene. De tynne minerogene lagene i Butjønn 1 er hovedårsaken til den visuelle forskjellen.

De store flommene fra Butjønn 1 er ikke så store i Butjønn 2, og flere flomlag som var godt markert i Butjønn 1, sees bare som tynne striper i Butjønn 2. Alle flomlagene er der, de er bare mye mindre.

Butjønn 2 gikk dypere ned i sedimentene enn Butjønn 1, og det ser vi i bunnen av kjernene (figur 5.1 og 5.2). Butjønn 2 har trent helt ned gjennom den lange perioden uten flom og fanget opp en liten episode rundt 530 cm (figur 5.2).

Det er lite sand å finne i flomlagene, men i Butjønn 1 på 200 cm dyp er det et flomlag som inneholder sand (figur 5.1). Et identisk lag finner vi også i Butjønn 2 rundt 180 cm dyp (figur 5.2), og lagene er like store. En forklaring på dette kan være at disse lagene har en ekstern kilde. Tidligere i oppgaven har det blitt nevnt at det ikke er noen andre kilder til sedimenter i Sagbekken enn mulige storflommer i Grimsi. Høydeforskjellen mellom Grimsi og Butjønn er liten. Siden dette laget sannsynligvis er like tjukt over hele vannet, er det overveiende sannsynlig at Grimsi er kilden til denne avsetningen. På lik linje med sandavsetningene i flomkanalene langs Sagbekken, vil også Grimsi miste kompetanse når den strømmer ut på slettene rundt elven. Dette vil danne et nokså unisont lag i hele Butjønn.

Trolig skyldes ikke signalet fra Grimsi en stor flom, men en isoppdemming av Grimsi som førte til oversvømmelse av Butjønn. Grunnen til dette er at denne flommen ikke er spesielt stor og den blir overgått av 5 - 6 andre flommer i størrelse (figur 5.1). Hadde det kun vært flom i Grimsi som hadde forårsaket dette sandlaget, kunne man også forventet å finne sand i de andre større flommene også. Tjukkelsen på laget er lik i begge kjernene og det utelukker sannsynligvis andre forklaringer.

5.6 Oppsummering og konklusjon

I dette kapitlet er alle analysene av kjernene presentert, og visuelle strukturer fra loggene kommentert. Med dette grunnlaget er det overveiende sannsynlig at alle de minerogene lagene fra sedimentkjernene er flomlag. Ingen annen forklaring er plausibel nok til å antyde et annen kilde for sedimentene enn Sagbekken og Grimsi. Begge kjernene er høyopløselige, det vil si at sannsynligvis er alle flommene større enn 130 års flommer synlige (avsnitt 7.4).

Svært lite sand har funnet veien ned i Butjønna, og det henger sammen med topografien rundt Sagbekken. Elvekanalen er liten, og rundt elvekanalen er det mye vegetasjon og topografien er flat eller slakk. Her avsettes mesteparten av sanden. Sanden som er fraktet inn i Butjønna stammer mest sannsynligvis fra isoppdemming av Grimsi.

Sedimentkjernene fra Butjønna har vist seg å være svært detaljerte, og kanskje er det potensiale for å hente opp kjerner fra hele holosen i Butjønna. De to kjernene denne oppgaven tar for seg, er en god vei mot målet om å lage en komplett flomhistorie fra Østerdalen siden siste istid.

6 Sagbekken – hvor renner den?

6.1 Introduksjon

Elver forandrer seg stadig ettersom årene går, og kanskje den største årsaken til endringer i elvekanalene er forandringer i havnivået. Ikke alle elver renner ut i havet, og Sagbekken for eksempel ender sin ferd i Butjønna. Vi kan si at Sagbekken lar seg styre av helt andre faktorer enn noen ekstra meter med havvann.

Sagbekken renner over en elveslette og en stor elvevifte (figur 6.2 og 6.3), og i disse løsmassene er det mulig for elven å finne nye veier. Med jevne mellomrom er det flom i vassdraget, og flomvannet krever mye mer plass enn det elvekanalen kan tilby. Ulike flomløp kan vi finne spor etter flere steder.

Hvordan kan vi se spor etter gamle elvekanaler, og er det mulig å skille mellom flomløp og gamle elvekanaler? Dette er noen av spørsmålene som det blir gjort et forsøk på å besvare i dette kapitlet.



Bilde 6.1: Graving etter elvesedimenter langs dagens elvekanal (UTM 618 888)

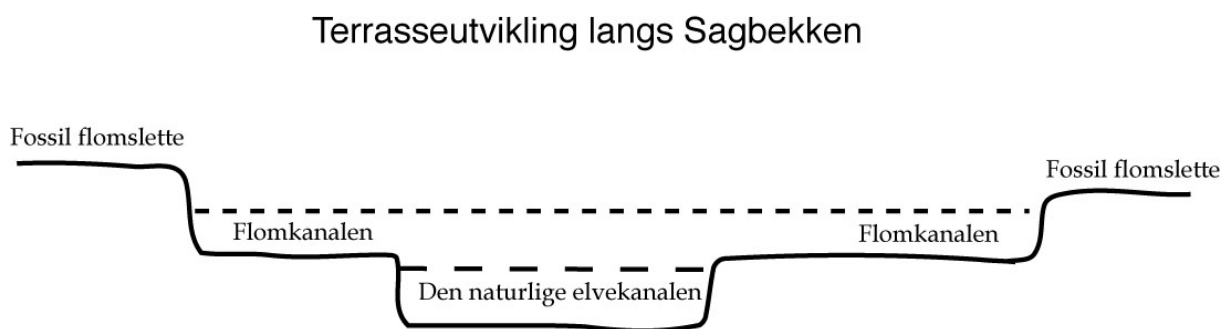
6.2 Utvikling av elveterrasser langs Sagbekken

En serie av elveterrasser er ikke fremmed fenomen i mange av våre daler, og spesielt i områder utenfor de erosive aktivitetene til isbreene under pleistosen (Bridgeland 2000). Klimatiske forhold som økt nedbør er ikke nok alene for dannelsen av komplekse terrassesystemer, for landheving på grunn av glacio-isostasi er også en viktig prosess i terrasseutviklingen i nordlige Europa.

Sagbekken er et lite elvesystem, og det er nærliggende å tro at terrassene langs Sagbekken er dannet i holosen. Sannsynligvis er terrasseutviklingen hovedsakelig styrt av nedbørmengden i området. Det har vært forholdsvis liten tid til utvikling av terrasser langs Sagbekken, og dermed er en rekonstruksjon av utviklingen ikke uoverkommelig.

Det er mange nivåer med terrasser i området, og de fleste ble sannsynligvis dannet under nedsmeltingen av isen. Langs Sagbekken finnes også flere nivåer av terrasser, og der har elven arbeidet.

Sagbekken har flere steder en tydelig elvekanal hvor elven renner ved normale vannforhold. I elvekanalen er det lite eller ingen vegetasjon (bilde 4.1). Rundt elvekanalen i nedre delen av hovedelven finner vi en tydelig flomkanal (UTM 616 889), og den sees som en terrasse på begge sider av elven (figur 6.1). I avsnitt 6.6 blir det skissert en mulighet for hvorfor flomkanalen ser slik ut.



Figur 6.1: Figuren viser hvordan terrassene er plassert rundt Sagbekken.

Ovenfor flomkanalen er det nye terrasser trolig dannet av glasifluviale avsetninger fra siste istid. Flomkanalen er helt tildekket av lav vegetasjon og noen trær.

Tilsvarende nivåer med terrasser finner vi nede på elveviften (UTM 613 891), og det antas at samme hendelsesforløp som for flomkanalen gjelder her også (avsnitt 6.5).

6.3 Sedimenttransport

Størstedelen av sedimentasjonen vil skje langs elvebreddene, i bakevjer og etter fall i elveprofilen, og bare de fineste materialene blir fraktet helt ned i Butjønna. Summen av de hydrauliske radiene for elvesegmentene lenger oppe i systemet vil være omtrent like stor som den hydrauliske radiusen til hovedelven.

Under flom renner elven langt over sine bredder, og ruheten i flomkanalen blir da en helt annen enn i elvekanalen. Vegetasjon og slakkere skråninger finner vi ofte så høyt flommen går, og mye av materialet elven transporterer vil avsettes når elven flyter utover elvebreddstadiet.

Små sedimentprøver ble gravd opp fra flomkanalen for å bekrefte hypotesen, og rett under det tynne dekke med torv var det lag på lag med sand av ulike kornstørrelser (bilde 6.2). Dette er med på å vise at antagelsene om at middelflommen i Sagbekken ikke går ut over elvebreddstadiet, og at flommer av større omfang avsetter betydelige mengder sand i flomkanalen.



Bilde 6.2: Lag med sandavsetninger ligger rett under torven i flomkanalen.

Tilsvarende prøver ble forsøkt tatt på den fossile flomsletten, men graving der var umulig på grunn av store mengder med stein. Den grove kornstørrelsen på sedimentene der viser at det trolig er svært lenge siden flomsletten var aktiv. Trolig må vi helt tilbake til isavsmeltingen sist gang flomsletten var aktiv, for flomslettens størrelse indikerer svært stor vanntilgang.

Siden det er så mye avsetninger fra istiden i området, er sedimenttilgangen svært god. Elvekanalen frakter med seg en del sediment, men siden flomkanalen har så mange hindringer i form av vegetasjon, blir svært lite av sedimentene større enn silt fraktet helt ned til Butjønna. På bildet under ser vi hvor store mengder av sedimentene som har blitt avsatt under flommer på vei ned til Butjønna (bilde 6.3).

Man kan kanskje undres over at sanden ligger under vegetasjonsdekke og ikke oppå, som det kan være nærliggende å tro. Vegetasjonene består stort sett av lav, lyng og gress, og det er bare et tynt dekke med organisk materiale over løsmassene under. Vegetasjonen er ikke særlig tett, og mengden med sediment som blir avsatt under flom er ikke stor nok til å

begrave vegetasjonen helt. Den småvokste vegetasjonen klarer hele tiden å vokse over sanden som blir avsatt. I flommer som er små, vil også sanden bare forsvinne innimellom hulrom i vegetasjonsdekke. På denne måten kan vi forklare hvorfor vi ikke ser sandavsetningene.

Flommer av slikt omfang som setter spor i Butjønna, er i størrelsen av 130+ års flommer. Slike flommer forekommer sjelden, og vegetasjonen har god tid til å justere seg i forhold til flomvannets avsetninger mellom hver flom.

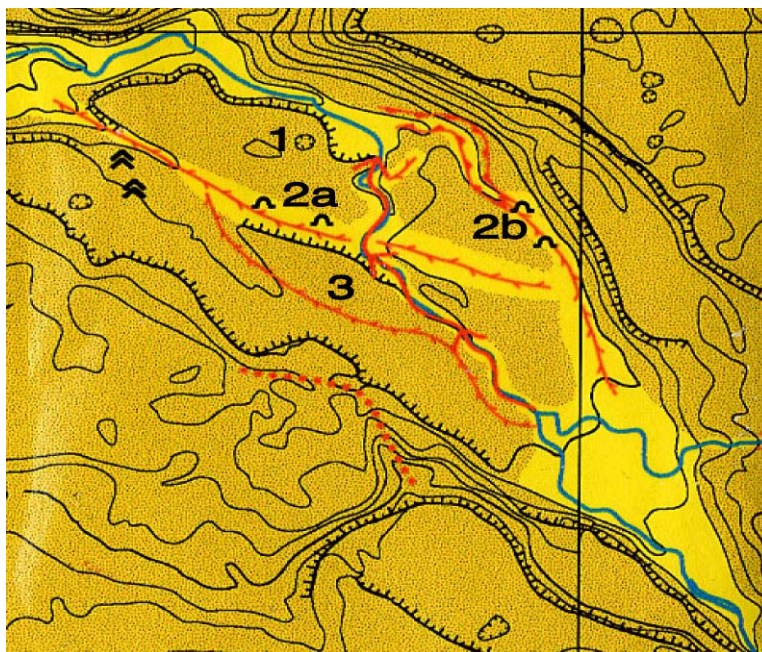


Bilde 6.3: Avsetninger i flomkanalen langs Sagbekken, innersving. (UTM 617 888)

6.4 Tuedannelse som markør for inaktive eller relikte elveløp

Det ble brukt en del tid på elvesletten for å kartlegge jordartene og finne systemet i alle dreneringsløpene som befant seg der (figur 6.2). Teknisk sett er elvesletten ingen elveslette,

for mesteparten av løsmassene er breelvvavsetninger. Elven avsetter stadig flere sedimenter på denne sletten, og med årene blir den en elveslette. Elvedimentene dominerer helt i den sørøstlige delen av sletten som kartet viser.



Figur 6.2: På elvesletten er det et kronglete system av elveløp gjennom det glasifluviale materiale.

Det første som ble lagt merke til var en liten dødisgrop (figur 6.2 - 1, UTM 618 887).

Dødisgropen ligger noenlunde på samme nivå som resten av sletten, og det er rundt 740 - 750 m o.h.. Det kan ikke ha rent vann over hele denne sletten etter at dødisgropen ble dannet, for da ville den ha blitt fylt med sedimenter.

Flere steder var det også tuedannelse å se i dreneringsløpene (figur 6.2. - 2a og 2b, UTM 617 887 og 617 889). Tuer dannes lettest der det er betydelige mengder med fine sedimenter som sand tilgjengelig. Flere kontrollgravinger viste at dreneringsløpet tuene befinner seg i, inneholdt store mengder sand rett under vegetasjonsdekket. Et nesten 1 m dypt hull ble gravd for å se hvor mye sand det var i dreneringsløpet 2b (UTM 617 889), og som bildet viser er det mange lag med sand av ulik kornstørrelse (bilde 6.2).

En gammel elvekanal svinger seg nedover sletten litt vest for dagens elveløp (figur 6.2 - 3, UTM 616 881). Den kanalen er tørr og godt igjengrodd flere steder, og det tyder på at

den ikke har vært i bruk på lenge. Flere kontrollgravinger viste at bunnen i kanalen inneholdt svært lite sand, og den ligner mer på dagens elveløp i Sagbekken.



Bilde 6.4: Under torven finnes store mengder med sand ned til rundt 1 m dyp, og der blir sedimentene for grove til å grave i. Det er gode forhold for tuedannelse.

6.5 Elvevifter

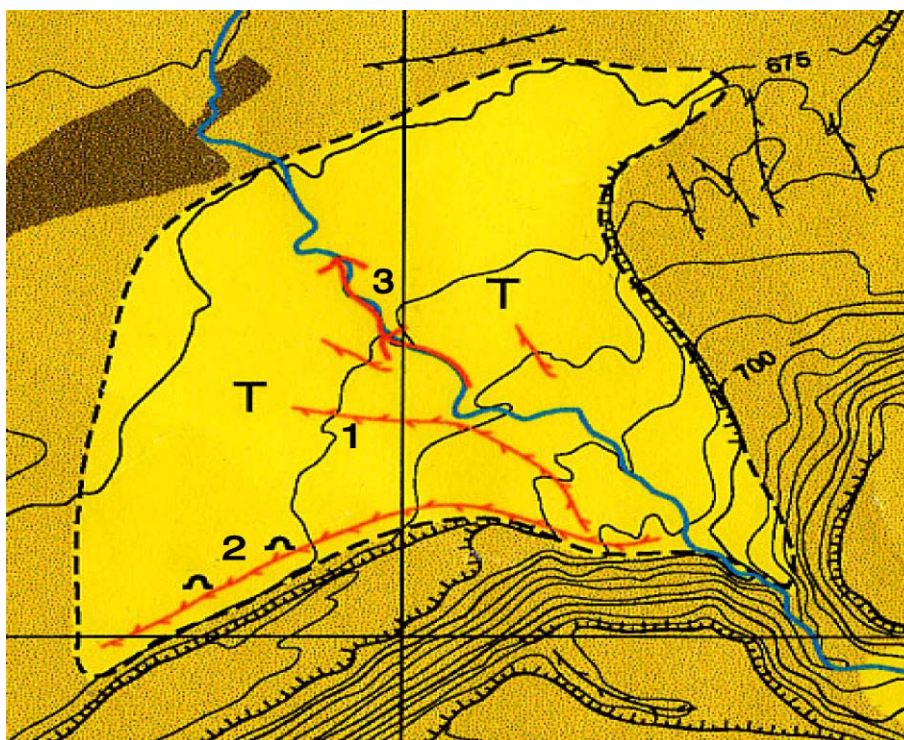
Alluviale vifter er store morfologiske trekk bygd opp av elver med stor bunnttransport, og en sjelden gang av elver med stor andel suspendert materiale. Alluviale vifter er kanskje den største landformen laget av elver. Viftene dannes hvor elven renner ut fra en dal og ut i et basseng. Viftene har konkavt lengdeprofil og konvekst tverrprofil. Den gjennomsnittlige overflatehelningen er rundt 1-5 grader men i toppunktet kan gradienten overstige 10 grader. Ofte er gradienten på elveløpet som munner ut ved fjellfoten lik gradienten i øvre del av

viften. Det tyder på at sedimentasjonen i viften primært skyldes den plutselige forandringen fra begrenset til ubegrenset plass når elven forlater elveløpet, heller enn som resultat av en mindre gradient (Summerfield 1997).

Kornstørrelsen på sedimentene avtar nedover i viften, men sedimentene er ofte dårlig sortert siden de gjerne er avsatt under store flommer. Elven får også en forandring i de dominerende bunnformene i elvekanalene og i den dominerende prosessen.

6.5.1 Elveviften ved Sagbekken

Elveløpet har flyttet seg over elveviften, men enkelte av de gamle elvekanalene er i bruk den dag i dag under store flommer. Utsnittet fra kartet viser gamle elvekanaler på elveviften (figur 6.3).



Figur 6.3: Kartutsnittet fra jordartskartet viser observasjoner av elveløp, tuemark og torv på elveviften.

Enkelte sentrale områder på figuren er nummeret og blir nærmere forklart i dette avsnittet (figur 6.3):

1. En forholdsvis tørr elvekanal med vegetasjon i bunnen men ikke synlig overflatevann, og den blir gradvis mindre til sporene forsvinner helt. Det er mulig dette er et gammelt elveløp for Sagbekken, kanskje det første elveløpet Sagbekken hadde over elveviften. Tydelige elvekanaler sees langs sørsiden av elveviften fram til der hvor elveløpet markert med et 1-tall begynner (UTM 603 899).
2. Tuemark og en elvekanal der det renner litt vann. Noe av flomvannet fra Sagbekken finner veien ned dette elveløpet. Grunnlaget for denne påstanden er et hull som ble gravd akkurat her, og rett under det tynne laget med torv er det lag på lag med sand (figur 6.3, UTM 602 898). Rett nordvest for dette elveløpet var det bare stein å finne under det tynne vegetasjonsdekke. Sanden hadde mer ujevn lagdeling her enn på elvesletten lenger oppe (UTM 618 887), men kornstørrelsen var den samme. Dette passer godt inn i bildet med flomkanalen (avsnitt 6.2), og særlig med tanke på at sanden avsettes før den når Butjønna. Det var også tilløp til en liten elvekanal som det rant litt vann i, og dette er også med på å antyde at dette elveløpet er i bruk under store flommer i dag
3. Langs denne strekningen er det en tydelig flomkanal langs Sagbekken. Terrassene er identiske med det vi ser på figur 6.1.

En mindre elvevifte finner vi lenger oppe langs Sagbekken (UTM 639 862). Den elveviften er et resultat av en liten førsteordens elv sitt arbeid med å grave seg ned i løsmasser fra siste istid. Det var ingen klare antydninger til migrerende elveløp på den lille elveviften.

6.6 Forandringer i Sagbekkens elveløp

På elvesletten kan vi se dagens elveløp og flomløpene som er i bruk under storflom. Den relikte elvekanalen kan ha vært et tidligere løp for Sagbekken (Figur 6.2, 3), og sannsynligvis det første elveløpet over elvesletten. Den er ikke helt ulik dagens elveløp, og har sitt utspring nært dagens løp.

Dagens elveløp på elveviften har trolig eksistert i minst de siste 7500 årene (figur 7.2), og mest sannsynligvis har det eksistert i de siste 9400 årene (figur 7.2). Det er ikke utenkelig

at Sagbekken kan ha forandret elveløp nede på elveviften i denne perioden, og rett og slett rent ut på den store sletten som omkranser Butjønnna. Ras fra løsmassene rundt toppunktet på elveviften kan ha demmet opp elven så mye at den midlertidig har forandret løp (UTM 613 893), men graving i yttersving kan ha åpnet det gamle elveløpet igjen. Det er lite sannsynlig at elveløpet har migrert vekk fra det gamle elveløpet for så å vende tilbake senere.

Sagbekken kan ha brutt gjennom den tidligere elvebredden og laget et nytt elveløp, kanal 2a (figur 6.3), eller rett og slett bare fulgt en gammel breelvkanal. Uansett sluttet elven å renne i kanal 3, og vannet må ha blitt kanalisert på en eller annen måte og dannet det nye elveløpet 2a. Både kanal 3 og kanal 2a rant ut av elvesletten gjennom den samme kanalen. Med tid og stunder gravde elvevannet i yttersvingen, og kanal 2b ble åpnet. Kanal 2a ble så flomløp for kanal 2b, og spor etter det ser vi i form av tuedannelse og store mengder med sandavsetninger under torven. Kanal 2b har gravd seg et dypt elveløp, mens kanal 2a bare er en svak nedsenking. Dette kan tyde på at kanal 2b var aktiv betydelig lenger enn kanal 2a, eller at nedbørsregimet var ulikt.

Etter hvert som årene gikk gravde elven på ny i yttersving og dagens elveløp ble dannet. I og med at dagens elveløp ble dannet overtok kanal 2b som flomløp, og det renner også litt vann her og der i denne kanalen i dag. Samtidig ble kanal 2a tørrlagt, og har vel neppe vært i bruk siden. Kanskje bare ved spesielt store flommer.

Isen hadde smeltet helt vekk før arbeidet med å lage elveviften startet, og det må sies at alle dreneringskanalene som er avmerket nede på elveviften trolig er dannet etter at elveviften fikk dagens form. Nede på elveviften har trolig dreneringsløpet merket med 1, heretter omtalt som kanal 1, vært Sagbekkens elveløp over elveviften før dagens løp ble dannet. Grunnen for den antagelsen kan sees på kartet (figur 6.3). Det kan se ut som om elven en gang har gravd seg inn i løsmassene der, for så å renne ut på elveviften. Elven har stor fart helt øverst i viften, og graving i yttersvingen førte sannsynligvis til et gjennombrudd og dannelsen av dagens elveløp. Det gamle elveløpet fikk ny status som inaktiv elvekanal, og bare flomvannet fra store flommer rant der. Flomvannet følger i dag dreneringskanalen merket med et 2-tall (figur 5.3, 2).

Kanal 2 har neppe blitt dannet kun ved flomvann hvert hundrede år eller så, og det kan tenkes at et enda eldre elveløp rente langs terrassekanten der. Kanal 1 kan så ha brutt gjennom og dannet et nytt løp, og vært Sagbekkens hovedløp helt til Sagbekken brøt gjennom løsmassene og dannet dagens elveløp. Kanal 2 har enda ikke blitt tørrlagt, og har de siste tusen årene med stor sannsynlighet enten vært flomløp for kanal 1, eller vært flomløp for dagens elveløp. Denne hypotesen styrkes ved funn av tjukke lag med sandavsetninger og

tuedannelse langs kanal 2 (bilde 6.3), og som bilde viser ser vi de samme lagdannelsene her som på elvesletten (bilde 6.2)



Bilde 6.5: Sandlagene her har ikke helt den samme jevne lagdelingen som bilde fra elvesletten viser (bilde 6.3)

6.7 Oppsummering

Det har vært justeringer i Sagbekkens elveløp opp gjennom tidene, og de ulike elveløpene lar seg med god sannsynlighet beskrive med en historisk utvikling. Rekonstruksjonen hviler på de samme observasjonene både på elvesletten og nede på elveviften, og med nokså godt grunnlag kan vi si at den samme forandringen fra elvekanal til flomløp har foregått begge steder. Det har hovedsaklig skjedd en migrasjon i retning med klokken, og en mulig grunn til det kan være coriolis-effekten eller rett og slett bare tilfeldigheter.

Graving på utvalgte steder avdekket store mengder sand like under torvlaget, og lagdelingen og kornstørrelsen tyder på at vi har med elveavsetninger å gjøre.

Elven har et dynamisk liv, og den vil nok finne nye veier ettersom tiden går. Dagens elveløp ser ut til å grave seg dypere ned i elvesletten, men en dag kommer en katastrofehendelse i form av en uvanlig stor flom og elveløpet kommer til å finne nye veier ned mot Butjønna. Selv om Sagbekken forandrer elveløp inn i Butjønna, vil det være en kontinuerlig sedimentasjon.

7 Sagbekkens flomhistorie

7.1 Introduksjon

Denne oppgaven har hatt som problemstilling å rekonstruere flomhistorien til Sagbekken. Grunnlaget for undersøkelsen har vært to borkjerner fra bunnsedimentene i Butjønna. Gjentakintervallet er beregnet på bakgrunn av de radiometriske dateringene. Prosessen fram mot resultatet har vært et samspill mellom deskriptive metoder og laboratoriarbeid .

7.2 Dateringer

Det ble foretatt seks dateringer fra Butjønna 1, men på grunn av forsinkelser er bare en av dem med i denne oppgaven. En AMS datering av bark og en historisk datering er grunnlaget for beregning av gjentakintervallet. Den historiske dateringen er Storofsen i 1789 (avsnitt 5.4.1).

AMS dateringen ga en kalibrert alder på 8190 BP +/- 100.

7.3 Aldersmodell

Aldersmodellen forutsetter at sedimentasjonen i perioder uten flommene er konstant i Butjønna, altså at alderen øker lineært fra bunnen til toppen i kjernen. Resultatene av dateringene viser at sedimentasjonen ikke er helt konstant (figur 7.2), men en forenkling av alderslinjen til en lineær linje vil ikke påvirke resultatene i stor grad. I utgangspunktet er det metoden som skal prøves og det kan gjøres med en forenkling. En mer nøyaktig aldersmodell kunne vært lagd med flere dateringer.

Fra loggen til Butjønna 1 ble alle de minerogene lagene målt og summert, og den totale lengden av det minerogene materialet ble trekt fra lengden på kjernen fra fastpunktet Storofsen. Flommer er øyeblikkshendelser med varighet fra noen timer til noen dager for store flommer som Storofsen. Samtidig ble alle flomlagene nummerert og merket av hvor de begynte. Lengden på det organiske materialet i Butjønna 1 er 317 cm. Den organiske akkumulasjonen anses å være lik i hele Butjønna, med unntak av rett rundt elvemunningen. Butjønna 2 gikk 41 cm dypere enn Butjønna 1, og denne ekstra lengden er lagt til de 317 cm fra Butjønna 1. Den totale lengden på organisk materiale fra Butjønna er 358 cm. Slik fanges den eldste episoden fra Butjønna 2 opp, og den uvanlige lange perioden uten hendelser blir

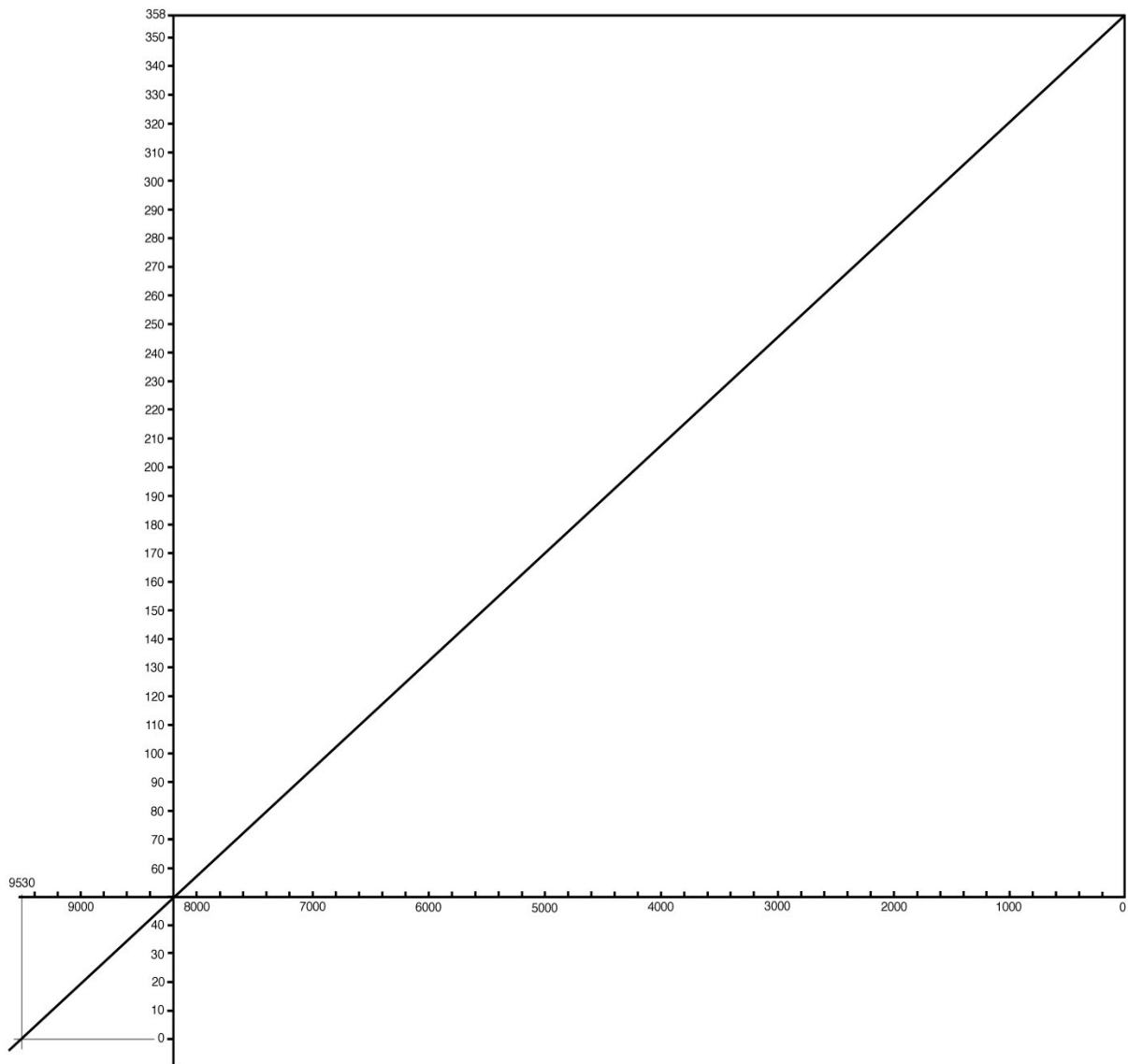
datert. I alt er 69 flomlag identifisert (tabell 7.1), men det er vanskelig å gjengi loggen helt korrekt på data.

Tabell 7.1: Alle flomlagenes rekkefølge i Butjønna 1 med den ekstra dybden fra Butjønna 2. Målt i cm fra bunnen til toppen av kjernen.

| | | | | | |
|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 – 0,0 | 2 – 71,0 | 3 – 74,0 | 4 - 89,5 | 5 – 90,0 | 6 – 91,0 |
| 7 - 93,75 | 8 - 96,5 | 9 - 97,25 | 10 - 99,25 | 11 - 100,25 | 12 –100,75 |
| 13 – 103,75 | 14 – 104,75 | 15 – 105,5 | 16 – 107,5 | 17 – 110,0 | 18 – 112,5 |
| 19 – 116,5 | 20 – 117,25 | 21 – 121,5 | 22 – 124,75 | 23 – 126,0 | 24 – 129,5 |
| 25 –131,75 | 26 – 137,25 | 27 – 146,75 | 28 – 149,75 | 29 – 153,75 | 30 – 168,25 |
| 31 – 170,75 | 32 – 176,5 | 33 – 179,5 | 34 – 183,5 | 35 – 184,5 | 36 – 189,75 |
| 37 –190,75 | 38 – 191,5 | 39 – 192,0 | 40 – 193,0 | 41 – 199,75 | 42 – 203,75 |
| 43 – 219,25 | 44 – 221,25 | 45 – 223,75 | 46 – 226,25 | 47 – 226,75 | 48 – 243,75 |
| 49 – 244,25 | 50 – 244,75 | 51 – 252,25 | 52 – 253,75 | 53 – 256,25 | 54 – 282,25 |
| 55 – 285,75 | <u>56</u> – <u>288,0</u> | 57 – 294,5 | 58 – 307,5 | 59 – 316,0 | 60 – 318,5 |
| 61 – 325,75 | 62 – 327,5 | 63 – 328,25 | 64 – 338,75 | 65 – 341,25 | 66 – 344,25 |
| 67 – 344,75 | 68 – 354,75 | 69 - 358 | | | |

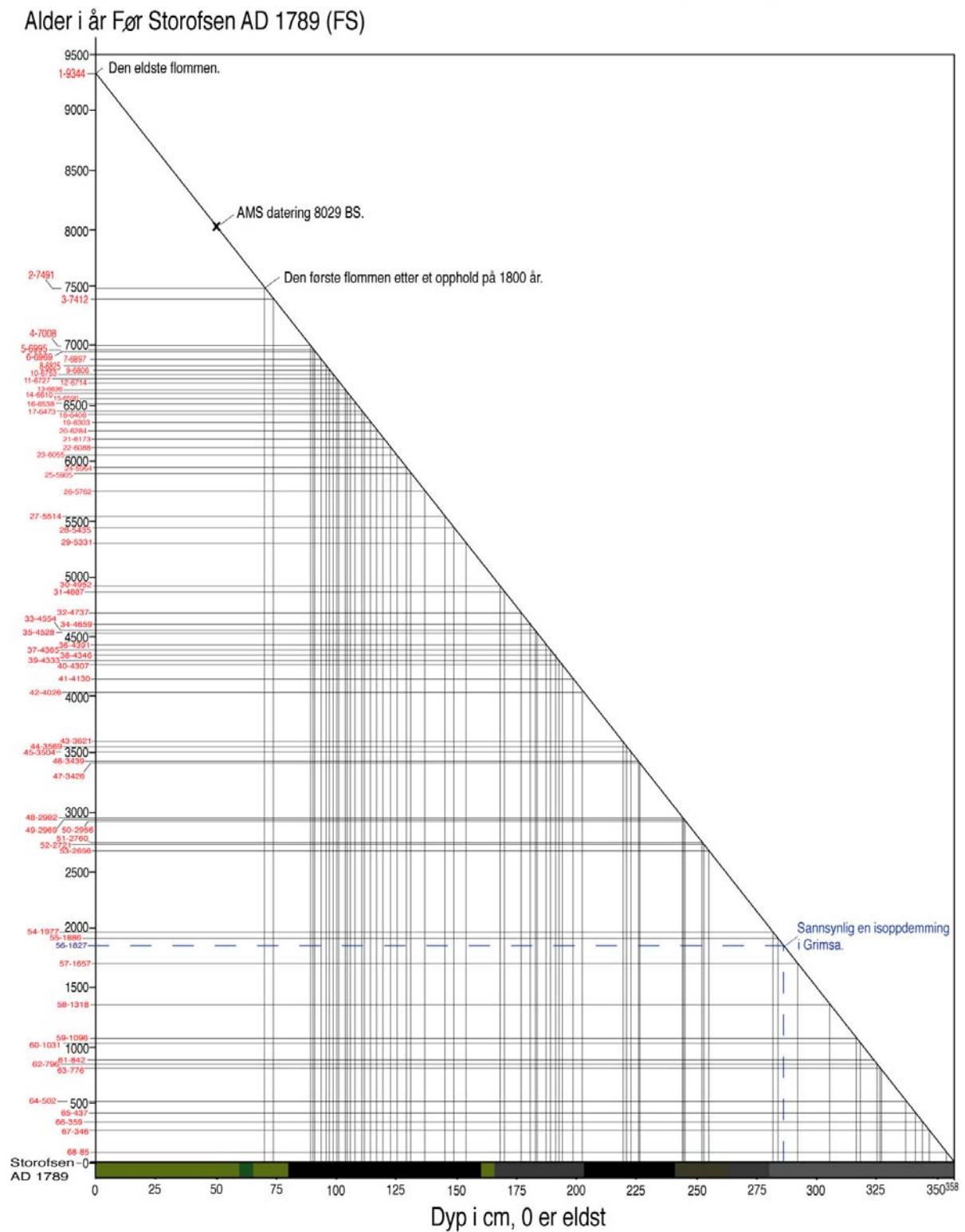
Som nevnt tidligere skyldes sannsynligvis flom nummer 56 en isoppdemming av Grimsi (avsnitt 5.5), og den blir derfor ikke tatt med som flomsignal for Sagbekken.

Det ble gjort en justering på aksene for å beregne alderen på det organiske materialet under punktet for den nederste dateringen. Lengden av material under den nederste dateringen ble flyttet under origo på y-aksen, og på denne måten kommer den nederste dateringen rett på origo. X-aksen fortsetter også med verdier forbi origo (figur 7.2).



Figur 7.1: Origo representerer den nederste dateringen. Begge aksene fortsetter med samme skala og dermed er det bare til å lese av alderen.

Sammen med dateringene setter ble lengden på det organiske materialet satt inn i et koordinatsystem. Et profil over det organiske materialet utgjør x-aksen, og y-aksen representerer antall år (figur 7.2). AMS datering ble merket av og en forenklet linje trykket gjennom punktet for Storofsen start og punktet for AMS datering. Storofsen er det siste referansepunktet og får alderen 0 på y-aksen, og grunnen til det er at undersøkelsen bare er detaljert fram til det vi antar er Storofsen. Alderen på de andre flommene kan så enkelt leses av figuren.



Figur 7.2: Aldersmodell over Butjønnå basert på en AMS datering og et fastpunkt i Storofsen. De røde tallene viser flomnummer og alder.

Ingen flommer etter 1789 er tatt med i denne undersøkelsen, men det er gode historiske kilder om flommer i Glomma i denne perioden (figur 7.3). Alle Flomnumrene senere i oppgaven viser til denne figuren (figur 7.2).

Sagbekkens sedimentasjonsrate (3580 mm / 9344 år) er beregnet 0,38 mm per år. 1 cm organisk materiale utgjør 26,1 år, og det var utgangspunktet for å regne ut flommenes alder. Antall cm fra toppen ble multiplisert med 26,1 (tabell 7.2).

Tabell 7.2: Oversikt over utregningene av flommenes alder.

| Dyp organisk materiale | cm fra topp | alder (FS) | Dyp organisk materiale | cm fra topp | alder (FS) |
|------------------------|-------------|------------|------------------------|-------------|------------|
| 358 | 0 | 0 | 183,5 | 174,5 | 4554 |
| 354,75 | 3,25 | 85 | 179,5 | 178,5 | 4659 |
| 344,75 | 13,25 | 346 | 176,5 | 181,5 | 4737 |
| 344,25 | 13,75 | 359 | 170,75 | 187,25 | 4887 |
| 341,25 | 16,75 | 437 | 168,25 | 189,75 | 4952 |
| 338,75 | 19,25 | 502 | 153,75 | 204,25 | 5331 |
| 328,25 | 29,75 | 776 | 149,75 | 208,25 | 5435 |
| 327,5 | 30,5 | 796 | 146,75 | 211,25 | 5514 |
| 325,75 | 32,25 | 842 | 137,25 | 220,75 | 5762 |
| 318,5 | 39,5 | 1031 | 131,75 | 226,25 | 5905 |
| 316 | 42 | 1096 | 129,5 | 228,5 | 5964 |
| 307,5 | 50,5 | 1318 | 126 | 232 | 6055 |
| 294,5 | 63,5 | 1657 | 124,75 | 233,25 | 6088 |
| 288 | 70 | 1827 | 121,5 | 236,5 | 6173 |
| 285,75 | 72,25 | 1886 | 117,25 | 240,75 | 6284 |
| 282,25 | 75,75 | 1977 | 116,5 | 241,5 | 6303 |
| 256,25 | 101,75 | 2656 | 112,5 | 245,5 | 6408 |
| 253,75 | 104,25 | 2721 | 110 | 248 | 6473 |
| 252,25 | 105,75 | 2760 | 107,5 | 250,5 | 6538 |
| 244,75 | 113,25 | 2956 | 105,5 | 252,5 | 6590 |
| 244,25 | 113,75 | 2969 | 104,75 | 253,25 | 6610 |
| 243,75 | 114,25 | 2982 | 103,75 | 254,25 | 6636 |
| 226,75 | 131,25 | 3426 | 100,75 | 257,25 | 6714 |
| 226,25 | 131,75 | 3439 | 100,25 | 257,75 | 6727 |
| 223,75 | 134,25 | 3504 | 99,25 | 258,75 | 6753 |
| 221,25 | 136,75 | 3569 | 97,25 | 260,75 | 6806 |
| 219,25 | 138,75 | 3621 | 96,5 | 261,5 | 6825 |
| 203,75 | 154,25 | 4026 | 93,75 | 264,25 | 6897 |
| 199,75 | 158,25 | 4130 | 91 | 267 | 6969 |
| 193 | 165 | 4307 | 90 | 268 | 6995 |
| 192 | 166 | 4333 | 89,5 | 268,5 | 7008 |
| 191,5 | 166,5 | 4346 | 74 | 284 | 7412 |
| 190,75 | 167,25 | 4365 | 71 | 287 | 7491 |
| 189,75 | 168,25 | 4391 | 0 | 358 | 9344 |
| 184,5 | 173,5 | 4528 | | | |

7.3.1 Har Sagbekken hatt det samme elveløpet de siste 9500 årene?

Tanken om at Sagbekken skal ha forandret elveløp som forklaring på den lange perioden uten flomsignaler mellom år 9344 – 7491 FS, er blitt nevnt i tidligere avsnitt (avsnitt 5.4.2 og avsnitt 6.6). Et lite minerogent lag ble funnet helt i bunnen av Butjønna kjerne 2 (avsnitt 5.4.2), og om det ikke er et flomsignal hva er det da? Mulige forklaringer kan være sedimenttilførsel fra Grimsi eller at det dreier seg om glasiøle sedimenter, men det sistnevnte anses som lite sannsynlig.

Det er også andre perioder uten flomsignaler, mellom flom 17 (2656 FS) og flom 16 (1977 FS) går det nesten 700 år uten et eneste flomsignal. De drøye 1800 årene mellom flom 69 (9344 FS) og flom 68 (7491 FS) er en lang periode uten flomsignal i det hele tatt.

Følgen av dette resonnementet er at den store elveviften trolig er laget av store flommer i tiden etter isavsmeltingen, og dermed er en inaktiv form i dag. Sagbekken er alt for liten til å gjøre særlig arbeid på elveviften i dag. Storofsen var kanskje den siste flommen som endret på elveviften.

7.4 Gjentakintervall

Storofsen er referansepunktet i undersøkelsen, for ingen flommer etter den er med. Storofsen blir satt til år 0. ^{14}C dateringene bruker 1950 som referansepunkt, og differansen mellom 1950 og 1789 trekkes fra alderen på den eldste flommen.

Eldste flom: 9344 BP.

Antall registrerte flommer: 68

For å regne ut gjentakintervallet brukes formelen (avsnitt 3.7):

$$T = \frac{n + 1}{m}$$

For å finne gjentakintervallet for alle de registrerte flommene, settes $m = 68$:

$$T = \frac{9344 + 1}{68} = 137$$

Gjentaksintervallet for Sagbekken beregnet ut fra tilgjengelige data er 137 år.

Storofsen er med god margin den største registrerte flommen, og siden det ikke er overgått på nesten 9500 år kan det tyde på en svært langt gjentaksintervall. Flommen i 1318 FS (flom nummer 11) var også meget stor (figur 7.2), og blir bare overgått av Storofsen i størrelse.

7.5 Sagbekkens flomhistorie

Når vi studerer figur 7.2 kan vi gjøre en rekke interessante observasjoner. For det første er det ingen flomsignal mellom 9344-7491 FS, og om antagelsene tidligere i kapittelet er riktige må det ha vært en betydelig forandring i nedbørsregimet. Det er også andre lange perioder uten flomsignaler, så det er ikke noe enestående eksempel. Mellom 2656-1977 FS er det heller ingen flomsignal.

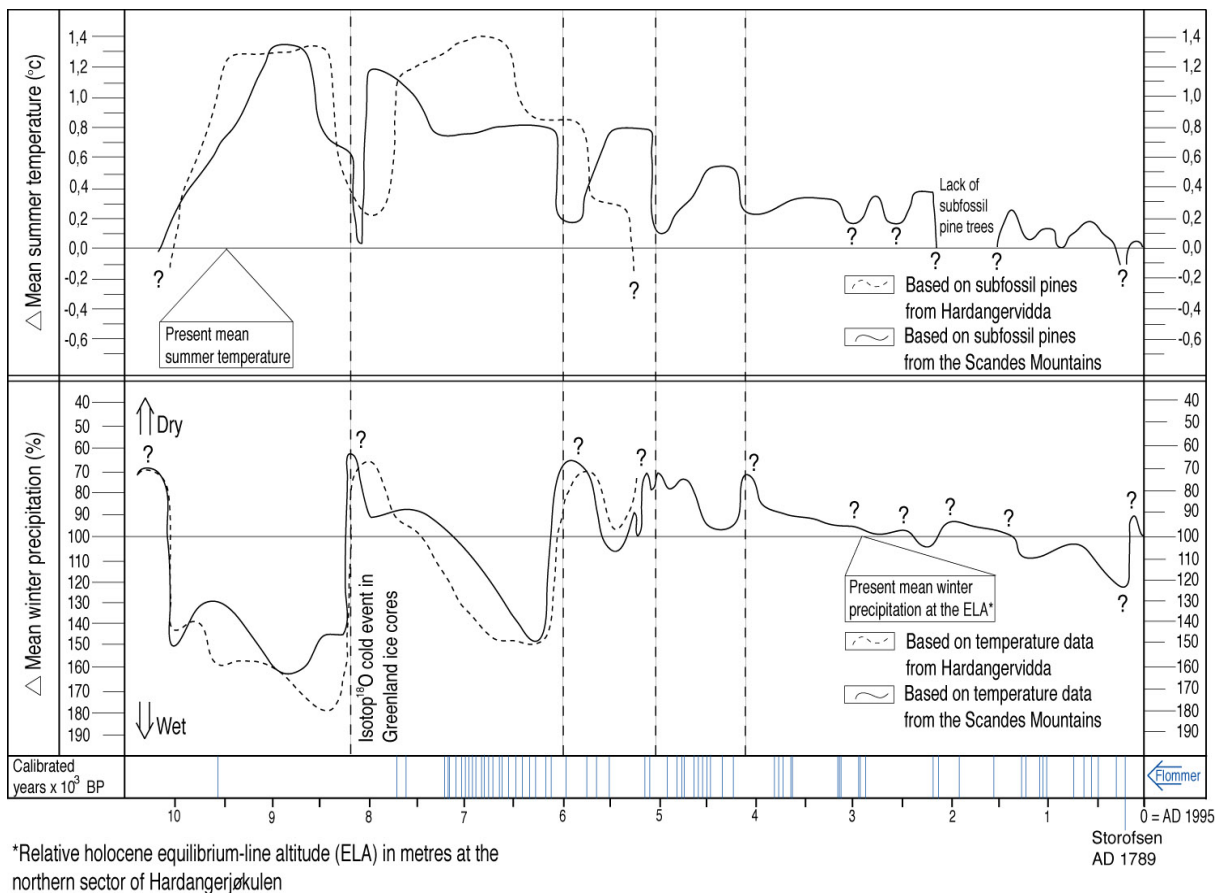
En flom er utelukkende avhengig av nedbør i form av regn om sommeren eller smelting av snø om vinteren, men andre faktorer som tele i jorden og plutselige temperaturforandringer sammen med stor snøsmelting kan forsterke flommen. To årsaker til mindre flommer kan tenkes, og en av dem er at det rett og slett kan ha vært generelt mindre nedbør i denne perioden, og da særlig mindre vinternedbør. En annen årsak kan være vintertemperaturen. Mildere vintertemperatur gir mer snø, og snøsmeltingen skaper sammen med regn de største flommene.

Som oftest er de største flommene vårflommer hvor kraftig regnvær får snøen til å smelte raskt. Kraftig sommerregn på tørr jord kan også skape store flommer, og et eksempel på det er storflommen i Vågå sensommeren 1939 (Krag 1988).

Med manglende informasjon er det ikke så mye annet å si enn at det sannsynligvis har vært en forandring nedbørsregimet i de to ovenfor nevnte periodene. Primærmagasinet for flomvannet er atmosfæren mens snø på bakken i form av is og snø er sekundærmagasinet. Det er klimaet som bestemmer fordelingen mellom magasinene, men hva en eventuell forandring i magasinene skyldes blir ren spekulasjon

Fra rundt 3600 FS og fram til Storofsen har det vært færre flommer enn fra 7000-4000 FS. I den eldre perioden har det vært 38 flommer mot bare 25 flommer i de siste 4000 årene før Storofsen. Loggen fra Butjønna 1 viser også at flommene har vært generelt større i sistnevnte periode. Hva skyldes denne økte hyppigheten av flommer mellom 7000-4000 FS? Økt nedbør kan være en forklaring for en del av perioden. I Perioden 7000-6000 FS var det mange flommer, og samtidig var temperaturen rundt 1,2 °C varmere enn i dag og

vintervedbøren økte dramatisk (figur 7.3). Jostedalsbreen har trolig vært fraværende i denne perioden også (Nesje & Kvamme 1991), og samtidig var det stor hyppighet av flommer i Sagbekken fra 7000-6000 FS (figur 7.2). Den samme tendensen finnes i perioden 5000-4000 FS også, både sommer temperaturen og vintervedbøren øker samtidig. Små vassdrag kan bli utsatt for stor sommervedbør som skaper store flommer (NOU 1996), og det er ikke utenkelig at denne økte flomhyppigheten også innebar hyppigere sommerflommer.



Figur 7.3: Sagbekkens flomhistorie sammenlignet med gjennomsnittlig sommer temperatur og vintertemperatur etter Dahl og Nesje (1996).

Det er verd å legge merke til at økt sommertemperatur og vintervedbør kan gi hyppige flommer. Mellom 9500-8000 FS er det bare registrert et flomsignal, og det under en svært sommermild og vintervedbørsrik periode (figur 7.3). Et tilsvarende eksempel mellom 6000-5000 FS viser figuren også (figur 7.3). Disse variasjonene kan selvfølgelig skyldes at klimaet har vært annerledes i perioder i Hedmark enn rundt Hardangerjøkulen.

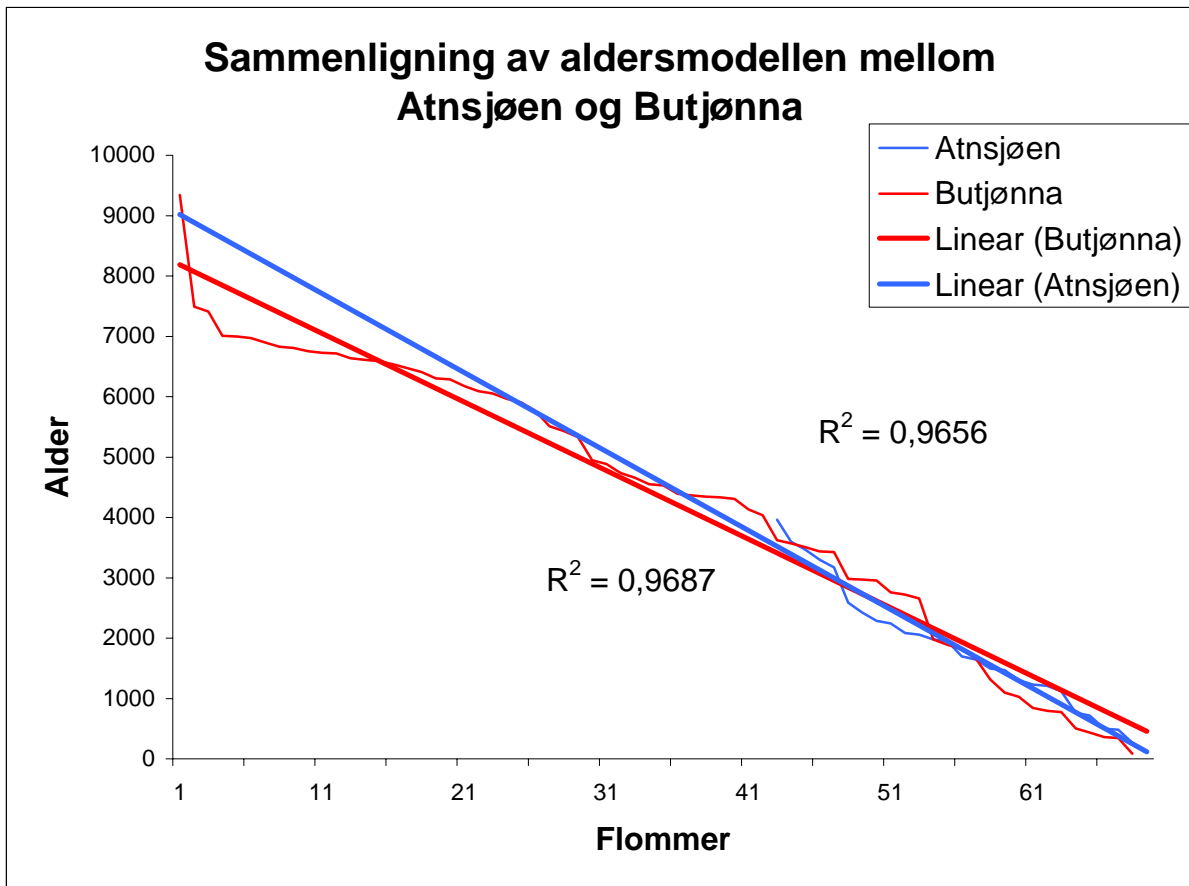
Økningen i store flommer fra 4000 FS og fram mot Storofsen er vanskelig å forklare, men store vårflokker skapes ved kalde og nedbørsrike vintre kombinert med kraftig regn om våren. Generelt sett har det vært kaldere i perioden 4000 FS en i tiden før (figur 7.3), og det kan ha resultert i færre men større flommer.

På bakgrunn av dette kan det se ut som om et varmt klima gir hyppige og små flommer, mens et kaldere klima kan være årsaken til flere store flommer. Et syn som samsvarer med en tidligere publisasjon (Nesje *et al.* 2001).

En trilogi av flommer finner vi mellom 2982-2956 FS (flom 48-50). Her ser vi tydelig at selv om gjentaksintervallet er på nesten 140 år kan det forekomme at flommene opptrer svært ofte. I dette tilfellet tre flommer på 26 år.

7.6 Sammenligning av Atnsjøen og Butjøna

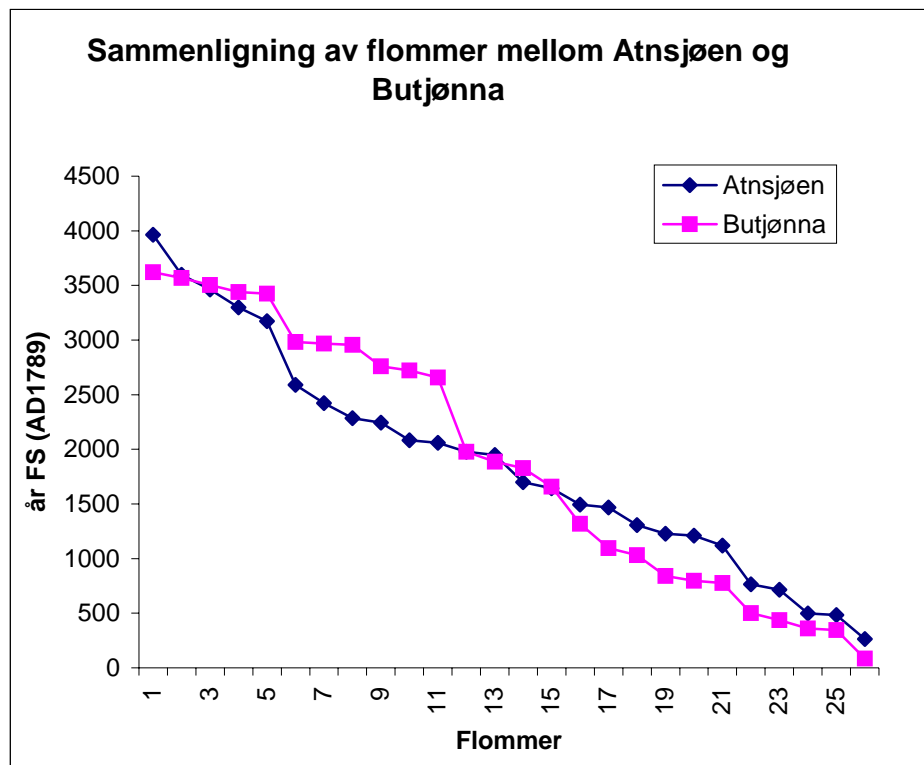
Aldersmodellen fra Atnsjøen ble bestemt av 11 AMS dateringer (Nesje *et al.* 2001), mens den fra Butjøna ble bestemt av 1 AMS datering og et fastpunkt i Storofsen. En interessant forskjell mellom metodene er at flommene i Atnsjøen ble bestemt ut fra glødetapet, mens de fra Butjøna ble bestemt visuelt. I teorien skulle vi vente å finne de samme flomsignalene fra begge stedene, men først skal vi starte med å se på de to aldersmodellene (figur 7.3)



Figur 7.3: Figuren viser det relative aldersforholdet mellom flommene fra de to undersøkelsene, og en trendlinje viser den relative likheten mellom dem. Det relative aldersforholdet mellom flommene skal i teorien være likt, og dermed gir en slik sammenligning mening.

En svakhet med denne sammenligningen er at Butjønnna går mye lenger tilbake i tid, men trendene fra de 4000 siste årene burde gi en pekepinn på hvordan dette fungerer.

Korrelasjonen er ikke urimelig tatt i betraktning de ulike forholdene mellom Atnsjøen og Butjønnna. Sedimentasjonsraten i Atnsjøen var $1,22 \text{ mm yr}^{-1}$ (Nesje *et al.* 2001), mens den i Butjønnna var $0,38 \text{ mm yr}^{-1}$ (avsnitt 7.3). Hadde materialet fra Atnsjøen gått enda lenger tilbake i tid, ville kanskje korrelasjonen vært enda bedre.



Figur 7.4: Det relative aldersforholdet mellom flommene fra Atnsjøen og Butjønna.

Figuren over viser at alle flommene fra Atnsjøen også er å finne i Butjønna (figur 7.4). Dette tyder på at flomsignalet i Butjønna kan være representativt for hele regionen, og dermed også gjelde for Glomma. I utgangspunktet burde kurvene vært nesten helt like, men trendene er der. Det viser at to ulike metoder gir omtrent det samme resultatet. Butjønna var spesiell i så måte at flommene ble registrert både visuelt, og med andre proxydata.

7.7 Nedbør og flomhyppighet i dag

Siden Storofsen i AD 1789 har det vært 13 flommer i Glomma som har gjort skade i Elverum (Norsk Skogbruksmuseum, figur 7.5), og flommen i 1995 var den største (figur 7.5). Siden resultatene fra Butjønna kan relateres til et større regionalt område (avsnitt 7.6), kan det være interessant å se litt på dagens flommer i Glomma.

En vårflom får mye av vannet sitt fra snøsmeltingen, mens høstflommer bare er utløst av nedbør i form av regn. Konvektiv nedbør forårsaker regnflommer og er vanlige i små vassdrag spesielt på Østlandet (NVE 1996). I store vassdrag som Glomma er det svært uvanlig med høstflommer, noe som vises på flomsteinen i Elverum (figur 7.5).

| Oversikt over storflommer i Elverum | | |
|--|-------------|-------------|
| Rangert fra størst til minst: | | |
| 2.juni 1995 | | |
| 25.mai 1850 | 5.mai 1934 | |
| 11.mai 1916 | | |
| 27.mai 1827 | | |
| 20.mai 1966 | | |
| 24.mai 1846 | 2.juni 1967 | |
| 19.mai 1852 | 24.mai 1887 | 16.mai 1890 |
| 4.juni 1867 | | |
| 30.mai 1897 | | |

Figur 7.5: Oversikt over storflommer i Elverum etter Storofsen.

Med dette tynne datagrunnlaget fra Elverum er det umulig å si noe om gjentaksintervallet for disse flommene, men det er uvanlig at to store flommer som det var i 1966 og 1967 kommer i påfølgende år. Det er tvilsomt om en fast matematisk behandling av så korte dataserier gir noen mening (Dalrymple 1960).

De tre siste normalperioder fra Folldal viser en marginal forandring i nedbøren (figur 7.6), men likevel har flommene gått sin gang.

| Normalverdier 1961-1990 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| 17 | 13 | 12 | 13 | 26 | 51 | 70 | 54 | 37 | 28 | 23 | 20 | 364 |
| Normalverdier 1931-1960 | | | | | | | | | | | | |
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| 18 | 14 | 11 | 12 | 20 | 53 | 74 | 61 | 33 | 22 | 22 | 21 | 361 |
| Normalverdier 1901-1930 | | | | | | | | | | | | |
| jan | feb | mar | apr | mai | jun | jul | aug | sep | okt | nov | des | år |
| 21 | 9 | 12 | 10 | 15 | 43 | 50 | 77 | 27 | 22 | 29 | 16 | 331 |

Figur 7.6: Nedbørsmengden fra de siste tre normalperiodene kan vanskelig settes sammen med flommene fra Elverum som årsak til flommene.

Få data gjør det vanskelig å si noe om årsaken til flommene, men nedbørsmengden har i vert fall vært noenlunde konstant i Folldal siden 1960.

I en publikasjon fra 1996 kan følgende leses (NOU 1996, s.41):

”Den økende trenden disse verdiene gir, har ført til antagelser om at det kan ventes hyppigere store flommer i framtida.

...

Hva slags effekt eventuelle klimaendringer vil ha på flommer er derfor usikkert.”

Det er vanskelig å spå hvordan klimaet vil forandre seg. Med utgangspunkt i denne oppgavens resultater, kan det gies noen kommentarer til sitatene ovenfor (NOU 1996, s.41). Det kan trolig ventes hyppigere flommer i fremtiden, men de aller største ekstremflommene vil sannsynligvis avta etter hvert som klimaet blir varmere. Tanken om at det kan ventes hyppigere ekstremflommer i takt med temperaturøkningen, er muligens overdreven sett i lys av koblingen mellom kaldt klima og ekstremflommer i dette kapittelet.

7.8 Oppsummering og konklusjon

Gjentaksintervallet for Sagbekken er 137 år. Hyppigheten av flommene de siste 9500 årene kan fortelle noe om variasjoner i nedbørsregimene. Det er påfallende å se at flomhyppigheten er størst i den perioden Jostedalsbreen er smeltet vekk (figur 7.2), og det har vært en nedgang

i flomhyppigheten de siste 4000 årene i forhold til perioden 7500-4000 FS. Resultatene fra Sagbekken passer rimelig godt med en tidligere undersøkelse fra Atnsjøen. En interessant betraktning er at det ser ut som om et varmt klima gir hyppigere men mindre flommer, og et kaldt klima gir færre men større flommer. I dagens klimadebatt kan dette utsagnet være et interessant innspill.

8 Konklusjon

Oppgavens problemstilling er å rekonstruere flommene gjennom holosen ved hjelp av lakustrine sedimentkjerner, og å beregne størrelsen på Sagbekkens flom våren 2000.

Sedimentkjernene fra Butjønnå viste seg å gi svært tydelige flomsignaler for de siste 9500 årene. De 25 yngste flommene identifisert fra Butjønnå passer godt overens med resultatene fra en tilsvarende undersøkelse i Atnsjøen. Dette kan tyde på at flomsignalene fra Butjønnå er representativt for hele regionen og dermed Glomma.

Gjentaksintervallet for Sagbekken ble beregnet til 137 år. Flomhyppigheten er tettest mellom 7000-5900 FS, en periode der Jostedalsbreen ikke eksisterte. Tendensen de siste 4000 årene er at det er færre flommer men de er større enn i perioden 7500-4000 FS. Siden vi ikke vet hvilken av flomsignalene som er vår- eller høstflommer, er det vanskelig å si hva som er grunnen til økt eller minket flomhyppighet. Hovedgrunnen til flommer er uansett nedbørsregimet.

Resultatene i denne oppgaven peker i retning av at varme perioder gir hyppige men små flommer, og kalde perioder gir få og store flommer. På grunn av den fuktige luften, er varme vintrer ofte nedbørsrike.

Vårflommen 2000 representerer sannsynligvis Sagbekkens middelflom. Kompetansen til vårflommen 2000 er beregnet til å være 4 mm +/- 1 mm. Grunnen til at bare leire og silt finner veien til Butjønnå, er trolig at grovere sedimenter blir avsatt langs elven før elven når Butjønnå.

Denne oppgaven har vist at enkle metoder kan gi gode resultater. I undersøkelsene fra Atnsjøen og Butjønnå ble det benyttet ulike metoder for å bestemme flomsignalene, men det viser seg at korrelasjonen er god mellom resultatene. Mer arbeid i området kan avdekke om Sagbekkens flomsignal er et bilde av flomhistorien til Glomma. Hvis så er tilfelle, kan Butjønnå være nøkkelen til å rekonstruere Glommas flomhistorie.

En lang flomhistorie kan fortelle noe om hvordan nedbørsregime har vært før, men hva årsakene til endringene er sier denne oppgaven ingenting om.

9 Litteraturliste

- Baker, V.R., Kochel, R.C., Patton, P.C. 1988: *Flood Geomorphology*. Wiley.
- Beven, K. (red.) & Carling, P. (red.) 1989: *Floods – Hydrological and Geomorphological Implications*. John Wiley and Sons.
- Blake, G.R, Hartage, K.H. 1986: Bulk density methods of soil analysis part 1: Physical and mineralogical methods. *Agronomy paragraph no.9, Oxford university press*.
- Boggs, Sam Jr. 1995: *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Prentice-Hall.
- Bridgland, D.R. 2000: River terrace systems in north-west Europe: an archive of environmental change, uplift and early human occupation. *Quaternary Science Reviews* 19.
- Chow, V.T. 1959: *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill Book Company.
- Dalrymple, T 1960: Manual of hydrology: Part 3 Flood-flow techniques. *U.S. geological survey water-supply paper 1543-A*.
- Dalrymple, T, Benson, M.A. 1967: *Techniques of water-resources investigations of the United States geological survey. Book3, applications of hydraulics: measurement of peak-discharge by the slope-area method*. U.S. geological survey.
- Dalrymple, T, Benson, M.A. 1967: *Techniques of water-resources investigations of the United States geological survey. Book3, applications of hydraulics: General field and office procedures for indirect discharge measurement*. U.S. geological survey.
- Dahl, S.O., Nesje, A. 1996: A new approach to calculating holocene winter precipitation by combining glacier equilibrium-line altitudes and pine-tree limits: a case study from Hardangerjøkulen, central southern Norway. *The Holocene* 6.4.
- Fjellanger Widerøe 1992: Bilde nr. 11438 (19-2 21/22/23, 19-3 21/22/23).
- Goudie, A. 1994: *Geomorphological Technique.*, Routledge.
- Gregory, K.j. & Walling, D.E. 1976: *Drainage Basin Form and Process*. Edward Arnold.
- Jarrett, R.D. 1991: Paleohydrology and its value in analyzing floods and droughts, National summary 1988-1989 – hydrologic events and floods and droughts. *U.S. geological survey water-supply paper 2375*.
- Jonasson, Sven A. 1991: Estimation of soil water retention for natural sediments from grain size distribution and bulk density. *Geologiska institutionen Publ. A 62*.
- Krag, G.B. 1988: Storflommen i Vågå 1938 - Et femtiårs minne i spredte glimt. *Universitetsbiblioteket*.
- Landkartdivisjonen 1992: M711 blad 1519 II Folldal. *Statens kartverk*.
- Landkartdivisjonen 1991: M711 blad 1619 III Alvdal. *Statens kartverk*.

- Langbein, W.B., Iseri, K.T. 1960: General introduction and hydrologic definitions, Manual of hydrology: part 1. General surface-water techniques. *U.S. geological survey water-supply paper 1541-A*.
- Leopold, Luna B, Wolman, M. Gordon, Miller, John P 1964: *Fluvial processes in geomorphology*. W.H. Freeman and company.
- Lowe J.J., Walker M.J.C. 1997: *Reconstructing Quaternary Environments*. Longman.
- Manning, R. 1891: On the flow of water in open channels and pipes. *Institution of civil engineers of Ireland vol. 20*.
- Mooers, H.D. 1999: Comparison of loss on ignition and coulometric titration for determining carbonate content of till. *Department of geology, university of Minnesota*.
- Munsell, A.H. 1905: *A color notation*. Munsell Color Company. Boston, MA.
- Nesje, A., Dahl, S.O., Matthews, J.A. and Berrisford, M.S. 2001: A ~ 4500-yr record of river floods obtained from a sediment core in Lake Atnsjoen, eastern Norway. *Journal of Paleolimnology 25*.
- Nesje, A., Kvamme M. 1991: Holocene glacier and climate variations in western Norway: Evidence of early Holocene glacier demise and multiple Neoglacial events. *Geology vol. 19*.
- Nesje, A., Søgne, K., Elgersma, A. & Dahl, S.O. 1987: A Piston Corer For Lake Sediments. *Norsk Geografisk Tidsskrift Vol. 41*.
- Norges Offentlige Utredninger (NOU) 1996: *Tiltak mot Flom*. Statens Trykning.
- Reading, H.G. 1986: *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Scientific Publications.
- Rosenblum, S., Brownfield, I.K. 1999: Magnetic susceptibility of minerals. *U.S. geological survey open file report 99-529*.
- Shen, H. W. 1979: *Modelling of Rivers*. John Wiley & Sons.
- Shields, A. 1936: Anwendung der Aehnlichkeitsmechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschiebebewegung. *Mitteilungen der Preussischen Versuchsanstalt for Wasserbau und Schiffbau, Heft 26, Berlin*.
- Shreve, R.L. 1967: Infinite topologically random networks. *Journal of Geology 75*.
- Slade, J.J., Jr. 1936: The reliability of statistical methods in the determination of flood frequencies, in Jarvis, C.S., and others, floods in the United States, magnitude and frequency. *U.S. geological surveys water-supply paper 771*.
- Strahler, A.N. 1967: *Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks*. mcGraw-Hill.

- Strahler, A.N, Strahler, A.H. 1989: *Elements of Physical Geography*. John Wiley & Sons.
- Summerfield, M. A. 1997: *Global Geomorphology*. Longman.
- Tilrem, Østen A. 1997: Manual on procedures in operational hydrology volume 3 - stream discharge measurements by current meter by dilution by the slope-area method. *Norwegian water resources and energy administration hydrology department*.
- Tilrem, Østen A. 1997: Manual on procedures in operational hydrology volume 5 - sediment transport in streams - sampling, analysis and computation. *Norwegian water resources and energy administration hydrology department*.
- Trieste, D.j., 1995: Manning's equation and the internal combustine engine. *Proc. Of 1st international conference, water resources engineering, American Society of Civil Engineers*.
- Østmoe, Arne 1985: Storofsen 1789 - værssystemet som førte til den største flomkatastrofen i Norge. *Oversiktsregisteret*.

Andre kilder

Dr. Russel Briggs sine labøvinger:

<http://syllabus.syr.edu/esf/rdbriggs/for345/labtext05.htm>

Minesota Department of Natural Resources sin hjemmeside:

http://www.dnr.state.mn.us/waters/ground_water/concepts/stratdef3.html

Norges geologiske undersøkelse (NGU) sin hjemmeside:

<http://www.ngu.no/>

US geological survey sin hjemmeside:

<http://www.usgs.gov/>

Norsk Skogbruksmuseum i Elverum.

Appendiks I : Glødetap Butjønna kjerne 1

| Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 0,5 | 12,2 | 26,0 | 1,9 | 51,5 | 4,2 |
| 1,0 | 35,3 | 26,5 | 1,2 | 52,0 | 3,9 |
| 1,5 | 11,7 | 27,0 | 1,3 | 52,5 | 5,1 |
| 2,0 | 13,8 | 27,5 | 2,1 | 53,0 | 5,3 |
| 2,5 | 7,4 | 28,0 | 1,9 | 53,5 | 5,3 |
| 3,0 | 8,5 | 28,5 | 2,3 | 54,0 | 5,8 |
| 3,5 | 7,9 | 29,0 | 0,9 | 54,5 | 5,2 |
| 4,0 | 29,2 | 29,5 | 2,2 | 55,0 | 5,7 |
| 4,5 | 10,7 | 30,0 | 1,8 | 55,5 | 5,8 |
| 5,0 | 28,8 | 30,5 | 1,6 | 56,0 | 5,7 |
| 5,5 | 8,9 | 31,0 | 2,6 | 56,5 | 6,0 |
| 6,0 | 54,3 | 31,5 | 2,4 | 57,0 | 6,2 |
| 6,5 | 17,9 | 32,0 | 2,0 | 57,5 | 6,4 |
| 7,0 | 6,5 | 32,5 | 2,6 | 58,0 | 7,5 |
| 7,5 | 9,7 | 33,0 | 3,8 | 58,5 | 5,8 |
| 8,0 | 48,6 | 33,5 | 3,1 | 59,0 | 6,0 |
| 8,5 | 6,9 | 34,0 | 3,4 | 59,5 | 5,5 |
| 9,0 | 11,4 | 34,5 | 3,5 | 60,0 | 6,3 |
| 9,5 | 16,6 | 35,0 | 3,9 | 60,5 | 5,0 |
| 10,0 | 6,2 | 35,5 | 1,7 | 61,0 | 6,9 |
| 10,5 | 10,1 | 36,0 | 4,0 | 61,5 | 6,7 |
| 11,0 | 19,4 | 36,5 | 4,5 | 62,0 | 6,6 |
| 11,5 | 7,3 | 37,0 | 4,1 | 62,5 | 7,3 |
| 12,0 | 6,6 | 37,5 | 2,8 | 63,0 | 7,6 |
| 12,5 | 13,1 | 38,0 | 4,7 | 63,5 | 4,4 |
| 13,0 | 5,9 | 38,5 | 3,4 | 64,0 | 7,6 |
| 13,5 | 9,0 | 39,0 | 4,9 | 64,5 | 7,0 |
| 14,0 | 5,8 | 39,5 | 4,2 | 65,0 | 6,8 |
| 14,5 | 16,7 | 40,0 | 4,9 | 65,5 | 7,2 |
| 15,0 | 9,6 | 40,5 | 4,3 | 66,0 | 6,5 |
| 15,5 | 10,7 | 41,0 | 5,2 | 66,5 | 6,4 |
| 16,0 | 6,5 | 41,5 | 2,9 | 67,0 | 6,6 |
| 16,5 | 4,8 | 42,0 | 4,1 | 67,5 | 6,1 |
| 17,0 | 5,5 | 42,5 | 5,4 | 68,0 | 5,2 |
| 17,5 | 9,5 | 43,0 | 5,1 | 68,5 | 5,2 |
| 18,0 | 3,5 | 43,5 | 6,2 | 69,0 | 5,1 |
| 18,5 | 3,9 | 44,0 | 4,6 | 69,5 | 4,8 |
| 19,0 | 3,9 | 44,5 | 5,6 | 70,0 | 5,2 |
| 19,5 | 3,6 | 45,0 | 5,1 | 70,5 | 5,3 |
| 20,0 | 3,0 | 45,5 | 5,7 | 71,0 | 13,7 |
| 20,5 | 2,8 | 46,0 | 4,9 | 71,5 | 5,4 |
| 21,0 | 3,8 | 46,5 | 5,7 | 72,0 | 5,0 |
| 21,5 | 4,0 | 47,0 | 5,7 | 72,5 | 5,2 |
| 22,0 | 3,9 | 47,5 | 5,2 | 73,0 | 5,1 |
| 22,5 | 3,8 | 48,0 | 6,0 | 73,5 | 5,4 |
| 23,0 | 3,0 | 48,5 | 4,5 | 74,0 | 5,0 |
| 23,5 | 3,5 | 49,0 | 5,3 | 74,5 | 5,2 |
| 24,0 | 2,1 | 49,5 | 6,2 | 75,0 | 6,5 |
| 24,5 | 2,9 | 50,0 | 3,9 | 75,5 | 6,3 |
| 25,0 | 3,0 | 50,5 | 4,1 | 76,0 | 6,9 |
| 25,5 | 1,7 | 51,0 | 5,4 | 76,5 | 6,8 |

Appendiks I : Glødetap Butjønna kjerne 1

| Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 77,0 | 6,1 | 102,5 | 10,9 | 128,0 | 11,8 |
| 77,5 | 7,1 | 103,0 | 10,2 | 128,5 | 12,7 |
| 78,0 | 6,9 | 103,5 | 11,0 | 129,0 | 11,8 |
| 78,5 | 6,8 | 104,0 | 11,6 | 129,5 | 12,5 |
| 79,0 | 5,1 | 104,5 | 12,3 | 130,0 | 12,3 |
| 79,5 | 6,5 | 105,0 | 11,3 | 130,5 | 10,0 |
| 80,0 | 5,5 | 105,5 | 11,3 | 131,0 | 8,6 |
| 80,5 | 6,4 | 106,0 | 11,7 | 131,5 | 9,0 |
| 81,0 | 6,4 | 106,5 | 12,4 | 132,0 | 8,0 |
| 81,5 | 6,6 | 107,0 | 9,9 | 132,5 | 7,6 |
| 82,0 | 7,6 | 107,5 | 10,0 | 133,0 | 8,2 |
| 82,5 | 7,9 | 108,0 | 17,5 | 133,5 | 4,3 |
| 83,0 | 8,7 | 108,5 | 9,8 | 134,0 | 3,0 |
| 83,5 | 8,6 | 109,0 | 9,0 | 134,5 | 4,0 |
| 84,0 | 7,3 | 109,5 | 9,5 | 135,0 | 4,0 |
| 84,5 | 7,2 | 110,0 | 8,7 | 135,5 | 4,6 |
| 85,0 | 8,0 | 110,5 | 7,9 | 136,0 | 7,1 |
| 85,5 | 6,2 | 111,0 | 9,0 | 136,5 | 6,5 |
| 86,0 | 5,7 | 111,5 | 8,6 | 137,0 | 11,6 |
| 86,5 | 6,7 | 112,0 | 6,3 | 137,5 | 12,0 |
| 87,0 | 6,9 | 112,5 | 10,3 | 138,0 | 11,4 |
| 87,5 | 6,7 | 113,0 | 9,5 | 138,5 | 12,2 |
| 88,0 | 6,5 | 113,5 | 10,0 | 139,0 | 4,4 |
| 88,5 | 8,4 | 114,0 | 10,7 | 139,5 | 5,1 |
| 89,0 | 7,1 | 114,5 | 7,7 | 140,0 | 8,4 |
| 89,5 | 6,5 | 115,0 | 10,5 | 140,5 | 10,4 |
| 90,0 | 6,2 | 115,5 | 5,9 | 141,0 | 9,6 |
| 90,5 | 6,1 | 116,0 | 4,6 | 141,5 | 9,8 |
| 91,0 | 5,8 | 116,5 | 5,8 | 142,0 | 10,3 |
| 91,5 | 4,7 | 117,0 | 5,6 | 142,5 | 11,4 |
| 92,0 | 4,9 | 117,5 | 5,7 | 143,0 | 11,9 |
| 92,5 | 6,0 | 118,0 | 5,8 | 143,5 | 14,5 |
| 93,0 | 5,9 | 118,5 | 7,4 | 144,0 | 12,8 |
| 93,5 | 5,6 | 119,0 | 10,1 | 144,5 | 12,3 |
| 94,0 | 5,6 | 119,5 | 8,4 | 145,0 | 11,9 |
| 94,5 | 5,5 | 120,0 | 8,3 | 145,5 | 10,9 |
| 95,0 | 6,1 | 120,5 | 7,5 | 146,0 | 11,7 |
| 95,5 | 5,5 | 121,0 | 8,4 | 146,5 | 14,0 |
| 96,0 | 7,5 | 121,5 | 7,7 | 147,0 | 12,4 |
| 96,5 | 5,6 | 122,0 | 9,4 | 147,5 | 11,5 |
| 97,0 | 8,7 | 122,5 | 7,5 | 148,0 | 9,3 |
| 97,5 | 7,7 | 123,0 | 9,5 | 148,5 | 8,1 |
| 98,0 | 6,2 | 123,5 | 10,8 | 149,0 | 9,7 |
| 98,5 | 6,7 | 124,0 | 10,9 | 149,5 | 10,4 |
| 99,0 | 5,8 | 124,5 | 9,4 | 150,0 | 8,8 |
| 99,5 | 6,2 | 125,0 | 11,0 | 150,5 | 9,2 |
| 100,0 | 5,4 | 125,5 | 11,0 | 151,0 | 9,7 |
| 100,5 | 7,9 | 126,0 | 13,4 | 151,5 | 8,3 |
| 101,0 | 9,3 | 126,5 | 11,2 | 152,0 | 6,5 |
| 101,5 | 9,3 | 127,0 | 12,8 | 152,5 | 6,6 |
| 102,0 | 10,2 | 127,5 | 12,7 | 153,0 | 6,6 |

Appendiks I : Glødetap Butjønna kjerne 1

| Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 153,5 | 7,1 | 179,0 | 3,7 | 204,5 | 7,1 |
| 154,0 | 8,7 | 179,5 | 2,7 | 205,0 | 6,5 |
| 154,5 | 10,3 | 180,0 | 4,0 | 205,5 | 7,9 |
| 155,0 | 10,8 | 180,5 | 3,9 | 206,0 | 7,7 |
| 155,5 | 11,2 | 181,0 | 6,1 | 206,5 | 9,4 |
| 156,0 | 11,6 | 181,5 | 4,9 | 207,0 | 9,0 |
| 156,5 | 12,1 | 182,0 | 8,8 | 207,5 | 8,1 |
| 157,0 | 10,4 | 182,5 | 9,4 | 208,0 | 7,5 |
| 157,5 | 11,1 | 183,0 | 12,1 | 208,5 | 3,4 |
| 158,0 | 10,6 | 183,5 | 12,9 | 209,0 | 5,7 |
| 158,5 | 10,0 | 184,0 | 14,5 | 209,5 | 9,7 |
| 159,0 | 10,1 | 184,5 | 14,3 | 210,0 | 9,3 |
| 159,5 | 10,6 | 185,0 | 14,4 | 210,5 | 10,5 |
| 160,0 | 9,9 | 185,5 | 13,3 | 211,0 | 11,1 |
| 160,5 | 9,2 | 186,0 | 1,9 | 211,5 | 11,1 |
| 161,0 | 9,7 | 186,5 | 13,6 | 212,0 | 11,9 |
| 161,5 | 6,2 | 187,0 | 14,3 | 212,5 | 12,3 |
| 162,0 | 4,5 | 187,5 | 13,9 | 213,0 | 10,1 |
| 162,5 | 5,0 | 188,0 | 13,3 | 213,5 | 11,7 |
| 163,0 | 4,0 | 188,5 | 14,2 | 214,0 | 10,9 |
| 163,5 | 3,7 | 189,0 | 12,2 | 214,5 | 11,0 |
| 164,0 | 3,4 | 189,5 | 12,1 | 215,0 | 15,0 |
| 164,5 | 3,1 | 190,0 | 10,9 | 215,5 | 13,9 |
| 165,0 | 3,6 | 190,5 | 10,7 | 216,0 | 12,9 |
| 165,5 | 4,0 | 191,0 | 11,7 | 216,5 | 13,5 |
| 166,0 | 4,2 | 191,5 | 11,8 | 217,0 | 13,3 |
| 166,5 | 3,9 | 192,0 | 11,2 | 217,5 | 9,3 |
| 167,0 | 3,8 | 192,5 | 11,6 | 218,0 | 11,9 |
| 167,5 | 3,6 | 193,0 | 6,8 | 218,5 | 11,8 |
| 168,0 | 3,7 | 193,5 | 9,0 | 219,0 | 12,6 |
| 168,5 | 4,0 | 194,0 | 9,5 | 219,5 | 14,0 |
| 169,0 | 4,5 | 194,5 | 9,0 | 220,0 | 17,1 |
| 169,5 | 4,8 | 195,0 | 8,9 | 220,5 | 19,9 |
| 170,0 | 6,3 | 195,5 | 8,5 | 221,0 | 22,3 |
| 170,5 | 4,0 | 196,0 | 10,4 | 221,5 | 25,3 |
| 171,0 | 4,2 | 196,5 | 14,4 | 222,0 | 24,4 |
| 171,5 | 4,8 | 197,0 | 15,5 | 222,5 | 23,0 |
| 172,0 | 4,4 | 197,5 | 15,7 | 223,0 | 21,8 |
| 172,5 | 4,1 | 198,0 | 11,8 | 223,5 | 21,0 |
| 173,0 | 4,5 | 198,5 | 10,9 | 224,0 | 20,5 |
| 173,5 | 4,1 | 199,0 | 11,1 | 224,5 | 19,8 |
| 174,0 | 3,8 | 199,5 | 12,2 | 225,0 | 18,6 |
| 174,5 | 4,3 | 200,0 | 7,5 | 225,5 | 18,6 |
| 175,0 | 3,2 | 200,5 | 3,6 | 226,0 | 17,8 |
| 175,5 | 3,8 | 201,0 | 2,3 | 226,5 | 17,8 |
| 176,0 | 3,6 | 201,5 | 7,2 | 227,0 | 19,7 |
| 176,5 | 2,8 | 202,0 | 9,1 | 227,5 | 19,0 |
| 177,0 | 2,9 | 202,5 | 12,4 | 228,0 | 18,2 |
| 177,5 | 2,9 | 203,0 | 10,2 | 228,5 | 16,6 |
| 178,0 | 3,0 | 203,5 | 12,3 | 229,0 | 17,0 |
| 178,5 | 5,3 | 204,0 | 9,4 | 229,5 | 15,0 |

Appendiks I : Glødetap Butjønna kjerne 1

| Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 230,0 | 14,9 | 255,5 | 12,6 | 281,0 | 11,7 |
| 230,5 | 15,5 | 256,0 | 13,9 | 281,5 | 13,6 |
| 231,0 | 15,0 | 256,5 | 13,0 | 282,0 | 14,3 |
| 231,5 | 15,8 | 257,0 | 12,7 | 282,5 | 14,2 |
| 232,0 | 15,3 | 257,5 | 13,4 | 283,0 | 14,2 |
| 232,5 | 15,7 | 258,0 | 12,3 | 283,5 | 11,5 |
| 233,0 | 16,7 | 258,5 | 12,1 | 284,0 | 11,4 |
| 233,5 | 17,3 | 259,0 | 9,9 | 284,5 | 12,9 |
| 234,0 | 17,4 | 259,5 | 9,9 | 285,0 | 11,5 |
| 234,5 | 17,3 | 260,0 | 8,5 | 285,5 | 11,0 |
| 235,0 | 12,9 | 260,5 | 5,5 | 286,0 | 10,6 |
| 235,5 | 4,2 | 261,0 | 4,3 | 286,5 | 9,5 |
| 236,0 | 3,6 | 261,5 | 6,8 | 287,0 | 10,1 |
| 236,5 | 8,4 | 262,0 | 10,4 | 287,5 | 11,5 |
| 237,0 | 3,8 | 262,5 | 10,5 | 288,0 | 13,1 |
| 237,5 | 9,3 | 263,0 | 18,4 | 288,5 | 12,9 |
| 238,0 | 10,0 | 263,5 | 23,8 | 289,0 | 12,8 |
| 238,5 | 10,7 | 264,0 | 21,7 | 289,5 | 13,4 |
| 239,0 | 10,5 | 264,5 | 16,3 | 290,0 | 13,0 |
| 239,5 | 7,4 | 265,0 | 10,7 | 290,5 | 13,2 |
| 240,0 | 8,8 | 265,5 | 14,1 | 291,0 | 12,8 |
| 240,5 | 7,9 | 266,0 | 13,9 | 291,5 | 8,8 |
| 241,0 | 11,0 | 266,5 | 10,4 | 292,0 | 6,8 |
| 241,5 | 8,1 | 267,0 | 5,5 | 292,5 | 12,3 |
| 242,0 | 4,3 | 267,5 | 3,2 | 293,0 | 13,0 |
| 242,5 | 2,7 | 268,0 | 3,2 | 293,5 | 15,8 |
| 243,0 | 2,8 | 268,5 | 3,3 | 294,0 | 15,7 |
| 243,5 | 2,8 | 269,0 | 2,8 | 294,5 | 14,8 |
| 244,0 | 3,0 | 269,5 | 4,3 | 295,0 | 14,8 |
| 244,5 | 4,0 | 270,0 | 3,8 | 295,5 | 13,3 |
| 245,0 | 4,0 | 270,5 | 5,7 | 296,0 | 6,6 |
| 245,5 | 4,8 | 271,0 | 5,3 | 296,5 | 10,9 |
| 246,0 | 13,6 | 271,5 | 9,5 | 297,0 | 12,6 |
| 246,5 | 5,8 | 272,0 | 8,1 | 297,5 | 14,2 |
| 247,0 | 14,3 | 272,5 | 13,0 | 298,0 | 12,9 |
| 247,5 | 14,3 | 273,0 | 14,5 | 298,5 | 11,9 |
| 248,0 | 13,7 | 273,5 | 10,5 | 299,0 | 10,6 |
| 248,5 | 15,0 | 274,0 | 7,9 | 299,5 | 7,2 |
| 249,0 | 13,5 | 274,5 | 10,8 | 300,0 | 6,3 |
| 249,5 | 13,5 | 275,0 | 11,7 | 300,5 | 5,4 |
| 250,0 | 13,4 | 275,5 | 12,4 | 301,0 | 6,6 |
| 250,5 | 13,2 | 276,0 | 11,4 | 301,5 | 5,1 |
| 251,0 | 12,0 | 276,5 | 11,9 | 302,0 | 5,4 |
| 251,5 | 12,2 | 277,0 | 20,0 | 302,5 | 7,1 |
| 252,0 | 11,7 | 277,5 | 12,8 | 303,0 | 10,3 |
| 252,5 | 11,4 | 278,0 | 14,9 | 303,5 | 12,5 |
| 253,0 | 10,7 | 278,5 | 13,6 | 304,0 | 12,5 |
| 253,5 | 9,9 | 279,0 | 16,0 | 304,5 | 11,8 |
| 254,0 | 11,9 | 279,5 | 16,7 | 305,0 | 12,3 |
| 254,5 | 11,3 | 280,0 | 15,5 | 305,5 | 12,2 |
| 255,0 | 11,8 | 280,5 | 12,4 | 306,0 | 12,2 |

Appendiks I : Glødetap Butjønna kjerne 1

| Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 306,5 | 12,0 | 332,0 | 11,5 | 357,5 | 18,2 |
| 307,0 | 11,9 | 332,5 | 9,8 | 358,0 | 18,7 |
| 307,5 | 11,4 | 333,0 | 11,1 | 358,5 | 17,8 |
| 308,0 | 11,3 | 333,5 | 9,8 | 359,0 | 17,2 |
| 308,5 | 11,2 | 334,0 | 13,0 | 359,5 | 18,3 |
| 309,0 | 10,5 | 334,5 | 12,5 | 360,0 | 13,8 |
| 309,5 | 10,8 | 335,0 | 12,2 | 360,5 | 14,1 |
| 310,0 | 13,1 | 335,5 | 9,6 | 361,0 | 14,3 |
| 310,5 | 12,9 | 336,0 | 11,7 | 361,5 | 14,6 |
| 311,0 | 13,8 | 336,5 | 11,1 | 362,0 | 14,9 |
| 311,5 | 11,9 | 337,0 | 10,0 | 362,5 | 16,2 |
| 312,0 | 11,8 | 337,5 | 15,6 | 363,0 | 29,3 |
| 312,5 | 12,6 | 338,0 | 13,5 | 363,5 | 9,9 |
| 313,0 | 12,5 | 338,5 | 13,6 | 364,0 | 5,8 |
| 313,5 | 10,5 | 339,0 | 14,3 | 364,5 | 7,8 |
| 314,0 | 10,2 | 339,5 | 10,2 | 365,0 | 11,3 |
| 314,5 | 12,5 | 340,0 | 5,0 | 365,5 | 15,7 |
| 315,0 | 13,3 | 340,5 | 2,8 | 366,0 | 18,6 |
| 315,5 | 11,7 | 341,0 | 3,3 | 366,5 | 19,7 |
| 316,0 | 7,4 | 341,5 | 1,3 | 367,0 | 17,3 |
| 316,5 | 9,1 | 342,0 | 1,4 | 367,5 | 17,5 |
| 317,0 | 10,3 | 342,5 | 1,5 | 368,0 | 18,6 |
| 317,5 | 9,2 | 343,0 | 1,6 | 368,5 | 18,8 |
| 318,0 | 9,9 | 343,5 | 1,9 | 369,0 | 17,4 |
| 318,5 | 39,3 | 344,0 | 2,4 | 369,5 | 18,8 |
| 319,0 | 10,1 | 344,5 | 3,3 | 370,0 | 18,2 |
| 319,5 | 3,9 | 345,0 | 3,2 | 370,5 | 15,8 |
| 320,0 | 9,4 | 345,5 | 4,0 | 371,0 | 20,5 |
| 320,5 | 8,9 | 346,0 | 4,2 | 371,5 | 21,4 |
| 321,0 | 7,6 | 346,5 | 4,2 | 372,0 | 16,4 |
| 321,5 | 14,1 | 347,0 | 12,4 | 372,5 | 13,7 |
| 322,0 | 38,3 | 347,5 | 15,0 | 373,0 | 15,5 |
| 322,5 | 32,8 | 348,0 | 14,6 | 373,5 | 16,3 |
| 323,0 | 37,5 | 348,5 | 14,8 | 374,0 | 17,3 |
| 323,5 | 21,0 | 349,0 | 13,4 | 374,5 | 17,8 |
| 324,0 | 21,2 | 349,5 | 18,3 | 375,0 | 17,1 |
| 324,5 | 40,3 | 350,0 | 9,8 | 375,5 | 18,2 |
| 325,0 | 11,0 | 350,5 | 8,5 | 376,0 | 19,5 |
| 325,5 | 11,4 | 351,0 | 12,7 | 376,5 | 17,5 |
| 326,0 | 19,5 | 351,5 | 13,5 | 377,0 | 18,8 |
| 326,5 | 18,4 | 352,0 | 15,6 | 377,5 | 14,8 |
| 327,0 | 11,0 | 352,5 | 14,6 | 378,0 | 11,8 |
| 327,5 | 10,5 | 353,0 | 14,2 | 378,5 | 9,7 |
| 328,0 | 11,5 | 353,5 | 14,2 | 379,0 | 7,5 |
| 328,5 | 9,0 | 354,0 | 13,2 | 379,5 | 5,4 |
| 329,0 | 6,4 | 354,5 | 10,0 | 380,0 | 9,9 |
| 329,5 | 3,1 | 355,0 | 14,0 | 380,5 | 15,4 |
| 330,0 | 7,6 | 355,5 | 15,3 | 381,0 | 17,6 |
| 330,5 | 10,2 | 356,0 | 16,0 | 381,5 | 17,2 |
| 331,0 | 9,3 | 356,5 | 14,5 | 382,0 | 15,7 |
| 331,5 | 4,5 | 357,0 | 17,6 | 382,5 | 17,4 |

Appendiks I : Glødetap Butjønna kjerne 1

| Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 383,0 | 17,6 | 408,5 | 10,7 | 434,0 | 13,5 |
| 383,5 | 17,9 | 409,0 | 9,8 | 434,5 | 14,4 |
| 384,0 | 17,9 | 409,5 | 10,2 | 435,0 | 9,7 |
| 384,5 | 12,6 | 410,0 | 9,2 | 435,5 | 7,2 |
| 385,0 | 15,4 | 410,5 | 7,9 | 436,0 | 22,4 |
| 385,5 | 14,7 | 411,0 | 7,4 | 436,5 | 21,5 |
| 386,0 | 16,1 | 411,5 | 11,8 | 437,0 | 19,9 |
| 386,5 | 15,3 | 412,0 | 15,7 | 437,5 | 17,8 |
| 387,0 | 17,7 | 412,5 | 17,3 | 438,0 | 13,3 |
| 387,5 | 12,0 | 413,0 | 16,9 | 438,5 | 10,5 |
| 388,0 | 10,4 | 413,5 | 20,0 | 439,0 | 11,9 |
| 388,5 | 15,1 | 414,0 | 19,8 | 439,5 | 14,6 |
| 389,0 | 15,6 | 414,5 | 17,9 | 440,0 | 23,1 |
| 389,5 | 15,0 | 415,0 | 26,5 | 440,5 | 8,5 |
| 390,0 | 16,2 | 415,5 | 16,8 | 441,0 | 6,3 |
| 390,5 | 15,9 | 416,0 | 9,0 | 441,5 | 13,8 |
| 391,0 | 15,9 | 416,5 | 15,6 | 442,0 | 6,1 |
| 391,5 | 17,0 | 417,0 | 19,3 | 442,5 | 13,1 |
| 392,0 | 17,8 | 417,5 | 17,3 | 443,0 | 12,9 |
| 392,5 | 20,2 | 418,0 | 15,2 | 443,5 | 9,3 |
| 393,0 | 16,9 | 418,5 | 15,3 | 444,0 | 15,1 |
| 393,5 | 16,2 | 419,0 | 16,2 | 444,5 | 18,6 |
| 394,0 | 16,6 | 419,5 | 15,2 | 445,0 | 17,8 |
| 394,5 | 11,9 | 420,0 | 15,6 | 445,5 | 16,5 |
| 395,0 | 10,5 | 420,5 | 14,1 | 446,0 | 16,3 |
| 395,5 | 14,3 | 421,0 | 10,7 | 446,5 | 14,1 |
| 396,0 | 14,0 | 421,5 | 7,0 | 447,0 | 9,4 |
| 396,5 | 15,5 | 422,0 | 6,5 | 447,5 | 17,6 |
| 397,0 | 13,0 | 422,5 | 8,5 | 448,0 | 11,0 |
| 397,5 | 7,3 | 423,0 | 6,1 | 448,5 | 9,6 |
| 398,0 | 6,1 | 423,5 | 3,9 | 449,0 | 8,5 |
| 398,5 | 15,4 | 424,0 | 4,1 | 449,5 | 9,4 |
| 399,0 | 14,9 | 424,5 | 12,6 | 450,0 | 9,0 |
| 399,5 | 16,7 | 425,0 | 19,7 | 450,5 | 7,5 |
| 400,0 | 20,0 | 425,5 | 20,8 | 451,0 | 9,5 |
| 400,5 | 20,1 | 426,0 | 18,3 | 451,5 | 11,8 |
| 401,0 | 19,1 | 426,5 | 15,0 | 452,0 | 2,6 |
| 401,5 | 18,4 | 427,0 | 12,6 | 452,5 | 10,0 |
| 402,0 | 18,8 | 427,5 | 12,7 | 453,0 | 15,5 |
| 402,5 | 23,0 | 428,0 | 13,3 | 453,5 | 13,2 |
| 403,0 | 21,3 | 428,5 | 13,6 | 454,0 | 18,3 |
| 403,5 | 17,4 | 429,0 | 8,5 | 454,5 | 21,2 |
| 404,0 | 16,6 | 429,5 | 4,0 | 455,0 | 21,8 |
| 404,5 | 9,1 | 430,0 | 2,8 | 455,5 | 18,1 |
| 405,0 | 9,1 | 430,5 | 2,5 | 456,0 | 19,0 |
| 405,5 | 10,8 | 431,0 | 3,5 | 456,5 | 23,4 |
| 406,0 | 11,3 | 431,5 | 2,5 | 457,0 | 17,4 |
| 406,5 | 12,6 | 432,0 | 2,7 | 457,5 | 21,5 |
| 407,0 | 8,7 | 432,5 | 3,2 | 458,0 | 20,9 |
| 407,5 | 9,0 | 433,0 | 3,1 | 458,5 | 13,4 |
| 408,0 | 11,8 | 433,5 | 12,0 | 459,0 | 17,0 |

Appendiks I : Glødetap Butjønna kjerne 1

| Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % | Dyp i cm | Glødetap i % |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 459,5 | 7,6 | 485,0 | 55,7 | 510,5 | 42,5 |
| 460,0 | 18,3 | 485,5 | 58,2 | 511,0 | 41,0 |
| 460,5 | 16,4 | 486,0 | 57,5 | 511,5 | 44,0 |
| 461,0 | 35,3 | 486,5 | 58,0 | 512,0 | 45,6 |
| 461,5 | 37,2 | 487,0 | 57,4 | 512,5 | 44,1 |
| 462,0 | 37,5 | 487,5 | 55,9 | | |
| 462,5 | 34,2 | 488,0 | 47,1 | | |
| 463,0 | 30,9 | 488,5 | 47,6 | | |
| 463,5 | 28,2 | 489,0 | 53,2 | | |
| 464,0 | 26,1 | 489,5 | 52,1 | | |
| 464,5 | 23,6 | 490,0 | 47,4 | | |
| 465,0 | 23,1 | 490,5 | 45,8 | | |
| 465,5 | 22,6 | 491,0 | 47,4 | | |
| 466,0 | 22,8 | 491,5 | 60,8 | | |
| 466,5 | 26,1 | 492,0 | 51,1 | | |
| 467,0 | 34,1 | 492,5 | 55,3 | | |
| 467,5 | 36,2 | 493,0 | 57,7 | | |
| 468,0 | 41,4 | 493,5 | 57,9 | | |
| 468,5 | 42,5 | 494,0 | 54,6 | | |
| 469,0 | 36,9 | 494,5 | 53,1 | | |
| 469,5 | 37,1 | 495,0 | 47,3 | | |
| 470,0 | 37,6 | 495,5 | 47,0 | | |
| 470,5 | 39,7 | 496,0 | 41,6 | | |
| 471,0 | 37,7 | 496,5 | 43,1 | | |
| 471,5 | 34,9 | 497,0 | 44,4 | | |
| 472,0 | 33,6 | 497,5 | 43,3 | | |
| 472,5 | 32,2 | 498,0 | 43,3 | | |
| 473,0 | 31,5 | 498,5 | 44,4 | | |
| 473,5 | 32,5 | 499,0 | 40,3 | | |
| 474,0 | 31,1 | 499,5 | 38,3 | | |
| 474,5 | 28,1 | 500,0 | 43,7 | | |
| 475,0 | 26,3 | 500,5 | 52,6 | | |
| 475,5 | 24,4 | 501,0 | 49,4 | | |
| 476,0 | 22,5 | 501,5 | 49,0 | | |
| 476,5 | 17,2 | 502,0 | 49,4 | | |
| 477,0 | 13,9 | 502,5 | 48,9 | | |
| 477,5 | 14,3 | 503,0 | 45,3 | | |
| 478,0 | 19,9 | 503,5 | 48,7 | | |
| 478,5 | 26,0 | 504,0 | 48,3 | | |
| 479,0 | 20,5 | 504,5 | 47,8 | | |
| 479,5 | 19,8 | 505,0 | 48,9 | | |
| 480,0 | 4,3 | 505,5 | 49,6 | | |
| 480,5 | 2,9 | 506,0 | 46,0 | | |
| 481,0 | 1,8 | 506,5 | 46,1 | | |
| 481,5 | 3,0 | 507,0 | 47,6 | | |
| 482,0 | 5,1 | 507,5 | 48,9 | | |
| 482,5 | 19,0 | 508,0 | 47,8 | | |
| 483,0 | 39,7 | 508,5 | 43,6 | | |
| 483,5 | 49,6 | 509,0 | 45,1 | | |
| 484,0 | 46,4 | 509,5 | 45,5 | | |
| 484,5 | 48,3 | 510,0 | 43,0 | | |

Appendiks II : karbonatinnhold Butjøenna kjerne 1

| Dyp i cm | Karbonatinnhold i % | Dyp i cm | Karbonatinnhold i % | Dyp i cm | Karbonatinnhold i % |
|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|
| 5,0 | 2,3 | 255,0 | 1,4 | 505,0 | 2,3 |
| 10,0 | 1,7 | 260,0 | 2,3 | 510,0 | 2,0 |
| 15,0 | 3,2 | 265,0 | 2,2 | | |
| 20,0 | 3,4 | 270,0 | 3,1 | | |
| 25,0 | 3,4 | 275,0 | 2,1 | | |
| 30,0 | 2,1 | 280,0 | 2,6 | | |
| 35,0 | 3,4 | 285,0 | 2,1 | | |
| 40,0 | 1,1 | 290,0 | 2,3 | | |
| 45,0 | 1,5 | 295,0 | 2,9 | | |
| 50,0 | 1,9 | 300,0 | 2,1 | | |
| 55,0 | 2,0 | 305,0 | 2,4 | | |
| 60,0 | 1,6 | 310,0 | 2,4 | | |
| 65,0 | 1,5 | 315,0 | 2,3 | | |
| 70,0 | 1,5 | 320,0 | 2,1 | | |
| 75,0 | 1,4 | 325,0 | 3,7 | | |
| 80,0 | 1,5 | 330,0 | 2,9 | | |
| 85,0 | 1,6 | 335,0 | 2,2 | | |
| 90,0 | 1,4 | 340,0 | 1,8 | | |
| 95,0 | 1,7 | 345,0 | 1,7 | | |
| 100,0 | 1,8 | 350,0 | 2,1 | | |
| 105,0 | 1,6 | 355,0 | 2,2 | | |
| 110,0 | 1,6 | 360,0 | 3,2 | | |
| 115,0 | 1,6 | 365,0 | 2,3 | | |
| 120,0 | 1,8 | 370,0 | 2,2 | | |
| 125,0 | 2,2 | 375,0 | 2,0 | | |
| 130,0 | 0,6 | 380,0 | 1,8 | | |
| 135,0 | 1,6 | 385,0 | 2,5 | | |
| 140,0 | 1,5 | 390,0 | 2,8 | | |
| 145,0 | 1,5 | 395,0 | 2,4 | | |
| 150,0 | 1,8 | 400,0 | 2,3 | | |
| 155,0 | 1,6 | 405,0 | 1,9 | | |
| 160,0 | 1,8 | 410,0 | 2,0 | | |
| 165,0 | 2,0 | 415,0 | 2,0 | | |
| 170,0 | 1,6 | 420,0 | 2,6 | | |
| 175,0 | 2,1 | 425,0 | 2,0 | | |
| 180,0 | 1,9 | 430,0 | 1,7 | | |
| 185,0 | 1,8 | 435,0 | 2,0 | | |
| 190,0 | 1,5 | 440,0 | 2,3 | | |
| 195,0 | 1,8 | 445,0 | 2,3 | | |
| 200,0 | 1,7 | 450,0 | 2,1 | | |
| 205,0 | 1,7 | 455,0 | 2,2 | | |
| 210,0 | 2,2 | 460,0 | 2,4 | | |
| 215,0 | 3,2 | 465,0 | 2,2 | | |
| 220,0 | 2,6 | 470,0 | 2,6 | | |
| 225,0 | 1,9 | 475,0 | 2,4 | | |
| 230,0 | 1,8 | 480,0 | 2,4 | | |
| 235,0 | 2,4 | 485,0 | 2,4 | | |
| 240,0 | 2,5 | 490,0 | 2,5 | | |
| 245,0 | 2,2 | 495,0 | 2,5 | | |
| 250,0 | 2,7 | 500,0 | 2,6 | | |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjøenna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 0,5 | 0,5 | 7,0 | 26,0 | 0,9 | 3,2 |
| 1,0 | 0,3 | 10,4 | 26,5 | 0,9 | 3,9 |
| 1,5 | 0,4 | 7,7 | 27,0 | 1,0 | 3,2 |
| 2,0 | 0,4 | 9,2 | 27,5 | 0,8 | 3,6 |
| 2,5 | 0,5 | 6,8 | 28,0 | 0,9 | 3,3 |
| 3,0 | 0,4 | 9,6 | 28,5 | 0,8 | 4,0 |
| 3,5 | 0,5 | 7,0 | 29,0 | 0,9 | 3,7 |
| 4,0 | 0,4 | 8,8 | 29,5 | 0,9 | 4,2 |
| 4,5 | 0,5 | 7,1 | 30,0 | 0,9 | 3,7 |
| 5,0 | 0,4 | 9,4 | 30,5 | 0,9 | 4,0 |
| 5,5 | 0,5 | 8,0 | 31,0 | 0,9 | 3,9 |
| 6,0 | 0,5 | 8,1 | 31,5 | 0,8 | 4,2 |
| 6,5 | 0,5 | 7,5 | 32,0 | 0,8 | 4,2 |
| 7,0 | 0,5 | 7,5 | 32,5 | 0,8 | 4,4 |
| 7,5 | 0,4 | 7,4 | 33,0 | 0,9 | 3,7 |
| 8,0 | 0,5 | 7,6 | 33,5 | 0,8 | 3,8 |
| 8,5 | 0,5 | 6,5 | 34,0 | 0,8 | 3,8 |
| 9,0 | 0,5 | 6,7 | 34,5 | 0,8 | 2,9 |
| 9,5 | 0,6 | 3,9 | 35,0 | 0,8 | 4,0 |
| 10,0 | 0,7 | 3,8 | 35,5 | 0,8 | 3,8 |
| 10,5 | 0,7 | 3,2 | 36,0 | 0,7 | 4,1 |
| 11,0 | 0,8 | 3,0 | 36,5 | 0,8 | 3,4 |
| 11,5 | 0,7 | 4,3 | 37,0 | 0,8 | 3,1 |
| 12,0 | 1,0 | 3,1 | 37,5 | 1,0 | 1,9 |
| 12,5 | 0,8 | 4,4 | 38,0 | 0,9 | 2,0 |
| 13,0 | 0,8 | 3,0 | 38,5 | 0,7 | 3,2 |
| 13,5 | 0,9 | 4,4 | 39,0 | 0,8 | 4,4 |
| 14,0 | 0,9 | 2,2 | 39,5 | 0,6 | 4,1 |
| 14,5 | 0,8 | 3,7 | 40,0 | 0,7 | 4,4 |
| 15,0 | 0,8 | 4,0 | 40,5 | 0,8 | 6,3 |
| 15,5 | 0,8 | 4,2 | 41,0 | 0,7 | 6,7 |
| 16,0 | 0,8 | 3,6 | 41,5 | 0,7 | 6,8 |
| 16,5 | 0,8 | 3,5 | 42,0 | 0,6 | 6,2 |
| 17,0 | 0,9 | 3,4 | 42,5 | 0,8 | 6,3 |
| 17,5 | 0,9 | 2,1 | 43,0 | 0,7 | 6,3 |
| 18,0 | 0,9 | 0,4 | 43,5 | 0,7 | 6,0 |
| 18,5 | 0,8 | 2,6 | 44,0 | 0,7 | 6,2 |
| 19,0 | 0,8 | 1,2 | 44,5 | 0,8 | 5,8 |
| 19,5 | 0,8 | 2,8 | 45,0 | 0,8 | 6,0 |
| 20,0 | 0,9 | 1,9 | 45,5 | 0,7 | 6,0 |
| 20,5 | 0,8 | 2,4 | 46,0 | 0,8 | 5,9 |
| 21,0 | 0,9 | 2,0 | 46,5 | 0,8 | 5,3 |
| 21,5 | 0,8 | 2,5 | 47,0 | 0,8 | 5,3 |
| 22,0 | 0,9 | 2,2 | 47,5 | 0,8 | 5,3 |
| 22,5 | 0,8 | 2,7 | 48,0 | 0,8 | 5,4 |
| 23,0 | 1,0 | 2,2 | 48,5 | 0,9 | 5,7 |
| 23,5 | 0,9 | 2,9 | 49,0 | 0,8 | 5,5 |
| 24,0 | 1,0 | 1,9 | 49,5 | 0,7 | 5,5 |
| 24,5 | 0,9 | 3,4 | 50,0 | 0,8 | 5,5 |
| 25,0 | 0,9 | 2,8 | 50,5 | 0,8 | 4,8 |
| 25,5 | 1,0 | 3,5 | 51,0 | 0,7 | 4,9 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 51,5 | 0,7 | 5,1 | 77,0 | 1,3 | 5,7 |
| 52,0 | 0,8 | 5,2 | 77,5 | 0,9 | 6,4 |
| 52,5 | 0,8 | 5,0 | 78,0 | 1,2 | 5,5 |
| 53,0 | 0,8 | 5,3 | 78,5 | 0,7 | 10,4 |
| 53,5 | 0,7 | 5,0 | 79,0 | 0,4 | 7,6 |
| 54,0 | 0,7 | 4,7 | 79,5 | 0,4 | 9,4 |
| 54,5 | 0,7 | 4,5 | 80,0 | 0,5 | 8,6 |
| 55,0 | 0,8 | 4,5 | 80,5 | 0,7 | 4,5 |
| 55,5 | 0,8 | 4,8 | 81,0 | 0,8 | 3,8 |
| 56,0 | 0,8 | 5,7 | 81,5 | 0,8 | 4,1 |
| 56,5 | 0,9 | 4,6 | 82,0 | 0,6 | 6,5 |
| 57,0 | 0,9 | 4,6 | 82,5 | 0,5 | 8,3 |
| 57,5 | 0,8 | 4,8 | 83,0 | 0,5 | 8,0 |
| 58,0 | 0,8 | 4,5 | 83,5 | 0,5 | 8,5 |
| 58,5 | 1,0 | 4,2 | 84,0 | 0,5 | 8,8 |
| 59,0 | 0,9 | 4,4 | 84,5 | 0,5 | 9,9 |
| 59,5 | 0,8 | 4,4 | 85,0 | 0,4 | 10,6 |
| 60,0 | 0,8 | 4,4 | 85,5 | 0,4 | 10,7 |
| 60,5 | 0,8 | 4,0 | 86,0 | 0,4 | 11,2 |
| 61,0 | 0,5 | 6,4 | 86,5 | 0,4 | 11,3 |
| 61,5 | 0,5 | 7,0 | 87,0 | 0,4 | 10,9 |
| 62,0 | 0,6 | 8,0 | 87,5 | 0,5 | 9,6 |
| 62,5 | 0,5 | 7,6 | 88,0 | 0,5 | 9,8 |
| 63,0 | 0,5 | 8,7 | 88,5 | 0,4 | 11,1 |
| 63,5 | 0,5 | 8,8 | 89,0 | 0,4 | 10,7 |
| 64,0 | 0,5 | 9,4 | 89,5 | 0,5 | 9,2 |
| 64,5 | 0,5 | 9,4 | 90,0 | 0,6 | 6,2 |
| 65,0 | 0,4 | 8,6 | 90,5 | 0,5 | 7,9 |
| 65,5 | 0,4 | 10,7 | 91,0 | 0,5 | 8,4 |
| 66,0 | 0,5 | 9,6 | 91,5 | 0,5 | 9,4 |
| 66,5 | 0,4 | 11,8 | 92,0 | 0,5 | 8,8 |
| 67,0 | 0,4 | 12,1 | 92,5 | 0,5 | 7,8 |
| 67,5 | 0,4 | 11,0 | 93,0 | 0,6 | 8,3 |
| 68,0 | 0,4 | 10,9 | 93,5 | 0,7 | 5,2 |
| 68,5 | 0,4 | 11,1 | 94,0 | 0,7 | 5,3 |
| 69,0 | 0,4 | 10,6 | 94,5 | 0,6 | 6,2 |
| 69,5 | 0,4 | 10,2 | 95,0 | 0,6 | 6,8 |
| 70,0 | 0,4 | 7,5 | 95,5 | 0,6 | 8,2 |
| 70,5 | 0,6 | 7,7 | 96,0 | 0,5 | 9,0 |
| 71,0 | 0,6 | 7,9 | 96,5 | 0,5 | 10,0 |
| 71,5 | 0,6 | 6,6 | 97,0 | 0,5 | 10,8 |
| 72,0 | 0,6 | 7,7 | 97,5 | 0,5 | 10,9 |
| 72,5 | 0,6 | 8,1 | 98,0 | 0,4 | 10,4 |
| 73,0 | 0,4 | 8,8 | 98,5 | 0,5 | 10,2 |
| 73,5 | 0,8 | 3,6 | 99,0 | 0,5 | 9,8 |
| 74,0 | 0,9 | 2,9 | 99,5 | 0,9 | 5,4 |
| 74,5 | 0,6 | 3,4 | 100,0 | 0,8 | 5,5 |
| 75,0 | 1,1 | 2,7 | 100,5 | 0,8 | 5,3 |
| 75,5 | 1,7 | 6,4 | 101,0 | 0,8 | 5,6 |
| 76,0 | 1,0 | 6,0 | 101,5 | 0,9 | 5,4 |
| 76,5 | 1,0 | 6,0 | 102,0 | 0,9 | 5,3 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 102,5 | 0,9 | 4,9 | 128,0 | 0,5 | 9,3 |
| 103,0 | 0,9 | 5,2 | 128,5 | 0,6 | 7,6 |
| 103,5 | 0,7 | 6,1 | 129,0 | 0,6 | 7,6 |
| 104,0 | 0,7 | 6,2 | 129,5 | 0,6 | 7,7 |
| 104,5 | 0,8 | 6,1 | 130,0 | 0,6 | 7,1 |
| 105,0 | 0,7 | 6,8 | 130,5 | 0,5 | 8,6 |
| 105,5 | 0,7 | 6,6 | 131,0 | 0,5 | 10,2 |
| 106,0 | 0,6 | 6,6 | 131,5 | 0,4 | 11,6 |
| 106,5 | 0,8 | 6,9 | 132,0 | 0,4 | 12,2 |
| 107,0 | 0,7 | 5,4 | 132,5 | 0,4 | 9,3 |
| 107,5 | 0,7 | 5,3 | 133,0 | 0,5 | 10,2 |
| 108,0 | 0,8 | 11,1 | 133,5 | 0,5 | 7,8 |
| 108,5 | 0,6 | 5,9 | 134,0 | 0,5 | 8,2 |
| 109,0 | 0,7 | 5,8 | 134,5 | 0,8 | 5,6 |
| 109,5 | 0,7 | 6,2 | 135,0 | 0,8 | 4,9 |
| 110,0 | 0,6 | 6,8 | 135,5 | 0,7 | 6,1 |
| 110,5 | 0,6 | 6,7 | 136,0 | 0,6 | 6,8 |
| 111,0 | 0,6 | 6,9 | 136,5 | 0,7 | 5,8 |
| 111,5 | 0,7 | 6,5 | 137,0 | 0,8 | 5,4 |
| 112,0 | 0,6 | 6,7 | 137,5 | 0,8 | 5,7 |
| 112,5 | 0,7 | 7,1 | 138,0 | 0,5 | 8,5 |
| 113,0 | 0,5 | 8,3 | 138,5 | 0,5 | 8,8 |
| 113,5 | 0,5 | 10,0 | 139,0 | 0,8 | 5,7 |
| 114,0 | 0,5 | 10,6 | 139,5 | 0,5 | 9,6 |
| 114,5 | 0,5 | 10,4 | 140,0 | 0,5 | 10,4 |
| 115,0 | 0,5 | 10,5 | 140,5 | 0,5 | 10,2 |
| 115,5 | 0,5 | 10,3 | 141,0 | 0,5 | 9,6 |
| 116,0 | 0,5 | 10,1 | 141,5 | 0,5 | 9,3 |
| 116,5 | 0,5 | 8,9 | 142,0 | 0,6 | 7,0 |
| 117,0 | 0,6 | 6,8 | 142,5 | 0,8 | 4,0 |
| 117,5 | 0,6 | 7,9 | 143,0 | 0,7 | 6,1 |
| 118,0 | 0,7 | 6,3 | 143,5 | 0,4 | 10,1 |
| 118,5 | 0,6 | 6,7 | 144,0 | 0,4 | 10,6 |
| 119,0 | 0,6 | 6,4 | 144,5 | 0,7 | 5,8 |
| 119,5 | 0,8 | 5,3 | 145,0 | 0,8 | 5,0 |
| 120,0 | 0,5 | 9,0 | 145,5 | 0,8 | 3,6 |
| 120,5 | 0,5 | 9,3 | 146,0 | 0,9 | 3,1 |
| 121,0 | 0,5 | 10,3 | 146,5 | 0,9 | 3,3 |
| 121,5 | 0,4 | 11,4 | 147,0 | 0,9 | 4,7 |
| 122,0 | 0,5 | 10,5 | 147,5 | 0,7 | 3,7 |
| 122,5 | 0,5 | 11,7 | 148,0 | 1,1 | 3,5 |
| 123,0 | 0,4 | 11,8 | 148,5 | 1,0 | 3,5 |
| 123,5 | 0,5 | 11,4 | 149,0 | 0,8 | 3,1 |
| 124,0 | 0,5 | 11,2 | 149,5 | 0,8 | 4,1 |
| 124,5 | 0,4 | 11,7 | 150,0 | 0,9 | 3,4 |
| 125,0 | 0,5 | 11,4 | 150,5 | 0,9 | 3,2 |
| 125,5 | 0,5 | 10,4 | 151,0 | 1,1 | 3,3 |
| 126,0 | 0,5 | 10,8 | 151,5 | 0,9 | 4,4 |
| 126,5 | 0,5 | 9,0 | 152,0 | 1,0 | 2,8 |
| 127,0 | 0,5 | 8,5 | 152,5 | 0,9 | 3,9 |
| 127,5 | 0,5 | 9,4 | 153,0 | 1,1 | 4,1 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjøenna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 153,5 | 0,9 | 3,9 | 179,0 | 0,9 | 3,5 |
| 154,0 | 1,1 | 3,3 | 179,5 | 0,4 | 8,0 |
| 154,5 | 0,8 | 5,2 | 180,0 | 0,5 | 7,2 |
| 155,0 | 0,9 | 4,1 | 180,5 | 0,4 | 7,8 |
| 155,5 | 0,6 | 9,0 | 181,0 | 0,5 | 7,6 |
| 156,0 | 0,6 | 11,6 | 181,5 | 0,6 | 5,0 |
| 156,5 | 0,4 | 11,9 | 182,0 | 0,6 | 6,3 |
| 157,0 | 0,3 | 12,1 | 182,5 | 0,5 | 7,5 |
| 157,5 | 0,5 | 10,0 | 183,0 | 0,5 | 9,2 |
| 158,0 | 0,5 | 10,1 | 183,5 | 0,4 | 10,0 |
| 158,5 | 0,4 | 14,7 | 184,0 | 0,5 | 8,5 |
| 159,0 | 0,4 | 15,6 | 184,5 | 0,7 | 6,2 |
| 159,5 | 0,7 | 6,7 | 185,0 | 0,9 | 3,8 |
| 160,0 | 0,3 | 13,0 | 185,5 | 0,5 | 8,1 |
| 160,5 | 0,4 | 12,6 | 186,0 | 0,4 | 10,9 |
| 161,0 | 0,4 | 12,0 | 186,5 | 0,4 | 11,9 |
| 161,5 | 0,4 | 10,2 | 187,0 | 0,4 | 12,1 |
| 162,0 | 0,4 | 10,4 | 187,5 | 0,4 | 11,1 |
| 162,5 | 0,4 | 10,7 | 188,0 | 0,4 | 10,9 |
| 163,0 | 0,4 | 11,5 | 188,5 | 0,3 | 12,7 |
| 163,5 | 0,3 | 12,4 | 189,0 | 0,5 | 11,8 |
| 164,0 | 0,4 | 13,6 | 189,5 | 0,4 | 14,5 |
| 164,5 | 0,3 | 13,2 | 190,0 | 0,3 | 15,5 |
| 165,0 | 0,4 | 11,6 | 190,5 | 0,4 | 12,0 |
| 165,5 | 0,4 | 10,5 | 191,0 | 0,4 | 12,5 |
| 166,0 | 0,4 | 9,0 | 191,5 | 0,4 | 12,1 |
| 166,5 | 0,5 | 8,7 | 192,0 | 0,4 | 11,2 |
| 167,0 | 0,5 | 10,0 | 192,5 | 0,4 | 11,6 |
| 167,5 | 0,4 | 12,1 | 193,0 | 0,4 | 11,7 |
| 168,0 | 0,5 | 11,3 | 193,5 | 0,3 | 13,3 |
| 168,5 | 0,6 | 8,8 | 194,0 | 0,3 | 12,7 |
| 169,0 | 0,6 | 6,1 | 194,5 | 0,4 | 10,5 |
| 169,5 | 0,6 | 5,7 | 195,0 | 0,5 | 9,4 |
| 170,0 | 0,5 | 5,9 | 195,5 | 0,4 | 10,9 |
| 170,5 | 0,6 | 8,3 | 196,0 | 0,3 | 12,4 |
| 171,0 | 0,5 | 9,6 | 196,5 | 0,2 | 20,8 |
| 171,5 | 0,5 | 8,7 | 197,0 | 0,2 | 20,4 |
| 172,0 | 0,5 | 8,5 | 197,5 | 0,2 | 20,8 |
| 172,5 | 0,5 | 8,8 | 198,0 | 0,2 | 20,6 |
| 173,0 | 0,5 | 9,6 | 198,5 | 0,3 | 19,3 |
| 173,5 | 0,3 | 12,7 | 199,0 | 0,2 | 19,2 |
| 174,0 | 0,3 | 12,5 | 199,5 | 0,3 | 18,3 |
| 174,5 | 0,4 | 11,7 | 200,0 | 0,3 | 18,4 |
| 175,0 | 0,3 | 13,7 | 200,5 | 0,2 | 18,6 |
| 175,5 | 0,4 | 12,4 | 201,0 | 0,2 | 18,0 |
| 176,0 | 0,5 | 9,6 | 201,5 | 0,3 | 18,1 |
| 176,5 | 0,5 | 8,5 | 202,0 | 0,3 | 17,0 |
| 177,0 | 0,6 | 5,8 | 202,5 | 0,2 | 16,4 |
| 177,5 | 0,9 | 2,9 | 203,0 | 0,3 | 16,2 |
| 178,0 | 0,8 | 2,5 | 203,5 | 0,3 | 16,5 |
| 178,5 | 0,7 | 1,7 | 204,0 | 0,3 | 16,8 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 204,5 | 0,3 | 17,2 | 230,0 | 0,4 | 10,7 |
| 205,0 | 0,3 | 17,9 | 230,5 | 0,4 | 11,3 |
| 205,5 | 0,3 | 16,3 | 231,0 | 0,4 | 16,5 |
| 206,0 | 0,3 | 16,7 | 231,5 | 0,4 | 11,2 |
| 206,5 | 0,3 | 14,6 | 232,0 | 0,4 | 11,7 |
| 207,0 | 0,3 | 14,0 | 232,5 | 0,4 | 11,5 |
| 207,5 | 0,3 | 12,1 | 233,0 | 0,4 | 12,0 |
| 208,0 | 0,3 | 12,7 | 233,5 | 0,4 | 10,3 |
| 208,5 | 0,3 | 12,7 | 234,0 | 0,4 | 12,1 |
| 209,0 | 0,3 | 14,1 | 234,5 | 0,5 | 10,4 |
| 209,5 | 0,3 | 14,2 | 235,0 | 0,4 | 12,8 |
| 210,0 | 0,3 | 13,9 | 235,5 | 0,4 | 13,3 |
| 210,5 | 0,3 | 13,7 | 236,0 | 0,4 | 13,4 |
| 211,0 | 0,3 | 12,9 | 236,5 | 0,4 | 13,3 |
| 211,5 | 0,3 | 13,0 | 237,0 | 0,4 | 12,9 |
| 212,0 | 0,3 | 12,8 | 237,5 | 0,4 | 13,7 |
| 212,5 | 0,3 | 12,7 | 238,0 | 0,3 | 14,4 |
| 213,0 | 0,3 | 13,4 | 238,5 | 0,3 | 13,4 |
| 213,5 | 0,5 | 8,6 | 239,0 | 0,4 | 12,9 |
| 214,0 | 0,4 | 8,0 | 239,5 | 0,4 | 10,9 |
| 214,5 | 0,8 | 3,9 | 240,0 | 0,6 | 8,0 |
| 215,0 | 0,9 | 7,6 | 240,5 | 0,7 | 6,5 |
| 215,5 | 0,5 | 8,5 | 241,0 | 0,5 | 11,2 |
| 216,0 | 0,5 | 7,7 | 241,5 | 0,4 | 11,9 |
| 216,5 | 0,6 | 6,7 | 242,0 | 0,4 | 12,2 |
| 217,0 | 0,6 | 7,1 | 242,5 | 0,2 | 21,7 |
| 217,5 | 0,5 | 8,7 | 243,0 | 0,3 | 21,2 |
| 218,0 | 0,7 | 4,6 | 243,5 | 0,3 | 21,8 |
| 218,5 | 0,5 | 7,7 | 244,0 | 0,3 | 16,9 |
| 219,0 | 0,5 | 9,4 | 244,5 | 0,3 | 12,1 |
| 219,5 | 0,4 | 9,7 | 245,0 | 0,3 | 13,0 |
| 220,0 | 0,6 | 8,1 | 245,5 | 1,4 | 2,6 |
| 220,5 | 1,0 | 4,5 | 246,0 | 0,4 | 8,5 |
| 221,0 | 1,0 | 2,1 | 246,5 | 0,4 | 6,1 |
| 221,5 | 0,9 | 2,3 | 247,0 | 0,6 | 4,7 |
| 222,0 | 0,8 | 2,7 | 247,5 | 1,2 | 2,0 |
| 222,5 | 1,2 | 3,0 | 248,0 | 1,1 | 1,6 |
| 223,0 | 0,6 | 8,3 | 248,5 | 1,1 | 1,7 |
| 223,5 | 0,5 | 12,2 | 249,0 | 1,0 | 1,5 |
| 224,0 | 0,4 | 13,0 | 249,5 | 0,8 | 3,6 |
| 224,5 | 0,4 | 13,8 | 250,0 | 2,1 | 1,1 |
| 225,0 | 0,4 | 13,3 | 250,5 | 1,0 | 4,0 |
| 225,5 | 0,4 | 14,6 | 251,0 | 1,1 | 2,7 |
| 226,0 | 0,4 | 13,1 | 251,5 | 0,6 | 8,6 |
| 226,5 | 0,4 | 13,0 | 252,0 | 0,6 | 9,4 |
| 227,0 | 0,5 | 12,6 | 252,5 | 0,4 | 12,6 |
| 227,5 | 0,4 | 12,3 | 253,0 | 0,4 | 12,1 |
| 228,0 | 0,4 | 12,7 | 253,5 | 0,5 | 12,3 |
| 228,5 | 0,4 | 12,8 | 254,0 | 0,4 | 14,0 |
| 229,0 | 0,4 | 12,4 | 254,5 | 0,4 | 15,3 |
| 229,5 | 0,4 | 11,3 | 255,0 | 0,5 | 13,3 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 255,5 | 0,4 | 13,3 | 281,0 | 0,5 | 11,3 |
| 256,0 | 0,4 | 11,4 | 281,5 | 0,7 | 7,8 |
| 256,5 | 0,5 | 10,8 | 282,0 | 0,7 | 6,7 |
| 257,0 | 0,4 | 15,2 | 282,5 | 0,8 | 5,1 |
| 257,5 | 0,4 | 15,8 | 283,0 | 0,7 | 6,8 |
| 258,0 | 0,4 | 16,3 | 283,5 | 0,5 | 11,4 |
| 258,5 | 0,4 | 14,9 | 284,0 | 0,5 | 12,5 |
| 259,0 | 0,4 | 15,3 | 284,5 | 0,5 | 11,9 |
| 259,5 | 0,4 | 14,0 | 285,0 | 0,5 | 12,0 |
| 260,0 | 0,5 | 12,5 | 285,5 | 0,5 | 11,5 |
| 260,5 | 0,4 | 13,0 | 286,0 | 0,5 | 11,7 |
| 261,0 | 0,4 | 13,3 | 286,5 | 1,5 | 3,9 |
| 261,5 | 0,4 | 13,8 | 287,0 | 0,5 | 11,5 |
| 262,0 | 0,4 | 14,0 | 287,5 | 0,5 | 11,3 |
| 262,5 | 0,4 | 13,9 | 288,0 | 0,5 | 10,9 |
| 263,0 | 0,5 | 13,4 | 288,5 | 0,4 | 11,3 |
| 263,5 | 0,5 | 13,4 | 289,0 | 0,5 | 13,3 |
| 264,0 | 0,5 | 12,8 | 289,5 | 0,4 | 15,9 |
| 264,5 | 0,5 | 12,6 | 290,0 | 0,4 | 16,5 |
| 265,0 | 0,5 | 11,5 | 290,5 | 0,4 | 13,0 |
| 265,5 | 0,5 | 12,7 | 291,0 | 1,4 | 4,2 |
| 266,0 | 0,5 | 11,8 | 291,5 | 0,4 | 12,2 |
| 266,5 | 0,5 | 10,6 | 292,0 | 0,5 | 11,5 |
| 267,0 | 0,5 | 10,7 | 292,5 | 0,5 | 11,0 |
| 267,5 | 0,5 | 9,5 | 293,0 | 0,5 | 10,3 |
| 268,0 | 0,6 | 9,1 | 293,5 | 0,5 | 10,8 |
| 268,5 | 0,5 | 9,9 | 294,0 | 0,5 | 10,7 |
| 269,0 | 0,5 | 10,3 | 294,5 | 0,5 | 10,3 |
| 269,5 | 0,4 | 12,4 | 295,0 | 0,5 | 9,4 |
| 270,0 | 0,4 | 12,8 | 295,5 | 0,6 | 8,6 |
| 270,5 | 0,4 | 12,5 | 296,0 | 0,6 | 7,8 |
| 271,0 | 0,4 | 13,4 | 296,5 | 0,5 | 8,2 |
| 271,5 | 0,4 | 14,3 | 297,0 | 0,5 | 12,2 |
| 272,0 | 0,4 | 13,4 | 297,5 | 0,5 | 11,2 |
| 272,5 | 0,4 | 15,3 | 298,0 | 0,5 | 8,6 |
| 273,0 | 0,4 | 13,0 | 298,5 | 0,5 | 8,3 |
| 273,5 | 0,4 | 11,2 | 299,0 | 0,6 | 9,6 |
| 274,0 | 0,5 | 10,6 | 299,5 | 0,4 | 13,0 |
| 274,5 | 0,6 | 7,6 | 300,0 | 0,4 | 16,4 |
| 275,0 | 0,5 | 10,1 | 300,5 | 0,3 | 18,4 |
| 275,5 | 0,5 | 10,3 | 301,0 | 0,3 | 25,4 |
| 276,0 | 0,4 | 13,8 | 301,5 | 1,2 | 5,4 |
| 276,5 | 0,5 | 10,7 | 302,0 | 0,2 | 31,1 |
| 277,0 | 0,4 | 10,6 | 302,5 | 0,2 | 27,7 |
| 277,5 | 0,5 | 9,6 | 303,0 | 0,2 | 21,8 |
| 278,0 | 0,5 | 9,3 | 303,5 | 0,2 | 21,0 |
| 278,5 | 0,5 | 11,3 | 304,0 | 0,2 | 19,6 |
| 279,0 | 0,5 | 10,5 | 304,5 | 0,2 | 22,1 |
| 279,5 | 0,5 | 12,4 | 305,0 | 0,2 | 21,4 |
| 280,0 | 0,4 | 12,0 | 305,5 | 0,2 | 17,6 |
| 280,5 | 0,4 | 12,1 | 306,0 | 1,3 | 3,8 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 306,5 | 0,3 | 18,4 | 332,0 | 0,5 | 11,0 |
| 307,0 | 0,3 | 16,3 | 332,5 | 0,4 | 13,2 |
| 307,5 | 0,3 | 15,8 | 333,0 | 0,4 | 8,8 |
| 308,0 | 0,5 | 11,0 | 333,5 | 0,5 | 7,9 |
| 308,5 | 0,6 | 8,8 | 334,0 | 0,4 | 12,7 |
| 309,0 | 0,6 | 8,3 | 334,5 | 0,3 | 13,5 |
| 309,5 | 0,6 | 8,1 | 335,0 | 0,4 | 15,6 |
| 310,0 | 0,5 | 10,3 | 335,5 | 0,3 | 14,6 |
| 310,5 | 0,4 | 10,0 | 336,0 | 0,4 | 14,2 |
| 311,0 | 0,5 | 8,6 | 336,5 | 0,4 | 14,2 |
| 311,5 | 0,7 | 5,4 | 337,0 | 0,3 | 13,2 |
| 312,0 | 0,6 | 6,7 | 337,5 | 0,4 | 10,0 |
| 312,5 | 0,5 | 10,9 | 338,0 | 0,4 | 14,0 |
| 313,0 | 0,5 | 10,1 | 338,5 | 0,4 | 15,3 |
| 313,5 | 0,6 | 6,2 | 339,0 | 0,4 | 15,6 |
| 314,0 | 0,6 | 7,7 | 339,5 | 0,3 | 13,5 |
| 314,5 | 0,4 | 14,0 | 340,0 | 0,4 | 13,6 |
| 315,0 | 0,4 | 12,0 | 340,5 | 0,3 | 14,3 |
| 315,5 | 0,5 | 8,7 | 341,0 | 0,4 | 15,5 |
| 316,0 | 0,4 | 11,3 | 341,5 | 0,4 | 17,8 |
| 316,5 | 0,4 | 12,6 | 342,0 | 0,4 | 17,2 |
| 317,0 | 0,6 | 9,6 | 342,5 | 0,4 | 18,3 |
| 317,5 | 0,5 | 10,7 | 343,0 | 0,4 | 13,8 |
| 318,0 | 0,4 | 11,8 | 343,5 | 0,4 | 10,2 |
| 318,5 | 0,4 | 13,9 | 344,0 | 0,4 | 9,5 |
| 319,0 | 0,4 | 10,8 | 344,5 | 0,4 | 14,6 |
| 319,5 | 0,4 | 20,5 | 345,0 | 0,3 | 14,9 |
| 320,0 | 0,4 | 13,4 | 345,5 | 0,4 | 16,2 |
| 320,5 | 0,4 | 32,2 | 346,0 | 0,3 | 21,7 |
| 321,0 | 0,4 | 12,7 | 346,5 | 0,4 | 9,9 |
| 321,5 | 0,4 | 10,9 | 347,0 | 0,4 | 5,8 |
| 322,0 | 0,4 | 9,8 | 347,5 | 0,4 | 7,8 |
| 322,5 | 0,5 | 6,1 | 348,0 | 0,4 | 11,3 |
| 323,0 | 0,7 | 3,3 | 348,5 | 0,3 | 15,7 |
| 323,5 | 0,9 | 3,9 | 349,0 | 0,4 | 14,8 |
| 324,0 | 1,1 | 2,0 | 349,5 | 0,4 | 13,8 |
| 324,5 | 1,1 | 1,4 | 350,0 | 0,4 | 12,6 |
| 325,0 | 1,2 | 1,8 | 350,5 | 0,3 | 17,5 |
| 325,5 | 1,0 | 2,2 | 351,0 | 0,3 | 43,2 |
| 326,0 | 0,9 | 2,8 | 351,5 | 0,4 | 16,2 |
| 326,5 | 0,9 | 3,3 | 352,0 | 0,4 | 15,2 |
| 327,0 | 0,8 | 2,9 | 352,5 | 0,4 | 14,5 |
| 327,5 | 0,9 | 3,5 | 353,0 | 0,5 | 12,5 |
| 328,0 | 1,0 | 2,9 | 353,5 | 0,4 | 13,7 |
| 328,5 | 0,8 | 4,0 | 354,0 | 0,4 | 15,5 |
| 329,0 | 0,7 | 5,6 | 354,5 | 0,4 | 17,7 |
| 329,5 | 0,4 | 10,8 | 355,0 | 0,4 | 19,0 |
| 330,0 | 0,4 | 14,1 | 355,5 | 0,4 | 16,9 |
| 330,5 | 0,3 | 13,8 | 356,0 | 0,3 | 19,0 |
| 331,0 | 0,4 | 14,9 | 356,5 | 0,3 | 16,6 |
| 331,5 | 0,4 | 14,0 | 357,0 | 0,4 | 15,0 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjøenna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 357,5 | 0,4 | 15,8 | 383,0 | 0,6 | 8,6 |
| 358,0 | 0,4 | 10,7 | 383,5 | 0,5 | 10,6 |
| 358,5 | 0,5 | 7,9 | 384,0 | 0,5 | 10,7 |
| 359,0 | 0,7 | 7,3 | 384,5 | 0,6 | 10,0 |
| 359,5 | 0,4 | 13,0 | 385,0 | 0,5 | 10,3 |
| 360,0 | 0,4 | 17,3 | 385,5 | 0,5 | 8,5 |
| 360,5 | 0,3 | 18,2 | 386,0 | 0,5 | 9,0 |
| 361,0 | 0,4 | 17,0 | 386,5 | 0,5 | 10,4 |
| 361,5 | 0,3 | 17,4 | 387,0 | 0,4 | 14,0 |
| 362,0 | 0,4 | 17,9 | 387,5 | 0,4 | 15,6 |
| 362,5 | 0,4 | 17,9 | 388,0 | 0,4 | 17,5 |
| 363,0 | 0,3 | 18,2 | 388,5 | 0,4 | 17,4 |
| 363,5 | 0,4 | 15,4 | 389,0 | 0,4 | 17,7 |
| 364,0 | 0,4 | 14,1 | 389,5 | 0,4 | 17,0 |
| 364,5 | 0,4 | 16,2 | 390,0 | 0,4 | 17,3 |
| 365,0 | 0,4 | 16,9 | 390,5 | 0,4 | 14,6 |
| 365,5 | 0,3 | 17,2 | 391,0 | 0,5 | 11,5 |
| 366,0 | 0,4 | 16,9 | 391,5 | 0,6 | 8,0 |
| 366,5 | 0,3 | 16,4 | 392,0 | 0,5 | 12,5 |
| 367,0 | 0,4 | 15,9 | 392,5 | 0,4 | 17,3 |
| 367,5 | 0,4 | 17,1 | 393,0 | 0,5 | 14,0 |
| 368,0 | 0,4 | 14,8 | 393,5 | 0,4 | 15,4 |
| 368,5 | 0,4 | 14,8 | 394,0 | 0,4 | 14,8 |
| 369,0 | 0,4 | 16,2 | 394,5 | 0,4 | 16,0 |
| 369,5 | 0,3 | 18,4 | 395,0 | 0,4 | 15,1 |
| 370,0 | 0,3 | 19,2 | 395,5 | 0,4 | 14,7 |
| 370,5 | 0,4 | 16,5 | 396,0 | 0,4 | 14,8 |
| 371,0 | 0,4 | 14,9 | 396,5 | 0,4 | 14,1 |
| 371,5 | 0,4 | 14,6 | 397,0 | 0,5 | 9,8 |
| 372,0 | 0,4 | 13,1 | 397,5 | 0,7 | 7,2 |
| 372,5 | 0,5 | 9,4 | 398,0 | 0,5 | 10,6 |
| 373,0 | 0,4 | 12,7 | 398,5 | 0,6 | 8,1 |
| 373,5 | 0,4 | 14,5 | 399,0 | 0,6 | 6,1 |
| 374,0 | 0,5 | 10,7 | 399,5 | 1,0 | 3,0 |
| 374,5 | 0,6 | 7,2 | 400,0 | 0,9 | 3,6 |
| 375,0 | 0,6 | 5,8 | 400,5 | 0,8 | 5,0 |
| 375,5 | 0,4 | 14,3 | 401,0 | 0,4 | 14,1 |
| 376,0 | 0,4 | 17,6 | 401,5 | 0,4 | 18,1 |
| 376,5 | 0,4 | 19,4 | 402,0 | 0,4 | 16,5 |
| 377,0 | 0,3 | 20,6 | 402,5 | 0,4 | 13,6 |
| 377,5 | 0,3 | 22,3 | 403,0 | 0,4 | 13,4 |
| 378,0 | 0,3 | 22,7 | 403,5 | 0,4 | 13,3 |
| 378,5 | 0,3 | 22,5 | 404,0 | 0,4 | 13,2 |
| 379,0 | 0,3 | 20,3 | 404,5 | 0,5 | 10,1 |
| 379,5 | 0,3 | 20,3 | 405,0 | 0,8 | 6,8 |
| 380,0 | 0,4 | 15,1 | 405,5 | 0,9 | 4,3 |
| 380,5 | 0,4 | 12,3 | 406,0 | 1,0 | 2,7 |
| 381,0 | 0,5 | 12,0 | 406,5 | 1,2 | 2,2 |
| 381,5 | 0,5 | 12,0 | 407,0 | 1,2 | 2,3 |
| 382,0 | 0,4 | 11,5 | 407,5 | 1,0 | 2,8 |
| 382,5 | 0,5 | 10,0 | 408,0 | 0,8 | 4,4 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 408,5 | 0,7 | 5,8 | 434,0 | 0,3 | 20,8 |
| 409,0 | 0,4 | 13,4 | 434,5 | 0,4 | 18,7 |
| 409,5 | 0,4 | 12,6 | 435,0 | 0,3 | 18,5 |
| 410,0 | 0,5 | 10,7 | 435,5 | 0,3 | 18,0 |
| 410,5 | 0,6 | 10,5 | 436,0 | 0,3 | 20,1 |
| 411,0 | 0,4 | 15,0 | 436,5 | 0,3 | 21,5 |
| 411,5 | 0,3 | 23,8 | 437,0 | 0,3 | 17,7 |
| 412,0 | 0,3 | 22,3 | 437,5 | 0,5 | 7,9 |
| 412,5 | 0,3 | 21,5 | 438,0 | 0,4 | 10,6 |
| 413,0 | 0,3 | 20,8 | 438,5 | 0,2 | 28,0 |
| 413,5 | 0,3 | 20,8 | 439,0 | 0,2 | 32,2 |
| 414,0 | 0,3 | 19,4 | 439,5 | 0,1 | 40,0 |
| 414,5 | 0,3 | 18,9 | 440,0 | 0,2 | 35,2 |
| 415,0 | 0,4 | 13,3 | 440,5 | 0,2 | 26,8 |
| 415,5 | 0,5 | 11,1 | 441,0 | 0,2 | 24,3 |
| 416,0 | 0,4 | 12,4 | 441,5 | 0,2 | 23,3 |
| 416,5 | 0,4 | 16,0 | 442,0 | 0,2 | 26,1 |
| 417,0 | 0,4 | 17,1 | 442,5 | 0,2 | 35,3 |
| 417,5 | 0,3 | 19,5 | 443,0 | 0,2 | 38,0 |
| 418,0 | 0,5 | 10,6 | 443,5 | 0,2 | 33,2 |
| 418,5 | 0,4 | 12,1 | 444,0 | 0,2 | 35,0 |
| 419,0 | 0,6 | 7,2 | 444,5 | 0,2 | 37,5 |
| 419,5 | 0,6 | 7,5 | 445,0 | 0,2 | 35,6 |
| 420,0 | 0,4 | 12,8 | 445,5 | 0,2 | 31,8 |
| 420,5 | 0,4 | 15,7 | 446,0 | 0,2 | 30,6 |
| 421,0 | 0,3 | 19,5 | 446,5 | 0,2 | 30,7 |
| 421,5 | 0,3 | 20,1 | 447,0 | 0,2 | 30,9 |
| 422,0 | 0,4 | 18,6 | 447,5 | 0,2 | 31,1 |
| 422,5 | 0,3 | 19,9 | 448,0 | 0,2 | 30,4 |
| 423,0 | 0,4 | 16,2 | 448,5 | 0,2 | 27,1 |
| 423,5 | 0,5 | 10,5 | 449,0 | 0,1 | 23,9 |
| 424,0 | 0,5 | 10,0 | 449,5 | 0,1 | 23,5 |
| 424,5 | 0,5 | 10,5 | 450,0 | 0,3 | 15,8 |
| 425,0 | 0,6 | 9,3 | 450,5 | 0,4 | 10,2 |
| 425,5 | 0,6 | 9,6 | 451,0 | 0,2 | 23,8 |
| 426,0 | 0,5 | 9,8 | 451,5 | 0,2 | 24,7 |
| 426,5 | 0,5 | 10,7 | 452,0 | 0,2 | 26,3 |
| 427,0 | 0,5 | 8,9 | 452,5 | 0,2 | 26,8 |
| 427,5 | 0,6 | 7,3 | 453,0 | 0,2 | 27,8 |
| 428,0 | 0,4 | 11,0 | 453,5 | 0,2 | 28,6 |
| 428,5 | 0,7 | 4,9 | 454,0 | 0,2 | 24,9 |
| 429,0 | 1,0 | 3,1 | 454,5 | 0,2 | 17,8 |
| 429,5 | 0,5 | 8,8 | 455,0 | 0,4 | 10,1 |
| 430,0 | 0,4 | 17,8 | 455,5 | 0,4 | 9,6 |
| 430,5 | 0,4 | 16,5 | 456,0 | 0,5 | 7,5 |
| 431,0 | 0,4 | 12,5 | 456,5 | 1,0 | 1,9 |
| 431,5 | 0,4 | 18,0 | 457,0 | 1,1 | 1,6 |
| 432,0 | 0,3 | 21,3 | 457,5 | 0,8 | 3,6 |
| 432,5 | 0,3 | 20,6 | 458,0 | 0,9 | 3,7 |
| 433,0 | 0,3 | 15,0 | 458,5 | 0,3 | 18,0 |
| 433,5 | 0,4 | 18,3 | 459,0 | 0,7 | 3,8 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % | Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| 459,5 | 0,1 | 46,3 | 485,0 | 0,2 | 38,3 |
| 460,0 | 0,4 | 16,4 | 485,5 | 0,1 | 43,7 |
| 460,5 | 0,2 | 25,0 | 486,0 | 0,1 | 52,6 |
| 461,0 | 0,2 | 23,9 | 486,5 | 0,1 | 49,4 |
| 461,5 | 0,3 | 23,3 | 487,0 | 0,1 | 49,0 |
| 462,0 | 0,4 | 16,4 | 487,5 | 0,2 | 48,9 |
| 462,5 | 0,2 | 39,2 | 488,0 | 0,2 | 49,6 |
| 463,0 | 0,2 | 38,2 | 488,5 | 0,2 | 46,0 |
| 463,5 | 0,2 | 58,0 | 489,0 | 0,2 | 46,1 |
| 464,0 | 0,2 | 40,4 | 489,5 | 0,2 | 47,6 |
| 464,5 | 0,2 | 38,1 | 490,0 | 0,2 | 48,9 |
| 465,0 | 0,2 | 38,7 | 490,5 | 0,2 | 47,8 |
| 465,5 | 0,1 | 51,3 | 491,0 | 0,2 | 43,6 |
| 466,0 | 0,1 | 52,0 | 491,5 | 0,2 | 45,1 |
| 466,5 | 0,1 | 45,7 | 492,0 | 0,2 | 45,5 |
| 467,0 | 0,1 | 44,5 | 492,5 | 0,2 | 43,0 |
| 467,5 | 0,1 | 51,0 | 493,0 | 0,2 | 42,5 |
| 468,0 | 0,2 | 52,6 | 493,5 | 0,2 | 41,0 |
| 468,5 | 0,2 | 49,4 | 494,0 | 0,2 | 44,0 |
| 469,0 | 0,2 | 49,0 | 494,5 | 0,2 | 45,6 |
| 469,5 | 0,2 | 49,4 | 495,0 | 0,2 | 44,1 |
| 470,0 | 0,2 | 48,9 | 495,5 | 0,2 | 44,4 |
| 470,5 | 0,2 | 45,3 | 496,0 | 0,2 | 43,3 |
| 471,0 | 0,2 | 48,7 | 496,5 | 0,2 | 43,3 |
| 471,5 | 0,2 | 48,3 | 497,0 | 0,2 | 44,4 |
| 472,0 | 0,2 | 47,8 | 497,5 | 0,2 | 40,3 |
| 472,5 | 0,2 | 48,9 | 498,0 | 0,2 | 38,3 |
| 473,0 | 0,2 | 49,6 | 498,5 | 0,2 | 43,7 |
| 473,5 | 0,2 | 46,0 | 499,0 | 0,2 | 52,6 |
| 474,0 | 0,2 | 46,1 | 499,5 | 0,2 | 49,4 |
| 474,5 | 0,2 | 47,6 | 500,0 | 0,2 | 49,0 |
| 475,0 | 0,2 | 48,9 | 500,5 | 0,2 | 42,6 |
| 475,5 | 0,2 | 47,8 | 501,0 | 0,2 | 39,4 |
| 476,0 | 0,2 | 43,6 | 501,5 | 0,2 | 38,3 |
| 476,5 | 0,2 | 45,1 | 502,0 | 0,2 | 38,1 |
| 477,0 | 0,2 | 45,5 | 502,5 | 0,2 | 41,7 |
| 477,5 | 0,2 | 43,0 | 503,0 | 0,2 | 40,6 |
| 478,0 | 0,2 | 42,5 | 503,5 | 0,2 | 42,1 |
| 478,5 | 0,2 | 41,0 | 504,0 | 0,2 | 42,2 |
| 479,0 | 0,2 | 44,0 | 504,5 | 0,2 | 43,7 |
| 479,5 | 0,2 | 45,6 | 505,0 | 0,2 | 55,7 |
| 480,0 | 0,2 | 44,1 | 505,5 | 0,2 | 49,0 |
| 480,5 | 0,2 | 47,3 | 506,0 | 0,2 | 50,2 |
| 481,0 | 0,2 | 47,0 | 506,5 | 0,2 | 49,3 |
| 481,5 | 0,2 | 41,6 | 507,0 | 0,2 | 47,1 |
| 482,0 | 0,2 | 43,1 | 507,5 | 0,2 | 48,0 |
| 482,5 | 0,1 | 44,4 | 508,0 | 0,2 | 49,3 |
| 483,0 | 0,2 | 43,3 | 508,5 | 0,2 | 47,5 |
| 483,5 | 0,2 | 43,3 | 509,0 | 0,2 | 48,1 |
| 484,0 | 0,2 | 44,4 | 509,5 | 0,2 | 45,1 |
| 484,5 | 0,2 | 40,3 | 510,0 | 0,2 | 44,8 |

Appendiks III : glødetap og tetthet Butjønnakerne 2

| Dyp i cm | Tetthet i g | Glødetap i % |
|----------|-------------|--------------|
| 510,5 | 0,2 | 47,1 |
| 511,0 | 0,2 | 47,6 |
| 511,5 | 0,2 | 45,5 |
| 512,0 | 0,2 | 46,4 |
| 512,5 | 0,2 | 47,0 |
| 513,0 | 0,2 | 49,6 |
| 513,5 | 0,2 | 50,0 |
| 514,0 | 0,2 | 47,1 |
| 514,5 | 0,2 | 44,3 |
| 515,0 | 0,2 | 44,1 |
| 515,5 | 0,2 | 41,4 |
| 516,0 | 0,2 | 38,9 |
| 516,5 | 0,2 | 45,6 |
| 517,0 | 0,1 | 44,8 |
| 517,5 | 0,2 | 44,0 |
| 518,0 | 0,2 | 45,0 |
| 518,5 | 0,2 | 47,6 |
| 519,0 | 0,2 | 49,2 |
| 519,5 | 0,2 | 47,5 |
| 520,0 | 0,2 | 44,2 |
| 520,5 | 0,2 | 42,8 |
| 521,0 | 0,2 | 40,7 |
| 521,5 | 0,2 | 40,3 |
| 522,0 | 0,2 | 39,9 |
| 522,5 | 0,2 | 39,3 |
| 523,0 | 0,2 | 39,1 |
| 523,5 | 0,2 | 38,8 |
| 524,0 | 0,2 | 38,0 |
| 524,5 | 0,2 | 37,6 |
| 525,0 | 0,2 | 37,3 |
| 525,5 | 0,2 | 37,1 |
| 526,0 | 0,2 | 36,6 |
| 526,5 | 0,2 | 36,1 |
| 527,0 | 0,2 | 36,5 |
| 527,5 | 0,2 | 34,5 |
| 528,0 | 0,2 | 33,4 |
| 528,5 | 0,2 | 31,3 |
| 529,0 | 0,3 | 24,7 |
| 529,5 | 0,3 | 20,8 |
| 530,0 | 0,3 | 21,4 |
| 530,5 | 0,3 | 21,2 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 1,0 | 0 | 11,2 | 28 | 21,4 | 37 | 31,6 | 29 |
| 1,2 | 0 | 11,4 | 25 | 21,6 | 37 | 31,8 | 32 |
| 1,4 | 15 | 11,6 | 27 | 21,8 | 33 | 32,0 | 31 |
| 1,6 | 14 | 11,8 | 25 | 22,0 | 34 | 32,2 | 28 |
| 1,8 | 13 | 12,0 | 25 | 22,2 | 33 | 32,4 | 29 |
| 2,0 | 14 | 12,2 | 24 | 22,4 | 32 | 32,6 | 27 |
| 2,2 | 13 | 12,4 | 26 | 22,6 | 30 | 32,8 | 28 |
| 2,4 | 13 | 12,6 | 27 | 22,8 | 33 | 33,0 | 29 |
| 2,6 | 13 | 12,8 | 27 | 23,0 | 34 | 33,2 | 30 |
| 2,8 | 9 | 13,0 | 25 | 23,2 | 34 | 33,4 | 29 |
| 3,0 | 7 | 13,2 | 26 | 23,4 | 32 | 33,6 | 28 |
| 3,2 | 8 | 13,4 | 26 | 23,6 | 33 | 33,8 | 27 |
| 3,4 | 7 | 13,6 | 28 | 23,8 | 33 | 34,0 | 31 |
| 3,6 | 8 | 13,8 | 27 | 24,0 | 36 | 34,2 | 29 |
| 3,8 | 8 | 14,0 | 28 | 24,2 | 35 | 34,4 | 30 |
| 4,0 | 9 | 14,2 | 27 | 24,4 | 36 | 34,6 | 29 |
| 4,2 | 8 | 14,4 | 27 | 24,6 | 36 | 34,8 | 30 |
| 4,4 | 10 | 14,6 | 28 | 24,8 | 36 | 35,0 | 31 |
| 4,6 | 13 | 14,8 | 30 | 25,0 | 35 | 35,2 | 30 |
| 4,8 | 14 | 15,0 | 30 | 25,2 | 34 | 35,4 | 29 |
| 5,0 | 13 | 15,2 | 29 | 25,4 | 34 | 35,6 | 31 |
| 5,2 | 16 | 15,4 | 26 | 25,6 | 32 | 35,8 | 29 |
| 5,4 | 17 | 15,6 | 27 | 25,8 | 31 | 36,0 | 27 |
| 5,6 | 17 | 15,8 | 27 | 26,0 | 32 | 36,2 | 26 |
| 5,8 | 16 | 16,0 | 29 | 26,2 | 31 | 36,4 | 26 |
| 6,0 | 17 | 16,2 | 30 | 26,4 | 31 | 36,6 | 27 |
| 6,2 | 17 | 16,4 | 33 | 26,6 | 31 | 36,8 | 27 |
| 6,4 | 17 | 16,6 | 34 | 26,8 | 33 | 37,0 | 27 |
| 6,6 | 18 | 16,8 | 35 | 27,0 | 33 | 37,2 | 29 |
| 6,8 | 17 | 17,0 | 35 | 27,2 | 32 | 37,4 | 27 |
| 7,0 | 19 | 17,2 | 36 | 27,4 | 31 | 37,6 | 28 |
| 7,2 | 19 | 17,4 | 36 | 27,6 | 32 | 37,8 | 28 |
| 7,4 | 16 | 17,6 | 35 | 27,8 | 30 | 38,0 | 30 |
| 7,6 | 19 | 17,8 | 37 | 28,0 | 31 | 38,2 | 30 |
| 7,8 | 20 | 18,0 | 40 | 28,2 | 29 | 38,4 | 31 |
| 8,0 | 18 | 18,2 | 39 | 28,4 | 31 | 38,6 | 28 |
| 8,2 | 19 | 18,4 | 37 | 28,6 | 31 | 38,8 | 29 |
| 8,4 | 20 | 18,6 | 32 | 28,8 | 32 | 39,0 | 28 |
| 8,6 | 20 | 18,8 | 32 | 29,0 | 31 | 39,2 | 30 |
| 8,8 | 21 | 19,0 | 31 | 29,2 | 32 | 39,4 | 28 |
| 9,0 | 22 | 19,2 | 34 | 29,4 | 33 | 39,6 | 30 |
| 9,2 | 27 | 19,4 | 35 | 29,6 | 31 | 39,8 | 29 |
| 9,4 | 34 | 19,6 | 35 | 29,8 | 31 | 40,0 | 27 |
| 9,6 | 37 | 19,8 | 34 | 30,0 | 31 | 40,2 | 25 |
| 9,8 | 40 | 20,0 | 32 | 30,2 | 29 | 40,4 | 27 |
| 10,0 | 38 | 20,2 | 33 | 30,4 | 30 | 40,6 | 28 |
| 10,2 | 33 | 20,4 | 35 | 30,6 | 28 | 40,8 | 26 |
| 10,4 | 28 | 20,6 | 36 | 30,8 | 31 | 41,0 | 26 |
| 10,6 | 27 | 20,8 | 35 | 31,0 | 29 | 41,2 | 26 |
| 10,8 | 28 | 21,0 | 34 | 31,2 | 29 | 41,4 | 27 |
| 11,0 | 28 | 21,2 | 35 | 31,4 | 28 | 41,6 | 27 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 41,8 | 27 | 52,0 | 25 | 62,2 | 31 | 72,4 | 22 |
| 42,0 | 27 | 52,2 | 24 | 62,4 | 29 | 72,6 | 24 |
| 42,2 | 27 | 52,4 | 25 | 62,6 | 30 | 72,8 | 22 |
| 42,4 | 27 | 52,6 | 26 | 62,8 | 30 | 73,0 | 23 |
| 42,6 | 24 | 52,8 | 27 | 63,0 | 30 | 73,2 | 23 |
| 42,8 | 25 | 53,0 | 26 | 63,2 | 31 | 73,4 | 24 |
| 43,0 | 27 | 53,2 | 27 | 63,4 | 31 | 73,6 | 24 |
| 43,2 | 26 | 53,4 | 27 | 63,6 | 31 | 73,8 | 23 |
| 43,4 | 27 | 53,6 | 28 | 63,8 | 31 | 74,0 | 24 |
| 43,6 | 29 | 53,8 | 27 | 64,0 | 30 | 74,2 | 23 |
| 43,8 | 27 | 54,0 | 28 | 64,2 | 29 | 74,4 | 23 |
| 44,0 | 28 | 54,2 | 29 | 64,4 | 29 | 74,6 | 21 |
| 44,2 | 26 | 54,4 | 29 | 64,6 | 30 | 74,8 | 19 |
| 44,4 | 27 | 54,6 | 27 | 64,8 | 28 | 75,0 | 18 |
| 44,6 | 26 | 54,8 | 28 | 65,0 | 27 | 75,2 | 18 |
| 44,8 | 28 | 55,0 | 28 | 65,2 | 28 | 75,4 | 18 |
| 45,0 | 28 | 55,2 | 28 | 65,4 | 28 | 75,6 | 20 |
| 45,2 | 28 | 55,4 | 28 | 65,6 | 28 | 75,8 | 18 |
| 45,4 | 27 | 55,6 | 27 | 65,8 | 28 | 76,0 | 15 |
| 45,6 | 26 | 55,8 | 28 | 66,0 | 28 | 76,2 | 13 |
| 45,8 | 25 | 56,0 | 29 | 66,2 | 28 | 76,4 | 13 |
| 46,0 | 26 | 56,2 | 28 | 66,4 | 26 | 76,6 | 12 |
| 46,2 | 27 | 56,4 | 29 | 66,6 | 26 | 76,8 | 13 |
| 46,4 | 28 | 56,6 | 29 | 66,8 | 26 | 77,0 | 13 |
| 46,6 | 26 | 56,8 | 29 | 67,0 | 26 | 77,2 | 13 |
| 46,8 | 27 | 57,0 | 28 | 67,2 | 26 | 77,4 | 15 |
| 47,0 | 26 | 57,2 | 30 | 67,4 | 25 | 77,6 | 12 |
| 47,2 | 27 | 57,4 | 29 | 67,6 | 25 | 77,8 | 11 |
| 47,4 | 26 | 57,6 | 29 | 67,8 | 26 | 78,0 | 12 |
| 47,6 | 27 | 57,8 | 28 | 68,0 | 25 | 78,2 | 13 |
| 47,8 | 27 | 58,0 | 29 | 68,2 | 24 | 78,4 | 14 |
| 48,0 | 26 | 58,2 | 28 | 68,4 | 25 | 78,6 | 14 |
| 48,2 | 26 | 58,4 | 29 | 68,6 | 25 | 78,8 | 14 |
| 48,4 | 27 | 58,6 | 26 | 68,8 | 25 | 79,0 | 15 |
| 48,6 | 29 | 58,8 | 28 | 69,0 | 24 | 79,2 | 16 |
| 48,8 | 29 | 59,0 | 29 | 69,2 | 24 | 79,4 | 16 |
| 49,0 | 28 | 59,2 | 27 | 69,4 | 24 | 79,6 | 17 |
| 49,2 | 29 | 59,4 | 29 | 69,6 | 23 | 79,8 | 16 |
| 49,4 | 27 | 59,6 | 30 | 69,8 | 23 | 80,0 | 17 |
| 49,6 | 26 | 59,8 | 30 | 70,0 | 24 | 80,2 | 18 |
| 49,8 | 25 | 60,0 | 32 | 70,2 | 25 | 80,4 | 18 |
| 50,0 | 27 | 60,2 | 29 | 70,4 | 24 | 80,6 | 19 |
| 50,2 | 26 | 60,4 | 30 | 70,6 | 24 | 80,8 | 22 |
| 50,4 | 28 | 60,6 | 31 | 70,8 | 25 | 81,0 | 23 |
| 50,6 | 28 | 60,8 | 29 | 71,0 | 24 | 81,2 | 23 |
| 50,8 | 28 | 61,0 | 29 | 71,2 | 16 | 81,4 | 21 |
| 51,0 | 29 | 61,2 | 30 | 71,4 | 22 | 81,6 | 17 |
| 51,2 | 28 | 61,4 | 31 | 71,6 | 23 | 81,8 | 16 |
| 51,4 | 27 | 61,6 | 32 | 71,8 | 23 | 82,0 | 15 |
| 51,6 | 26 | 61,8 | 30 | 72,0 | 23 | 82,2 | 16 |
| 51,8 | 25 | 62,0 | 31 | 72,2 | 23 | 82,4 | 16 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 82,6 | 15 | 92,8 | 13 | 103,0 | 15 | 113,2 | 18 |
| 82,8 | 14 | 93,0 | 11 | 103,2 | 15 | 113,4 | 18 |
| 83,0 | 13 | 93,2 | 14 | 103,4 | 13 | 113,6 | 17 |
| 83,2 | 14 | 93,4 | 14 | 103,6 | 13 | 113,8 | 13 |
| 83,4 | 13 | 93,6 | 15 | 103,8 | 11 | 114,0 | 16 |
| 83,6 | 13 | 93,8 | 13 | 104,0 | 13 | 114,2 | 16 |
| 83,8 | 14 | 94,0 | 15 | 104,2 | 14 | 114,4 | 16 |
| 84,0 | 15 | 94,2 | 14 | 104,4 | 14 | 114,6 | 14 |
| 84,2 | 13 | 94,4 | 13 | 104,6 | 12 | 114,8 | 13 |
| 84,4 | 14 | 94,6 | 10 | 104,8 | 12 | 115,0 | 16 |
| 84,6 | 12 | 94,8 | 12 | 105,0 | 11 | 115,2 | 21 |
| 84,8 | 14 | 95,0 | 13 | 105,2 | 12 | 115,4 | 26 |
| 85,0 | 12 | 95,2 | 12 | 105,4 | 11 | 115,6 | 30 |
| 85,2 | 14 | 95,4 | 12 | 105,6 | 11 | 115,8 | 31 |
| 85,4 | 14 | 95,6 | 15 | 105,8 | 10 | 116,0 | 29 |
| 85,6 | 15 | 95,8 | 16 | 106,0 | 12 | 116,2 | 26 |
| 85,8 | 13 | 96,0 | 15 | 106,2 | 11 | 116,4 | 25 |
| 86,0 | 17 | 96,2 | 16 | 106,4 | 11 | 116,6 | 22 |
| 86,2 | 15 | 96,4 | 17 | 106,6 | 10 | 116,8 | 20 |
| 86,4 | 13 | 96,6 | 16 | 106,8 | 10 | 117,0 | 18 |
| 86,6 | 13 | 96,8 | 20 | 107,0 | 10 | 117,2 | 18 |
| 86,8 | 14 | 97,0 | 22 | 107,2 | 10 | 117,4 | 18 |
| 87,0 | 14 | 97,2 | 25 | 107,4 | 10 | 117,6 | 20 |
| 87,2 | 14 | 97,4 | 24 | 107,6 | 10 | 117,8 | 20 |
| 87,4 | 14 | 97,6 | 25 | 107,8 | 11 | 118,0 | 20 |
| 87,6 | 18 | 97,8 | 21 | 108,0 | 11 | 118,2 | 18 |
| 87,8 | 17 | 98,0 | 22 | 108,2 | 8 | 118,4 | 17 |
| 88,0 | 16 | 98,2 | 22 | 108,4 | 10 | 118,6 | 14 |
| 88,2 | 14 | 98,4 | 24 | 108,6 | 9 | 118,8 | 17 |
| 88,4 | 15 | 98,6 | 24 | 108,8 | 9 | 119,0 | 18 |
| 88,6 | 15 | 98,8 | 23 | 109,0 | 8 | 119,2 | 16 |
| 88,8 | 15 | 99,0 | 22 | 109,2 | 8 | 119,4 | 14 |
| 89,0 | 14 | 99,2 | 20 | 109,4 | 9 | 119,6 | 14 |
| 89,2 | 17 | 99,4 | 17 | 109,6 | 9 | 119,8 | 12 |
| 89,4 | 20 | 99,6 | 16 | 109,8 | 7 | 120,0 | 13 |
| 89,6 | 18 | 99,8 | 13 | 110,0 | 8 | 120,2 | 12 |
| 89,8 | 16 | 100,0 | 13 | 110,2 | 8 | 120,4 | 13 |
| 90,0 | 15 | 100,2 | 11 | 110,4 | 8 | 120,6 | 12 |
| 90,2 | 14 | 100,4 | 12 | 110,6 | 7 | 120,8 | 14 |
| 90,4 | 13 | 100,6 | 12 | 110,8 | 9 | 121,0 | 14 |
| 90,6 | 13 | 100,8 | 15 | 111,0 | 9 | 121,2 | 14 |
| 90,8 | 14 | 101,0 | 15 | 111,2 | 10 | 121,4 | 13 |
| 91,0 | 14 | 101,2 | 18 | 111,4 | 9 | 121,6 | 13 |
| 91,2 | 17 | 101,4 | 17 | 111,6 | 12 | 121,8 | 14 |
| 91,4 | 16 | 101,6 | 18 | 111,8 | 12 | 122,0 | 16 |
| 91,6 | 16 | 101,8 | 16 | 112,0 | 13 | 122,2 | 17 |
| 91,8 | 15 | 102,0 | 15 | 112,2 | 12 | 122,4 | 18 |
| 92,0 | 14 | 102,2 | 15 | 112,4 | 12 | 122,6 | 19 |
| 92,2 | 13 | 102,4 | 13 | 112,6 | 13 | 122,8 | 21 |
| 92,4 | 14 | 102,6 | 12 | 112,8 | 15 | 123,0 | 21 |
| 92,6 | 12 | 102,8 | 14 | 113,0 | 15 | 123,2 | 23 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 123,4 | 21 | 133,6 | 14 | 143,8 | 19 | 154,0 | 33 |
| 123,6 | 20 | 133,8 | 14 | 144,0 | 20 | 154,2 | 34 |
| 123,8 | 17 | 134,0 | 14 | 144,2 | 24 | 154,4 | 31 |
| 124,0 | 14 | 134,2 | 13 | 144,4 | 28 | 154,6 | 31 |
| 124,2 | 13 | 134,4 | 12 | 144,6 | 33 | 154,8 | 33 |
| 124,4 | 14 | 134,6 | 13 | 144,8 | 32 | 155,0 | 33 |
| 124,6 | 15 | 134,8 | 15 | 145,0 | 30 | 155,2 | 31 |
| 124,8 | 13 | 135,0 | 18 | 145,2 | 23 | 155,4 | 30 |
| 125,0 | 12 | 135,2 | 20 | 145,4 | 17 | 155,6 | 31 |
| 125,2 | 14 | 135,4 | 21 | 145,6 | 13 | 155,8 | 30 |
| 125,4 | 15 | 135,6 | 23 | 145,8 | 12 | 156,0 | 29 |
| 125,6 | 15 | 135,8 | 23 | 146,0 | 14 | 156,2 | 29 |
| 125,8 | 14 | 136,0 | 22 | 146,2 | 14 | 156,4 | 29 |
| 126,0 | 13 | 136,2 | 21 | 146,4 | 15 | 156,6 | 29 |
| 126,2 | 11 | 136,4 | 21 | 146,6 | 18 | 156,8 | 31 |
| 126,4 | 11 | 136,6 | 22 | 146,8 | 23 | 157,0 | 28 |
| 126,6 | 9 | 136,8 | 21 | 147,0 | 28 | 157,2 | 27 |
| 126,8 | 9 | 137,0 | 18 | 147,2 | 29 | 157,4 | 26 |
| 127,0 | 10 | 137,2 | 20 | 147,4 | 30 | 157,6 | 24 |
| 127,2 | 10 | 137,4 | 19 | 147,6 | 31 | 157,8 | 21 |
| 127,4 | 10 | 137,6 | 19 | 147,8 | 31 | 158,0 | 19 |
| 127,6 | 11 | 137,8 | 15 | 148,0 | 30 | 158,2 | 16 |
| 127,8 | 10 | 138,0 | 16 | 148,2 | 29 | 158,4 | 14 |
| 128,0 | 11 | 138,2 | 16 | 148,4 | 29 | 158,6 | 12 |
| 128,2 | 11 | 138,4 | 16 | 148,6 | 29 | 158,8 | 10 |
| 128,4 | 12 | 138,6 | 18 | 148,8 | 28 | 159,0 | 11 |
| 128,6 | 13 | 138,8 | 17 | 149,0 | 27 | 159,2 | 10 |
| 128,8 | 13 | 139,0 | 17 | 149,2 | 29 | 159,4 | 11 |
| 129,0 | 12 | 139,2 | 14 | 149,4 | 28 | 159,6 | 12 |
| 129,2 | 13 | 139,4 | 13 | 149,6 | 28 | 159,8 | 14 |
| 129,4 | 13 | 139,6 | 13 | 149,8 | 27 | 160,0 | 15 |
| 129,6 | 14 | 139,8 | 14 | 150,0 | 30 | 160,2 | 13 |
| 129,8 | 13 | 140,0 | 14 | 150,2 | 32 | 160,4 | 10 |
| 130,0 | 13 | 140,2 | 12 | 150,4 | 31 | 160,6 | 10 |
| 130,2 | 12 | 140,4 | 13 | 150,6 | 31 | 160,8 | 9 |
| 130,4 | 11 | 140,6 | 15 | 150,8 | 29 | 161,0 | 8 |
| 130,6 | 10 | 140,8 | 14 | 151,0 | 30 | 161,2 | 9 |
| 130,8 | 12 | 141,0 | 13 | 151,2 | 32 | 161,4 | 8 |
| 131,0 | 12 | 141,2 | 15 | 151,4 | 32 | 161,6 | 9 |
| 131,2 | 12 | 141,4 | 16 | 151,6 | 32 | 161,8 | 7 |
| 131,4 | 12 | 141,6 | 14 | 151,8 | 32 | 162,0 | 8 |
| 131,6 | 13 | 141,8 | 12 | 152,0 | 32 | 162,2 | 9 |
| 131,8 | 12 | 142,0 | 14 | 152,2 | 30 | 162,4 | 8 |
| 132,0 | 12 | 142,2 | 13 | 152,4 | 31 | 162,6 | 8 |
| 132,2 | 14 | 142,4 | 14 | 152,6 | 31 | 162,8 | 8 |
| 132,4 | 15 | 142,6 | 13 | 152,8 | 31 | 163,0 | 10 |
| 132,6 | 16 | 142,8 | 15 | 153,0 | 31 | 163,2 | 11 |
| 132,8 | 15 | 143,0 | 15 | 153,2 | 33 | 163,4 | 9 |
| 133,0 | 14 | 143,2 | 16 | 153,4 | 32 | 163,6 | 10 |
| 133,2 | 14 | 143,4 | 15 | 153,6 | 32 | 163,8 | 11 |
| 133,4 | 14 | 143,6 | 16 | 153,8 | 32 | 164,0 | 11 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 164,2 | 12 | 174,4 | 17 | 184,6 | 18 | 194,8 | 10 |
| 164,4 | 12 | 174,6 | 15 | 184,8 | 18 | 195,0 | 11 |
| 164,6 | 12 | 174,8 | 15 | 185,0 | 15 | 195,2 | 11 |
| 164,8 | 13 | 175,0 | 13 | 185,2 | 15 | 195,4 | 10 |
| 165,0 | 11 | 175,2 | 10 | 185,4 | 13 | 195,6 | 11 |
| 165,2 | 12 | 175,4 | 12 | 185,6 | 14 | 195,8 | 9 |
| 165,4 | 12 | 175,6 | 12 | 185,8 | 13 | 196,0 | 8 |
| 165,6 | 10 | 175,8 | 12 | 186,0 | 13 | 196,2 | 8 |
| 165,8 | 9 | 176,0 | 11 | 186,2 | 12 | 196,4 | 8 |
| 166,0 | 10 | 176,2 | 9 | 186,4 | 13 | 196,6 | 7 |
| 166,2 | 8 | 176,4 | 9 | 186,6 | 11 | 196,8 | 8 |
| 166,4 | 9 | 176,6 | 8 | 186,8 | 14 | 197,0 | 7 |
| 166,6 | 7 | 176,8 | 8 | 187,0 | 14 | 197,2 | 8 |
| 166,8 | 8 | 177,0 | 6 | 187,2 | 14 | 197,4 | 7 |
| 167,0 | 7 | 177,2 | 9 | 187,4 | 15 | 197,6 | 8 |
| 167,2 | 8 | 177,4 | 9 | 187,6 | 20 | 197,8 | 8 |
| 167,4 | 7 | 177,6 | 11 | 187,8 | 24 | 198,0 | 10 |
| 167,6 | 9 | 177,8 | 9 | 188,0 | 26 | 198,2 | 10 |
| 167,8 | 10 | 178,0 | 10 | 188,2 | 22 | 198,4 | 9 |
| 168,0 | 9 | 178,2 | 9 | 188,4 | 18 | 198,6 | 7 |
| 168,2 | 10 | 178,4 | 11 | 188,6 | 15 | 198,8 | 6 |
| 168,4 | 12 | 178,6 | 10 | 188,8 | 13 | 199,0 | 7 |
| 168,6 | 11 | 178,8 | 12 | 189,0 | 11 | 199,2 | 6 |
| 168,8 | 12 | 179,0 | 15 | 189,2 | 10 | 199,4 | 4 |
| 169,0 | 12 | 179,2 | 15 | 189,4 | 11 | 199,6 | 4 |
| 169,2 | 13 | 179,4 | 13 | 189,6 | 10 | 199,8 | 3 |
| 169,4 | 14 | 179,6 | 14 | 189,8 | 10 | 200,0 | 4 |
| 169,6 | 13 | 179,8 | 15 | 190,0 | 10 | 200,2 | 3 |
| 169,8 | 10 | 180,0 | 19 | 190,2 | 12 | 200,4 | 5 |
| 170,0 | 10 | 180,2 | 20 | 190,4 | 11 | 200,6 | 3 |
| 170,2 | 10 | 180,4 | 21 | 190,6 | 10 | 200,8 | 3 |
| 170,4 | 10 | 180,6 | 22 | 190,8 | 10 | 201,0 | 3 |
| 170,6 | 9 | 180,8 | 22 | 191,0 | 10 | 201,2 | 5 |
| 170,8 | 10 | 181,0 | 20 | 191,2 | 9 | 201,4 | 4 |
| 171,0 | 11 | 181,2 | 21 | 191,4 | 8 | 201,6 | 3 |
| 171,2 | 11 | 181,4 | 17 | 191,6 | 10 | 201,8 | 5 |
| 171,4 | 13 | 181,6 | 12 | 191,8 | 11 | 202,0 | 4 |
| 171,6 | 13 | 181,8 | 10 | 192,0 | 9 | 202,2 | 6 |
| 171,8 | 14 | 182,0 | 10 | 192,2 | 7 | 202,4 | 5 |
| 172,0 | 13 | 182,2 | 11 | 192,4 | 8 | 202,6 | 6 |
| 172,2 | 13 | 182,4 | 11 | 192,6 | 8 | 202,8 | 4 |
| 172,4 | 13 | 182,6 | 9 | 192,8 | 9 | 203,0 | 6 |
| 172,6 | 11 | 182,8 | 12 | 193,0 | 8 | 203,2 | 6 |
| 172,8 | 11 | 183,0 | 10 | 193,2 | 10 | 203,4 | 4 |
| 173,0 | 10 | 183,2 | 11 | 193,4 | 9 | 203,6 | 6 |
| 173,2 | 12 | 183,4 | 10 | 193,6 | 11 | 203,8 | 5 |
| 173,4 | 11 | 183,6 | 12 | 193,8 | 9 | 204,0 | 5 |
| 173,6 | 12 | 183,8 | 12 | 194,0 | 9 | 204,2 | 5 |
| 173,8 | 12 | 184,0 | 13 | 194,2 | 11 | 204,4 | 6 |
| 174,0 | 15 | 184,2 | 13 | 194,4 | 10 | 204,6 | 5 |
| 174,2 | 15 | 184,4 | 16 | 194,6 | 9 | 204,8 | 4 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 205,0 | 4 | 215,2 | 8 | 225,4 | 28 | 235,6 | 10 |
| 205,2 | 6 | 215,4 | 6 | 225,6 | 26 | 235,8 | 10 |
| 205,4 | 7 | 215,6 | 9 | 225,8 | 24 | 236,0 | 10 |
| 205,6 | 5 | 215,8 | 7 | 226,0 | 24 | 236,2 | 9 |
| 205,8 | 5 | 216,0 | 8 | 226,2 | 22 | 236,4 | 9 |
| 206,0 | 6 | 216,2 | 7 | 226,4 | 23 | 236,6 | 9 |
| 206,2 | 6 | 216,4 | 8 | 226,6 | 19 | 236,8 | 10 |
| 206,4 | 6 | 216,6 | 9 | 226,8 | 17 | 237,0 | 10 |
| 206,6 | 6 | 216,8 | 11 | 227,0 | 13 | 237,2 | 11 |
| 206,8 | 5 | 217,0 | 11 | 227,2 | 10 | 237,4 | 11 |
| 207,0 | 7 | 217,2 | 15 | 227,4 | 9 | 237,6 | 10 |
| 207,2 | 6 | 217,4 | 17 | 227,6 | 9 | 237,8 | 9 |
| 207,4 | 5 | 217,6 | 23 | 227,8 | 8 | 238,0 | 9 |
| 207,6 | 6 | 217,8 | 27 | 228,0 | 9 | 238,2 | 10 |
| 207,8 | 7 | 218,0 | 28 | 228,2 | 8 | 238,4 | 11 |
| 208,0 | 6 | 218,2 | 23 | 228,4 | 8 | 238,6 | 9 |
| 208,2 | 6 | 218,4 | 20 | 228,6 | 8 | 238,8 | 9 |
| 208,4 | 6 | 218,6 | 15 | 228,8 | 9 | 239,0 | 10 |
| 208,6 | 6 | 218,8 | 15 | 229,0 | 9 | 239,2 | 10 |
| 208,8 | 7 | 219,0 | 14 | 229,2 | 9 | 239,4 | 8 |
| 209,0 | 5 | 219,2 | 15 | 229,4 | 9 | 239,6 | 9 |
| 209,2 | 7 | 219,4 | 13 | 229,6 | 7 | 239,8 | 9 |
| 209,4 | 7 | 219,6 | 15 | 229,8 | 7 | 240,0 | 9 |
| 209,6 | 6 | 219,8 | 14 | 230,0 | 8 | 240,2 | 7 |
| 209,8 | 6 | 220,0 | 15 | 230,2 | 8 | 240,4 | 8 |
| 210,0 | 7 | 220,2 | 16 | 230,4 | 8 | 240,6 | 8 |
| 210,2 | 7 | 220,4 | 20 | 230,6 | 8 | 240,8 | 8 |
| 210,4 | 6 | 220,6 | 19 | 230,8 | 9 | 241,0 | 7 |
| 210,6 | 5 | 220,8 | 14 | 231,0 | 8 | 241,2 | 9 |
| 210,8 | 6 | 221,0 | 13 | 231,2 | 9 | 241,4 | 8 |
| 211,0 | 5 | 221,2 | 13 | 231,4 | 6 | 241,6 | 8 |
| 211,2 | 5 | 221,4 | 12 | 231,6 | 8 | 241,8 | 8 |
| 211,4 | 5 | 221,6 | 16 | 231,8 | 7 | 242,0 | 10 |
| 211,6 | 5 | 221,8 | 17 | 232,0 | 7 | 242,2 | 8 |
| 211,8 | 6 | 222,0 | 21 | 232,2 | 6 | 242,4 | 8 |
| 212,0 | 5 | 222,2 | 22 | 232,4 | 7 | 242,6 | 7 |
| 212,2 | 5 | 222,4 | 18 | 232,6 | 6 | 242,8 | 9 |
| 212,4 | 6 | 222,6 | 15 | 232,8 | 7 | 243,0 | 7 |
| 212,6 | 7 | 222,8 | 12 | 233,0 | 6 | 243,2 | 10 |
| 212,8 | 8 | 223,0 | 12 | 233,2 | 7 | 243,4 | 11 |
| 213,0 | 8 | 223,2 | 13 | 233,4 | 8 | 243,6 | 16 |
| 213,2 | 6 | 223,4 | 12 | 233,6 | 8 | 243,8 | 16 |
| 213,4 | 7 | 223,6 | 13 | 233,8 | 7 | 244,0 | 14 |
| 213,6 | 7 | 223,8 | 15 | 234,0 | 9 | 244,2 | 12 |
| 213,8 | 6 | 224,0 | 16 | 234,2 | 9 | 244,4 | 9 |
| 214,0 | 8 | 224,2 | 19 | 234,4 | 8 | 244,6 | 8 |
| 214,2 | 9 | 224,4 | 22 | 234,6 | 9 | 244,8 | 9 |
| 214,4 | 7 | 224,6 | 25 | 234,8 | 10 | 245,0 | 8 |
| 214,6 | 7 | 224,8 | 26 | 235,0 | 10 | 245,2 | 9 |
| 214,8 | 8 | 225,0 | 27 | 235,2 | 8 | 245,4 | 9 |
| 215,0 | 8 | 225,2 | 29 | 235,4 | 9 | 245,6 | 8 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| 245,8 | 9 | 256,0 | 12,0 | 266,2 | 13,0 | 276,4 | 10,0 |
| 246,0 | 12 | 256,2 | 11,0 | 266,4 | 12,0 | 276,6 | 12,0 |
| 246,2 | 12 | 256,4 | 11,0 | 266,6 | 11,0 | 276,8 | 13,0 |
| 246,4 | 14 | 256,6 | 10,0 | 266,8 | 12,0 | 277,0 | 13,0 |
| 246,6 | 14 | 256,8 | 9,0 | 267,0 | 13,0 | 277,2 | 14,0 |
| 246,8 | 14 | 257,0 | 8,0 | 267,2 | 13,0 | 277,4 | 14,0 |
| 247,0 | 11 | 257,2 | 8,0 | 267,4 | 14,0 | 277,6 | 14,0 |
| 247,2 | 10 | 257,4 | 8,0 | 267,6 | 14,0 | 277,8 | 12,0 |
| 247,4 | 8 | 257,6 | 8,0 | 267,8 | 15,0 | 278,0 | 12,0 |
| 247,6 | 9 | 257,8 | 7,0 | 268,0 | 14,0 | 278,2 | 13,0 |
| 247,8 | 9 | 258,0 | 8,0 | 268,2 | 12,0 | 278,4 | 12,0 |
| 248,0 | 9 | 258,2 | 8,0 | 268,4 | 14,0 | 278,6 | 12,0 |
| 248,2 | 11 | 258,4 | 9,0 | 268,6 | 13,0 | 278,8 | 14,0 |
| 248,4 | 18 | 258,6 | 9,0 | 268,8 | 11,0 | 279,0 | 13,0 |
| 248,6 | 24 | 258,8 | 8,0 | 269,0 | 10,0 | 279,2 | 10,0 |
| 248,8 | 31 | 259,0 | 10,0 | 269,2 | 11,0 | 279,4 | 12,0 |
| 249,0 | 32 | 259,2 | 9,0 | 269,4 | 8,0 | 279,6 | 11,0 |
| 249,2 | 31,0 | 259,4 | 9,0 | 269,6 | 8,0 | 279,8 | 13,0 |
| 249,4 | 29,0 | 259,6 | 10,0 | 269,8 | 6,0 | 280,0 | 11,0 |
| 249,6 | 29,0 | 259,8 | 11,0 | 270,0 | 7,0 | 280,2 | 11,0 |
| 249,8 | 25,0 | 260,0 | 9,0 | 270,2 | 8,0 | 280,4 | 13,0 |
| 250,0 | 22,0 | 260,2 | 9,0 | 270,4 | 8,0 | 280,6 | 13,0 |
| 250,2 | 22,0 | 260,4 | 9,0 | 270,6 | 8,0 | 280,8 | 12,0 |
| 250,4 | 21,0 | 260,6 | 10,0 | 270,8 | 8,0 | 281,0 | 14,0 |
| 250,6 | 21,0 | 260,8 | 10,0 | 271,0 | 10,0 | 281,2 | 15,0 |
| 250,8 | 21,0 | 261,0 | 8,0 | 271,2 | 9,0 | 281,4 | 17,0 |
| 251,0 | 15,0 | 261,2 | 8,0 | 271,4 | 8,0 | 281,6 | 19,0 |
| 251,2 | 12,0 | 261,4 | 8,0 | 271,6 | 8,0 | 281,8 | 22,0 |
| 251,4 | 11,0 | 261,6 | 8,0 | 271,8 | 7,0 | 282,0 | 22,0 |
| 251,6 | 11,0 | 261,8 | 8,0 | 272,0 | 6,0 | 282,2 | 24,0 |
| 251,8 | 11,0 | 262,0 | 7,0 | 272,2 | 6,0 | 282,4 | 23,0 |
| 252,0 | 9,0 | 262,2 | 9,0 | 272,4 | 6,0 | 282,6 | 22,0 |
| 252,2 | 8,0 | 262,4 | 8,0 | 272,6 | 6,0 | 282,8 | 23,0 |
| 252,4 | 11,0 | 262,6 | 8,0 | 272,8 | 6,0 | 283,0 | 23,0 |
| 252,6 | 12,0 | 262,8 | 9,0 | 273,0 | 6,0 | 283,2 | 23,0 |
| 252,8 | 13,0 | 263,0 | 9,0 | 273,2 | 6,0 | 283,4 | 21,0 |
| 253,0 | 13,0 | 263,2 | 7,0 | 273,4 | 6,0 | 283,6 | 20,0 |
| 253,2 | 14,0 | 263,4 | 8,0 | 273,6 | 8,0 | 283,8 | 18,0 |
| 253,4 | 11,0 | 263,6 | 8,0 | 273,8 | 7,0 | 284,0 | 16,0 |
| 253,6 | 11,0 | 263,8 | 9,0 | 274,0 | 9,0 | 284,2 | 15,0 |
| 253,8 | 10,0 | 264,0 | 7,0 | 274,2 | 11,0 | 284,4 | 15,0 |
| 254,0 | 10,0 | 264,2 | 8,0 | 274,4 | 11,0 | 284,6 | 16,0 |
| 254,2 | 11,0 | 264,4 | 10,0 | 274,6 | 12,0 | 284,8 | 14,0 |
| 254,4 | 11,0 | 264,6 | 10,0 | 274,8 | 11,0 | 285,0 | 14,0 |
| 254,6 | 9,0 | 264,8 | 8,0 | 275,0 | 11,0 | 285,2 | 14,0 |
| 254,8 | 10,0 | 265,0 | 8,0 | 275,2 | 9,0 | 285,4 | 13,0 |
| 255,0 | 13,0 | 265,2 | 9,0 | 275,4 | 7,0 | 285,6 | 13,0 |
| 255,2 | 12,0 | 265,4 | 11,0 | 275,6 | 8,0 | 285,8 | 14,0 |
| 255,4 | 15,0 | 265,6 | 12,0 | 275,8 | 8,0 | 286,0 | 14,0 |
| 255,6 | 15,0 | 265,8 | 11,0 | 276,0 | 9,0 | 286,2 | 13,0 |
| 255,8 | 14,0 | 266,0 | 12,0 | 276,2 | 9,0 | 286,4 | 15,0 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| 286,6 | 13,0 | 296,8 | 17,0 | 307,0 | 6,0 | 317,2 | 12,0 |
| 286,8 | 11,0 | 297,0 | 15,0 | 307,2 | 6,0 | 317,4 | 13,0 |
| 287,0 | 12,0 | 297,2 | 15,0 | 307,4 | 6,0 | 317,6 | 15,0 |
| 287,2 | 12,0 | 297,4 | 16,0 | 307,6 | 7,0 | 317,8 | 16,0 |
| 287,4 | 12,0 | 297,6 | 14,0 | 307,8 | 7,0 | 318,0 | 15,0 |
| 287,6 | 14,0 | 297,8 | 14,0 | 308,0 | 6,0 | 318,2 | 15,0 |
| 287,8 | 16,0 | 298,0 | 16,0 | 308,2 | 7,0 | 318,4 | 13,0 |
| 288,0 | 16,0 | 298,2 | 16,0 | 308,4 | 7,0 | 318,6 | 13,0 |
| 288,2 | 14,0 | 298,4 | 17,0 | 308,6 | 7,0 | 318,8 | 13,0 |
| 288,4 | 14,0 | 298,6 | 18,0 | 308,8 | 8,0 | 319,0 | 14,0 |
| 288,6 | 16,0 | 298,8 | 16,0 | 309,0 | 10,0 | 319,2 | 13,0 |
| 288,8 | 17,0 | 299,0 | 16,0 | 309,2 | 14,0 | 319,4 | 13,0 |
| 289,0 | 15,0 | 299,2 | 15,0 | 309,4 | 14,0 | 319,6 | 14,0 |
| 289,2 | 16,0 | 299,4 | 14,0 | 309,6 | 14,0 | 319,8 | 17,0 |
| 289,4 | 15,0 | 299,6 | 14,0 | 309,8 | 11,0 | 320,0 | 17,0 |
| 289,6 | 13,0 | 299,8 | 13,0 | 310,0 | 11,0 | 320,2 | 17,0 |
| 289,8 | 12,0 | 300,0 | 10,0 | 310,2 | 10,0 | 320,4 | 15,0 |
| 290,0 | 13,0 | 300,2 | 8,0 | 310,4 | 8,0 | 320,6 | 15,0 |
| 290,2 | 11,0 | 300,4 | 7,0 | 310,6 | 8,0 | 320,8 | 15,0 |
| 290,4 | 10,0 | 300,6 | 8,0 | 310,8 | 8,0 | 321,0 | 15,0 |
| 290,6 | 10,0 | 300,8 | 7,0 | 311,0 | 10,0 | 321,2 | 14,0 |
| 290,8 | 13,0 | 301,0 | 7,0 | 311,2 | 12,0 | 321,4 | 16,0 |
| 291,0 | 12,0 | 301,2 | 7,0 | 311,4 | 12,0 | 321,6 | 15,0 |
| 291,2 | 12,0 | 301,4 | 7,0 | 311,6 | 12,0 | 321,8 | 14,0 |
| 291,4 | 11,0 | 301,6 | 6,0 | 311,8 | 13,0 | 322,0 | 15,0 |
| 291,6 | 11,0 | 301,8 | 4,0 | 312,0 | 12,0 | 322,2 | 15,0 |
| 291,8 | 12,0 | 302,0 | 6,0 | 312,2 | 14,0 | 322,4 | 15,0 |
| 292,0 | 10,0 | 302,2 | 6,0 | 312,4 | 22,0 | 322,6 | 14,0 |
| 292,2 | 11,0 | 302,4 | 5,0 | 312,6 | 24,0 | 322,8 | 16,0 |
| 292,4 | 12,0 | 302,6 | 4,0 | 312,8 | 22,0 | 323,0 | 16,0 |
| 292,6 | 14,0 | 302,8 | 5,0 | 313,0 | 19,0 | 323,2 | 18,0 |
| 292,8 | 12,0 | 303,0 | 6,0 | 313,2 | 17,0 | 323,4 | 20,0 |
| 293,0 | 11,0 | 303,2 | 4,0 | 313,4 | 18,0 | 323,6 | 21,0 |
| 293,2 | 13,0 | 303,4 | 5,0 | 313,6 | 19,0 | 323,8 | 23,0 |
| 293,4 | 15,0 | 303,6 | 4,0 | 313,8 | 18,0 | 324,0 | 26,0 |
| 293,6 | 14,0 | 303,8 | 4,0 | 314,0 | 19,0 | 324,2 | 28,0 |
| 293,8 | 15,0 | 304,0 | 5,0 | 314,2 | 20,0 | 324,4 | 28,0 |
| 294,0 | 16,0 | 304,2 | 2,0 | 314,4 | 19,0 | 324,6 | 27,0 |
| 294,2 | 14,0 | 304,4 | 3,0 | 314,6 | 18,0 | 324,8 | 27,0 |
| 294,4 | 14,0 | 304,6 | 3,0 | 314,8 | 15,0 | 325,0 | 29,0 |
| 294,6 | 11,0 | 304,8 | 3,0 | 315,0 | 13,0 | 325,2 | 31,0 |
| 294,8 | 13,0 | 305,0 | 4,0 | 315,2 | 11,0 | 325,4 | 28,0 |
| 295,0 | 13,0 | 305,2 | 5,0 | 315,4 | 11,0 | 325,6 | 27,0 |
| 295,2 | 14,0 | 305,4 | 5,0 | 315,6 | 13,0 | 325,8 | 24,0 |
| 295,4 | 14,0 | 305,6 | 6,0 | 315,8 | 13,0 | 326,0 | 23,0 |
| 295,6 | 15,0 | 305,8 | 5,0 | 316,0 | 13,0 | 326,2 | 24,0 |
| 295,8 | 17,0 | 306,0 | 6,0 | 316,2 | 13,0 | 326,4 | 26,0 |
| 296,0 | 17,0 | 306,2 | 6,0 | 316,4 | 14,0 | 326,6 | 29,0 |
| 296,2 | 17,0 | 306,4 | 6,0 | 316,6 | 13,0 | 326,8 | 29,0 |
| 296,4 | 17,0 | 306,6 | 4,0 | 316,8 | 13,0 | 327,0 | 30,0 |
| 296,6 | 17,0 | 306,8 | 5,0 | 317,0 | 12,0 | 327,2 | 29,0 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| 327,4 | 29,0 | 337,6 | 7,0 | 347,8 | 14,0 | 358,0 | 15,0 |
| 327,6 | 29,0 | 337,8 | 10,0 | 348,0 | 13,0 | 358,2 | 16,0 |
| 327,8 | 29,0 | 338,0 | 10,0 | 348,2 | 13,0 | 358,4 | 16,0 |
| 328,0 | 28,0 | 338,2 | 12,0 | 348,4 | 14,0 | 358,6 | 17,0 |
| 328,2 | 27,0 | 338,4 | 12,0 | 348,6 | 14,0 | 358,8 | 17,0 |
| 328,4 | 27,0 | 338,6 | 11,0 | 348,8 | 12,0 | 359,0 | 16,0 |
| 328,6 | 25,0 | 338,8 | 12,0 | 349,0 | 13,0 | 359,2 | 14,0 |
| 328,8 | 23,0 | 339,0 | 12,0 | 349,2 | 12,0 | 359,4 | 14,0 |
| 329,0 | 23,0 | 339,2 | 12,0 | 349,4 | 11,0 | 359,6 | 14,0 |
| 329,2 | 23,0 | 339,4 | 11,0 | 349,6 | 10,0 | 359,8 | 17,0 |
| 329,4 | 24,0 | 339,6 | 10,0 | 349,8 | 10,0 | 360,0 | 20,0 |
| 329,6 | 23,0 | 339,8 | 11,0 | 350,0 | 11,0 | 360,2 | 22,0 |
| 329,8 | 22,0 | 340,0 | 9,0 | 350,2 | 11,0 | 360,4 | 21,0 |
| 330,0 | 19,0 | 340,2 | 10,0 | 350,4 | 11,0 | 360,6 | 17,0 |
| 330,2 | 17,0 | 340,4 | 10,0 | 350,6 | 11,0 | 360,8 | 16,0 |
| 330,4 | 14,0 | 340,6 | 10,0 | 350,8 | 12,0 | 361,0 | 15,0 |
| 330,6 | 12,0 | 340,8 | 10,0 | 351,0 | 11,0 | 361,2 | 15,0 |
| 330,8 | 11,0 | 341,0 | 9,0 | 351,2 | 10,0 | 361,4 | 16,0 |
| 331,0 | 11,0 | 341,2 | 9,0 | 351,4 | 12,0 | 361,6 | 13,0 |
| 331,2 | 12,0 | 341,4 | 9,0 | 351,6 | 10,0 | 361,8 | 12,0 |
| 331,4 | 10,0 | 341,6 | 8,0 | 351,8 | 10,0 | 362,0 | 12,0 |
| 331,6 | 10,0 | 341,8 | 10,0 | 352,0 | 9,0 | 362,2 | 11,0 |
| 331,8 | 9,0 | 342,0 | 10,0 | 352,2 | 10,0 | 362,4 | 11,0 |
| 332,0 | 6,0 | 342,2 | 12,0 | 352,4 | 10,0 | 362,6 | 12,0 |
| 332,2 | 7,0 | 342,4 | 10,0 | 352,6 | 12,0 | 362,8 | 11,0 |
| 332,4 | 8,0 | 342,6 | 2,0 | 352,8 | 11,0 | 363,0 | 10,0 |
| 332,6 | 9,0 | 342,8 | 10,0 | 353,0 | 13,0 | 363,2 | 10,0 |
| 332,8 | 8,0 | 343,0 | 9,0 | 353,2 | 13,0 | 363,4 | 9,0 |
| 333,0 | 8,0 | 343,2 | 9,0 | 353,4 | 11,0 | 363,6 | 11,0 |
| 333,2 | 10,0 | 343,4 | 9,0 | 353,6 | 11,0 | 363,8 | 12,0 |
| 333,4 | 11,0 | 343,6 | 9,0 | 353,8 | 10,0 | 364,0 | 12,0 |
| 333,6 | 9,0 | 343,8 | 8,0 | 354,0 | 10,0 | 364,2 | 11,0 |
| 333,8 | 9,0 | 344,0 | 8,0 | 354,2 | 11,0 | 364,4 | 12,0 |
| 334,0 | 10,0 | 344,2 | 7,0 | 354,4 | 10,0 | 364,6 | 12,0 |
| 334,2 | 10,0 | 344,4 | 9,0 | 354,6 | 10,0 | 364,8 | 11,0 |
| 334,4 | 11,0 | 344,6 | 11,0 | 354,8 | 11,0 | 365,0 | 10,0 |
| 334,6 | 11,0 | 344,8 | 12,0 | 355,0 | 12,0 | 365,2 | 12,0 |
| 334,8 | 11,0 | 345,0 | 13,0 | 355,2 | 10,0 | 365,4 | 10,0 |
| 335,0 | 10,0 | 345,2 | 13,0 | 355,4 | 11,0 | 365,6 | 10,0 |
| 335,2 | 10,0 | 345,4 | 15,0 | 355,6 | 11,0 | 365,8 | 10,0 |
| 335,4 | 10,0 | 345,6 | 14,0 | 355,8 | 11,0 | 366,0 | 9,0 |
| 335,6 | 11,0 | 345,8 | 15,0 | 356,0 | 11,0 | 366,2 | 11,0 |
| 335,8 | 13,0 | 346,0 | 16,0 | 356,2 | 11,0 | 366,4 | 11,0 |
| 336,0 | 12,0 | 346,2 | 17,0 | 356,4 | 12,0 | 366,6 | 10,0 |
| 336,2 | 13,0 | 346,4 | 15,0 | 356,6 | 14,0 | 366,8 | 12,0 |
| 336,4 | 12,0 | 346,6 | 13,0 | 356,8 | 13,0 | 367,0 | 12,0 |
| 336,6 | 10,0 | 346,8 | 14,0 | 357,0 | 13,0 | 367,2 | 11,0 |
| 336,8 | 9,0 | 347,0 | 14,0 | 357,2 | 15,0 | 367,4 | 11,0 |
| 337,0 | 7,0 | 347,2 | 15,0 | 357,4 | 15,0 | 367,6 | 11,0 |
| 337,2 | 9,0 | 347,4 | 13,0 | 357,6 | 15,0 | 367,8 | 10,0 |
| 337,4 | 8,0 | 347,6 | 14,0 | 357,8 | 15,0 | 368,0 | 11,0 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| 368,2 | 10,0 | 378,4 | 10,0 | 388,6 | 13,0 | 398,8 | 13,0 |
| 368,4 | 10,0 | 378,6 | 9,0 | 388,8 | 13,0 | 399,0 | 14,0 |
| 368,6 | 10,0 | 378,8 | 8,0 | 389,0 | 11,0 | 399,2 | 15,0 |
| 368,8 | 10,0 | 379,0 | 6,0 | 389,2 | 12,0 | 399,4 | 17,0 |
| 369,0 | 11,0 | 379,2 | 6,0 | 389,4 | 11,0 | 399,6 | 20,0 |
| 369,2 | 12,0 | 379,4 | 6,0 | 389,6 | 10,0 | 399,8 | 17,0 |
| 369,4 | 12,0 | 379,6 | 6,0 | 389,8 | 9,0 | 400,0 | 12,0 |
| 369,6 | 13,0 | 379,8 | 7,0 | 390,0 | 10,0 | 400,2 | 9,0 |
| 369,8 | 13,0 | 380,0 | 6,0 | 390,2 | 10,0 | 400,4 | 10,0 |
| 370,0 | 13,0 | 380,2 | 7,0 | 390,4 | 9,0 | 400,6 | 12,0 |
| 370,2 | 12,0 | 380,4 | 7,0 | 390,6 | 10,0 | 400,8 | 12,0 |
| 370,4 | 11,0 | 380,6 | 7,0 | 390,8 | 10,0 | 401,0 | 16,0 |
| 370,6 | 10,0 | 380,8 | 6,0 | 391,0 | 10,0 | 401,2 | 19,0 |
| 370,8 | 9,0 | 381,0 | 7,0 | 391,2 | 9,0 | 401,4 | 18,0 |
| 371,0 | 10,0 | 381,2 | 7,0 | 391,4 | 10,0 | 401,6 | 15,0 |
| 371,2 | 9,0 | 381,4 | 8,0 | 391,6 | 11,0 | 401,8 | 14,0 |
| 371,4 | 9,0 | 381,6 | 9,0 | 391,8 | 10,0 | 402,0 | 13,0 |
| 371,6 | 10,0 | 381,8 | 8,0 | 392,0 | 9,0 | 402,2 | 10,0 |
| 371,8 | 10,0 | 382,0 | 10,0 | 392,2 | 10,0 | 402,4 | 10,0 |
| 372,0 | 10,0 | 382,2 | 11,0 | 392,4 | 10,0 | 402,6 | 9,0 |
| 372,2 | 9,0 | 382,4 | 11,0 | 392,6 | 10,0 | 402,8 | 9,0 |
| 372,4 | 9,0 | 382,6 | 11,0 | 392,8 | 10,0 | 403,0 | 9,0 |
| 372,6 | 10,0 | 382,8 | 12,0 | 393,0 | 13,0 | 403,2 | 8,0 |
| 372,8 | 10,0 | 383,0 | 13,0 | 393,2 | 13,0 | 403,4 | 7,0 |
| 373,0 | 11,0 | 383,2 | 11,0 | 393,4 | 13,0 | 403,6 | 7,0 |
| 373,2 | 11,0 | 383,4 | 12,0 | 393,6 | 12,0 | 403,8 | 7,0 |
| 373,4 | 13,0 | 383,6 | 11,0 | 393,8 | 10,0 | 404,0 | 6,0 |
| 373,6 | 12,0 | 383,8 | 11,0 | 394,0 | 8,0 | 404,2 | 6,0 |
| 373,8 | 13,0 | 384,0 | 13,0 | 394,2 | 8,0 | 404,4 | 7,0 |
| 374,0 | 13,0 | 384,2 | 12,0 | 394,4 | 7,0 | 404,6 | 8,0 |
| 374,2 | 13,0 | 384,4 | 14,0 | 394,6 | 8,0 | 404,8 | 8,0 |
| 374,4 | 13,0 | 384,6 | 14,0 | 394,8 | 7,0 | 405,0 | 8,0 |
| 374,6 | 12,0 | 384,8 | 14,0 | 395,0 | 8,0 | 405,2 | 8,0 |
| 374,8 | 13,0 | 385,0 | 14,0 | 395,2 | 7,0 | 405,4 | 9,0 |
| 375,0 | 14,0 | 385,2 | 16,0 | 395,4 | 7,0 | 405,6 | 9,0 |
| 375,2 | 14,0 | 385,4 | 16,0 | 395,6 | 6,0 | 405,8 | 8,0 |
| 375,4 | 14,0 | 385,6 | 13,0 | 395,8 | 7,0 | 406,0 | 10,0 |
| 375,6 | 15,0 | 385,8 | 12,0 | 396,0 | 7,0 | 406,2 | 11,0 |
| 375,8 | 16,0 | 386,0 | 13,0 | 396,2 | 6,0 | 406,4 | 10,0 |
| 376,0 | 16,0 | 386,2 | 13,0 | 396,4 | 7,0 | 406,6 | 10,0 |
| 376,2 | 16,0 | 386,4 | 12,0 | 396,6 | 7,0 | 406,8 | 9,0 |
| 376,4 | 18,0 | 386,6 | 12,0 | 396,8 | 6,0 | 407,0 | 9,0 |
| 376,6 | 18,0 | 386,8 | 13,0 | 397,0 | 7,0 | 407,2 | 10,0 |
| 376,8 | 17,0 | 387,0 | 14,0 | 397,2 | 7,0 | 407,4 | 11,0 |
| 377,0 | 14,0 | 387,2 | 15,0 | 397,4 | 9,0 | 407,6 | 14,0 |
| 377,2 | 13,0 | 387,4 | 18,0 | 397,6 | 8,0 | 407,8 | 16,0 |
| 377,4 | 12,0 | 387,6 | 20,0 | 397,8 | 6,0 | 408,0 | 15,0 |
| 377,6 | 11,0 | 387,8 | 21,0 | 398,0 | 7,0 | 408,2 | 16,0 |
| 377,8 | 11,0 | 388,0 | 19,0 | 398,2 | 9,0 | 408,4 | 16,0 |
| 378,0 | 10,0 | 388,2 | 17,0 | 398,4 | 7,0 | 408,6 | 17,0 |
| 378,2 | 10,0 | 388,4 | 15,0 | 398,6 | 10,0 | 408,8 | 15,0 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|------|----------|------|----------|------|----------|-----|
| 409,0 | 14,0 | 419,2 | 6,0 | 429,4 | 10,0 | 439,6 | 4,0 |
| 409,2 | 14,0 | 419,4 | 5,0 | 429,6 | 10,0 | 439,8 | 2,0 |
| 409,4 | 14,0 | 419,6 | 6,0 | 429,8 | 9,0 | 440,0 | 4,0 |
| 409,6 | 16,0 | 419,8 | 9,0 | 430,0 | 10,0 | 440,2 | 4,0 |
| 409,8 | 17,0 | 420,0 | 8,0 | 430,2 | 8,0 | 440,4 | 3,0 |
| 410,0 | 17,0 | 420,2 | 11,0 | 430,4 | 8,0 | 440,6 | 2,0 |
| 410,2 | 15,0 | 420,4 | 10,0 | 430,6 | 11,0 | 440,8 | 3,0 |
| 410,4 | 12,0 | 420,6 | 10,0 | 430,8 | 11,0 | 441,0 | 3,0 |
| 410,6 | 10,0 | 420,8 | 8,0 | 431,0 | 14,0 | 441,2 | 3,0 |
| 410,8 | 9,0 | 421,0 | 11,0 | 431,2 | 16,0 | 441,4 | 2,0 |
| 411,0 | 9,0 | 421,2 | 13,0 | 431,4 | 18,0 | 441,6 | 5,0 |
| 411,2 | 7,0 | 421,4 | 14,0 | 431,6 | 17,0 | 441,8 | 4,0 |
| 411,4 | 7,0 | 421,6 | 11,0 | 431,8 | 14,0 | 442,0 | 4,0 |
| 411,6 | 8,0 | 421,8 | 10,0 | 432,0 | 11,0 | 442,2 | 2,0 |
| 411,8 | 10,0 | 422,0 | 8,0 | 432,2 | 6,0 | 442,4 | 4,0 |
| 412,0 | 8,0 | 422,2 | 8,0 | 432,4 | 5,0 | 442,6 | 4,0 |
| 412,2 | 9,0 | 422,4 | 7,0 | 432,6 | 4,0 | 442,8 | 3,0 |
| 412,4 | 9,0 | 422,6 | 6,0 | 432,8 | 4,0 | 443,0 | 2,0 |
| 412,6 | 8,0 | 422,8 | 6,0 | 433,0 | 5,0 | 443,2 | 2,0 |
| 412,8 | 8,0 | 423,0 | 6,0 | 433,2 | 6,0 | 443,4 | 3,0 |
| 413,0 | 5,0 | 423,2 | 5,0 | 433,4 | 6,0 | 443,6 | 3,0 |
| 413,2 | 6,0 | 423,4 | 6,0 | 433,6 | 3,0 | 443,8 | 2,0 |
| 413,4 | 5,0 | 423,6 | 4,0 | 433,8 | 5,0 | 444,0 | 3,0 |
| 413,6 | 3,0 | 423,8 | 5,0 | 434,0 | 4,0 | 444,2 | 1,0 |
| 413,8 | 4,0 | 424,0 | 5,0 | 434,2 | 6,0 | 444,4 | 2,0 |
| 414,0 | 3,0 | 424,2 | 4,0 | 434,4 | 3,0 | 444,6 | 1,0 |
| 414,2 | 4,0 | 424,4 | 5,0 | 434,6 | 5,0 | 444,8 | 2,0 |
| 414,4 | 4,0 | 424,6 | 6,0 | 434,8 | 6,0 | 445,0 | 2,0 |
| 414,6 | 3,0 | 424,8 | 5,0 | 435,0 | 5,0 | 445,2 | 2,0 |
| 414,8 | 3,0 | 425,0 | 5,0 | 435,2 | 6,0 | 445,4 | 2,0 |
| 415,0 | 4,0 | 425,2 | 6,0 | 435,4 | 7,0 | 445,6 | 2,0 |
| 415,2 | 4,0 | 425,4 | 5,0 | 435,6 | 7,0 | 445,8 | 3,0 |
| 415,4 | 2,0 | 425,6 | 5,0 | 435,8 | 8,0 | 446,0 | 2,0 |
| 415,6 | 3,0 | 425,8 | 7,0 | 436,0 | 7,0 | 446,2 | 2,0 |
| 415,8 | 3,0 | 426,0 | 7,0 | 436,2 | 7,0 | 446,4 | 2,0 |
| 416,0 | 4,0 | 426,2 | 8,0 | 436,4 | 7,0 | 446,6 | 1,0 |
| 416,2 | 3,0 | 426,4 | 9,0 | 436,6 | 7,0 | 446,8 | 2,0 |
| 416,4 | 5,0 | 426,6 | 9,0 | 436,8 | 8,0 | 447,0 | 3,0 |
| 416,6 | 5,0 | 426,8 | 8,0 | 437,0 | 8,0 | 447,2 | 2,0 |
| 416,8 | 5,0 | 427,0 | 8,0 | 437,2 | 9,0 | 447,4 | 2,0 |
| 417,0 | 6,0 | 427,2 | 10,0 | 437,4 | 8,0 | 447,6 | 2,0 |
| 417,2 | 4,0 | 427,4 | 9,0 | 437,6 | 10,0 | 447,8 | 1,0 |
| 417,4 | 6,0 | 427,6 | 9,0 | 437,8 | 12,0 | 448,0 | 2,0 |
| 417,6 | 5,0 | 427,8 | 8,0 | 438,0 | 13,0 | 448,2 | 2,0 |
| 417,8 | 3,0 | 428,0 | 8,0 | 438,2 | 15,0 | 448,4 | 2,0 |
| 418,0 | 5,0 | 428,2 | 7,0 | 438,4 | 19,0 | 448,6 | 1,0 |
| 418,2 | 5,0 | 428,4 | 8,0 | 438,6 | 17,0 | 448,8 | 2,0 |
| 418,4 | 5,0 | 428,6 | 7,0 | 438,8 | 12,0 | 449,0 | 3,0 |
| 418,6 | 5,0 | 428,8 | 7,0 | 439,0 | 5,0 | 449,2 | 3,0 |
| 418,8 | 4,0 | 429,0 | 7,0 | 439,2 | 4,0 | 449,4 | 0,0 |
| 419,0 | 5,0 | 429,2 | 9,0 | 439,4 | 4,0 | 449,6 | 3,0 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|------|----------|------|----------|-----|----------|-----|
| 449,8 | 4,0 | 460,0 | 9,0 | 470,2 | 1,0 | 480,4 | 2,0 |
| 450,0 | 2,0 | 460,2 | 6,0 | 470,4 | 1,0 | 480,6 | 0,0 |
| 450,2 | 3,0 | 460,4 | 11,0 | 470,6 | 3,0 | 480,8 | 2,0 |
| 450,4 | 3,0 | 460,6 | 3,0 | 470,8 | 1,0 | 481,0 | 3,0 |
| 450,6 | 3,0 | 460,8 | 2,0 | 471,0 | 2,0 | 481,2 | 1,0 |
| 450,8 | 3,0 | 461,0 | 2,0 | 471,2 | 1,0 | 481,4 | 2,0 |
| 451,0 | 3,0 | 461,2 | 4,0 | 471,4 | 2,0 | 481,6 | 2,0 |
| 451,2 | 2,0 | 461,4 | 2,0 | 471,6 | 2,0 | 481,8 | 1,0 |
| 451,4 | 3,0 | 461,6 | 3,0 | 471,8 | 1,0 | 482,0 | 2,0 |
| 451,6 | 3,0 | 461,8 | 3,0 | 472,0 | 3,0 | 482,2 | 2,0 |
| 451,8 | 3,0 | 462,0 | 3,0 | 472,2 | 4,0 | 482,4 | 2,0 |
| 452,0 | 2,0 | 462,2 | 2,0 | 472,4 | 1,0 | 482,6 | 2,0 |
| 452,2 | 2,0 | 462,4 | 5,0 | 472,6 | 1,0 | 482,8 | 2,0 |
| 452,4 | 2,0 | 462,6 | 4,0 | 472,8 | 2,0 | 483,0 | 1,0 |
| 452,6 | 2,0 | 462,8 | 3,0 | 473,0 | 1,0 | 483,2 | 3,0 |
| 452,8 | 2,0 | 463,0 | 3,0 | 473,2 | 2,0 | 483,4 | 1,0 |
| 453,0 | 3,0 | 463,2 | 2,0 | 473,4 | 2,0 | 483,6 | 2,0 |
| 453,2 | 1,0 | 463,4 | 3,0 | 473,6 | 1,0 | 483,8 | 2,0 |
| 453,4 | 2,0 | 463,6 | 2,0 | 473,8 | 2,0 | 484,0 | 2,0 |
| 453,6 | 2,0 | 463,8 | 1,0 | 474,0 | 3,0 | 484,2 | 3,0 |
| 453,8 | 3,0 | 464,0 | 2,0 | 474,2 | 1,0 | 484,4 | 3,0 |
| 454,0 | 3,0 | 464,2 | 2,0 | 474,4 | 2,0 | 484,6 | 2,0 |
| 454,2 | 2,0 | 464,4 | 2,0 | 474,6 | 4,0 | 484,8 | 2,0 |
| 454,4 | 3,0 | 464,6 | 2,0 | 474,8 | 3,0 | 485,0 | 1,0 |
| 454,6 | 3,0 | 464,8 | 2,0 | 475,0 | 0,0 | 485,2 | 1,0 |
| 454,8 | 3,0 | 465,0 | 2,0 | 475,2 | 3,0 | 485,4 | 1,0 |
| 455,0 | 2,0 | 465,2 | 2,0 | 475,4 | 3,0 | 485,6 | 2,0 |
| 455,2 | 4,0 | 465,4 | 1,0 | 475,6 | 3,0 | 485,8 | 2,0 |
| 455,4 | 4,0 | 465,6 | 2,0 | 475,8 | 1,0 | 486,0 | 2,0 |
| 455,6 | 4,0 | 465,8 | 2,0 | 476,0 | 2,0 | 486,2 | 0,0 |
| 455,8 | 4,0 | 466,0 | 1,0 | 476,2 | 2,0 | 486,4 | 3,0 |
| 456,0 | 6,0 | 466,2 | 1,0 | 476,4 | 1,0 | 486,6 | 3,0 |
| 456,2 | 7,0 | 466,4 | 2,0 | 476,6 | 1,0 | 486,8 | 1,0 |
| 456,4 | 8,0 | 466,6 | 3,0 | 476,8 | 2,0 | 487,0 | 3,0 |
| 456,6 | 8,0 | 466,8 | 2,0 | 477,0 | 3,0 | 487,2 | 2,0 |
| 456,8 | 11,0 | 467,0 | 1,0 | 477,2 | 2,0 | 487,4 | 2,0 |
| 457,0 | 13,0 | 467,2 | 1,0 | 477,4 | 0,0 | 487,6 | 3,0 |
| 457,2 | 15,0 | 467,4 | 2,0 | 477,6 | 2,0 | 487,8 | 2,0 |
| 457,4 | 17,0 | 467,6 | 3,0 | 477,8 | 2,0 | 488,0 | 2,0 |
| 457,6 | 19,0 | 467,8 | 1,0 | 478,0 | 2,0 | 488,2 | 3,0 |
| 457,8 | 19,0 | 468,0 | 1,0 | 478,2 | 1,0 | 488,4 | 3,0 |
| 458,0 | 18,0 | 468,2 | 3,0 | 478,4 | 2,0 | 488,6 | 2,0 |
| 458,2 | 16,0 | 468,4 | 1,0 | 478,6 | 2,0 | 488,8 | 1,0 |
| 458,4 | 17,0 | 468,6 | 1,0 | 478,8 | 2,0 | 489,0 | 2,0 |
| 458,6 | 16,0 | 468,8 | 2,0 | 479,0 | 1,0 | 489,2 | 3,0 |
| 458,8 | 17,0 | 469,0 | 3,0 | 479,2 | 2,0 | 489,4 | 1,0 |
| 459,0 | 14,0 | 469,2 | 3,0 | 479,4 | 2,0 | 489,6 | 1,0 |
| 459,2 | 15,0 | 469,4 | 3,0 | 479,6 | 1,0 | 489,8 | 1,0 |
| 459,4 | 14,0 | 469,6 | 2,0 | 479,8 | 2,0 | 490,0 | 1,0 |
| 459,6 | 14,0 | 469,8 | 2,0 | 480,0 | 1,0 | 490,2 | 1,0 |
| 459,8 | 11,0 | 470,0 | 3,0 | 480,2 | 2,0 | 490,4 | 3,0 |

Appendiks IV : magnetisk susceptibilitet (MS) Butjønna kjerne 2

| Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS | Dyp i cm | MS |
|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 490,6 | 1,0 | 500,8 | 2,0 | 511,0 | 2,0 | 521,2 | 3,0 |
| 490,8 | 2,0 | 501,0 | 2,0 | 511,2 | 2,0 | 521,4 | 2,0 |
| 491,0 | 1,0 | 501,2 | 1,0 | 511,4 | 3,0 | 521,6 | 2,0 |
| 491,2 | 2,0 | 501,4 | 1,0 | 511,6 | 2,0 | 521,8 | 2,0 |
| 491,4 | 3,0 | 501,6 | 1,0 | 511,8 | 1,0 | 522,0 | 2,0 |
| 491,6 | 3,0 | 501,8 | 2,0 | 512,0 | 2,0 | 522,2 | 1,0 |
| 491,8 | 1,0 | 502,0 | 2,0 | 512,2 | 2,0 | 522,4 | 2,0 |
| 492,0 | 2,0 | 502,2 | 1,0 | 512,4 | 2,0 | 522,6 | 2,0 |
| 492,2 | 2,0 | 502,4 | 2,0 | 512,6 | 1,0 | 522,8 | 2,0 |
| 492,4 | 2,0 | 502,6 | 2,0 | 512,8 | 2,0 | 523,0 | 3,0 |
| 492,6 | 2,0 | 502,8 | 1,0 | 513,0 | 3,0 | 523,2 | 2,0 |
| 492,8 | 1,0 | 503,0 | 1,0 | 513,2 | 2,0 | 523,4 | 2,0 |
| 493,0 | 3,0 | 503,2 | 1,0 | 513,4 | 0,0 | 523,6 | 2,0 |
| 493,2 | 3,0 | 503,4 | 3,0 | 513,6 | 2,0 | 523,8 | 2,0 |
| 493,4 | 1,0 | 503,6 | 3,0 | 513,8 | 2,0 | 524,0 | 2,0 |
| 493,6 | 2,0 | 503,8 | 2,0 | 514,0 | 2,0 | 524,2 | 2,0 |
| 493,8 | 2,0 | 504,0 | 2,0 | 514,2 | 1,0 | 524,4 | 3,0 |
| 494,0 | 2,0 | 504,2 | 3,0 | 514,4 | 3,0 | 524,6 | 3,0 |
| 494,2 | 1,0 | 504,4 | 2,0 | 514,6 | 2,0 | 524,8 | 1,0 |
| 494,4 | 3,0 | 504,6 | 2,0 | 514,8 | 2,0 | 525,0 | 3,0 |
| 494,6 | 3,0 | 504,8 | 2,0 | 515,0 | 1,0 | 525,2 | 1,0 |
| 494,8 | 1,0 | 505,0 | 2,0 | 515,2 | 2,0 | 525,4 | 0,0 |
| 495,0 | 1,0 | 505,2 | 2,0 | 515,4 | 2,0 | 525,6 | 3,0 |
| 495,2 | 3,0 | 505,4 | 2,0 | 515,6 | 2,0 | 525,8 | 1,0 |
| 495,4 | 3,0 | 505,6 | 1,0 | 515,8 | 2,0 | 526,0 | 2,0 |
| 495,6 | 1,0 | 505,8 | 3,0 | 516,0 | 2,0 | 526,2 | 1,0 |
| 495,8 | 1,0 | 506,0 | 2,0 | 516,2 | 2,0 | 526,4 | 2,0 |
| 496,0 | 2,0 | 506,2 | 1,0 | 516,4 | 1,0 | 526,6 | 2,0 |
| 496,2 | 3,0 | 506,4 | 2,0 | 516,6 | 1,0 | 526,8 | 2,0 |
| 496,4 | 3,0 | 506,6 | 3,0 | 516,8 | 1,0 | 527,0 | 2,0 |
| 496,6 | 1,0 | 506,8 | 2,0 | 517,0 | 1,0 | 527,2 | 2,0 |
| 496,8 | 3,0 | 507,0 | 1,0 | 517,2 | 2,0 | 527,4 | 2,0 |
| 497,0 | 2,0 | 507,2 | 2,0 | 517,4 | 2,0 | 527,6 | 3,0 |
| 497,2 | 1,0 | 507,4 | 2,0 | 517,6 | 3,0 | 527,8 | 2,0 |
| 497,4 | 0,0 | 507,6 | 2,0 | 517,8 | 1,0 | 528,0 | 3,0 |
| 497,6 | 1,0 | 507,8 | 1,0 | 518,0 | 2,0 | 528,2 | 2,0 |
| 497,8 | 2,0 | 508,0 | 3,0 | 518,2 | 0,0 | 528,4 | 2,0 |
| 498,0 | 3,0 | 508,2 | 4,0 | 518,4 | 2,0 | 528,6 | 1,0 |
| 498,2 | 1,0 | 508,4 | 3,0 | 518,6 | 2,0 | 528,8 | 2,0 |
| 498,4 | 3,0 | 508,6 | 2,0 | 518,8 | 2,0 | 529,0 | 2,0 |
| 498,6 | 3,0 | 508,8 | 2,0 | 519,0 | 2,0 | 529,2 | 2,0 |
| 498,8 | 4,0 | 509,0 | 3,0 | 519,2 | 2,0 | 529,4 | 1,0 |
| 499,0 | 2,0 | 509,2 | 2,0 | 519,4 | 3,0 | 529,6 | 2,0 |
| 499,2 | 2,0 | 509,4 | 2,0 | 519,6 | 2,0 | 529,8 | 2,0 |
| 499,4 | 2,0 | 509,6 | 2,0 | 519,8 | 2,0 | 530,0 | 2,0 |
| 499,6 | 3,0 | 509,8 | 2,0 | 520,0 | 2,0 | | |
| 499,8 | 2,0 | 510,0 | 2,0 | 520,2 | 3,0 | | |
| 500,0 | 3,0 | 510,2 | 1,0 | 520,4 | 1,0 | | |
| 500,2 | 2,0 | 510,4 | 3,0 | 520,6 | 1,0 | | |
| 500,4 | 3,0 | 510,6 | 2,0 | 520,8 | 3,0 | | |
| 500,6 | 2,0 | 510,8 | 3,0 | 521,0 | 2,0 | | |