

Kystkartlegging Svalbard

**Beskrivelse til temakartserie 1:200 000
Nr. 6, 9, 10, 11, 14, 18, 19 og 20**

Kirsti Høgvard

Norsk Polarinstitut
1992

FORORD

I 1983 startet et samarbeidsprosjekt mellom Norsk Polarinstitut og Geografisk institutt for å kartlegge strandsonen rundt Svalbard. Prosjektet har vært ledet av en styringsgruppe bestående av R. Hansson, NP (erstattet A. Elverhøi, NP i 1989), O. Salvigsen, NP og J.L. Sollid, GI. Utgangspunkt for prosjektet var kystsonekartlegging for bruk i oljevernberedskaps-sammenheng og ble finansiert av Miljøvern-departementet, Norsk Polarinstitut, Olje- og energi-departementet og Statoil. Resultatene er presentert i en egen temakartserie i målestokk 1:200000.

Denne rapporten er utarbeidet på grunnlag av mitt arbeide med 7 av de 8 kartbladene i serien (Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1987, 1988, 1989, 1990, 1991a, 1991b, 1992 og Ødegård et al. 1987). Arbeidet ble utført i perioden 12.06.87 til 31.01.92. Rapporten omhandler den naturgeografiske del av kartleggingen. Innsamling og bearbeiding av den biologiske informasjonen blir ikke berørt.

Kirsti Høgvard

Oslo, den 30.05.92

-FORORD	
-INNLEDNING1
-NATURGEOGRAFISKE TREKK VED SVALBARD2
Klima	
Permafrost	
Havis og fastis	
Geologi	
Glasiasjonshistorie	
-KYSTPROSESSER I ARKTIS9
Energiregime	
Faktorer som påvirker prosessene i strandsonen	
Erosjon og akkumulasjon	
-BESKRIVELSE TIL KYSTKARTSERIEN15
Tolkning	
Kystgeomorfologi	
Strandmaterialets kornfordeling	
Kystformer, regionalt fordelingsmønster	
-OLJEFORURENSNING AV ARKTISK KYST23
-EVALUERING OG FORSLAG TIL VIDERE ARBEIDE26
-LITTERATURLISTE29
-APPENDIX	
A) Kartografisk utarbeidelse av kystkartserien.	
B) Bruk av GIS-systemet ARC/INFO for sårbarhetsanalyse av kysten. Et type-eksempel fra Adventdalen og Billefjorden.	

INNLEDNING

Kystkartserien er tverrfaglig og kartene inneholder informasjon om kystgeomorfologi og strandmaterialets kornstørrelser. Dessuten vises de viktigste forekomster av dyre- og fuglearter med kaste-, myte- og næringsområder. I tillegg er den kystnære batymetri inntegnet og brefrontenes posisjon i havet er oppdatert fra satelittbilder og flyfotografering. Grunnlagsmaterialet for kartene (tolkning av flybilder, satelittbilder, videotape osv.) representerer et omfattende datasett. Med utgangspunkt i kartene vil disse dataene ved hjelp av et GIS-system kunne brukes i forvaltningsrettet analyse.

Rapporten gir en kort omtale av de spesielle naturgeografiske forhold på Svalbard. Faktorer og forhold som påvirker de ulike prosessene i den arktiske strandsonen omtales, og likeledes hvordan den arktiske kyst bearbeides og omformes over tid. Sammen med beskrivelsen av de ulike kysttyper og oljeforurensnings-problematikk gir dette grunnlag for en sårbarhetsanalyse av kysten rundt Svalbard. Av tidsmessige hensyn er kysten fra Billefjorden til Colesbukta valgt ut som typeområde for analysen.

Litteratur som beskriver kystprosesser og landformer i de arktiske områder omhandler først og fremst Alaska, Canada og Sibir (Arè 1983, Carter 1987, Hunter 1988, Taylor et al. 1983 og Walker 1988). Lite er skrevet om Svalbards kystgeomorfologi (Hisdal 1976, Klemsdal 1986, Werenskiold 1951).

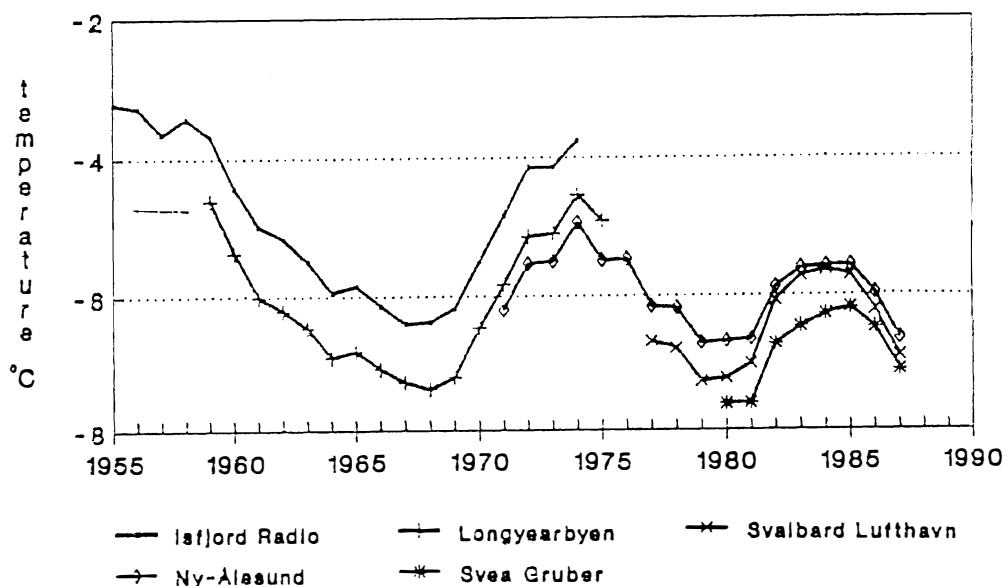
Prosesser som påvirker strandsonen i arktis er avhengig av en rekke faktorer. Permafrost, samt havis og snødekke store deler av året gjør forholdene spesielle. Innen områder med permafrost er det mekanisk energi-overføring i samspill med termisk energi-overføring som dominerer kyst-prosessene. Den relative betydning av disse to energikildene er igjen avhengig av en rekke faktorer. I første rekke er det innholdet av is i det ukonsoliderte materialet og intensiteten av bølgeaktiviteten som er avgjørende.

NATURGEOGRAFISKE TREKK VED SVALBARD

Klima

Opplysninger i det følgende er hentet fra DNMI's klimarapport nr 39/90 (Hanssen-Bauer et al. 1990).

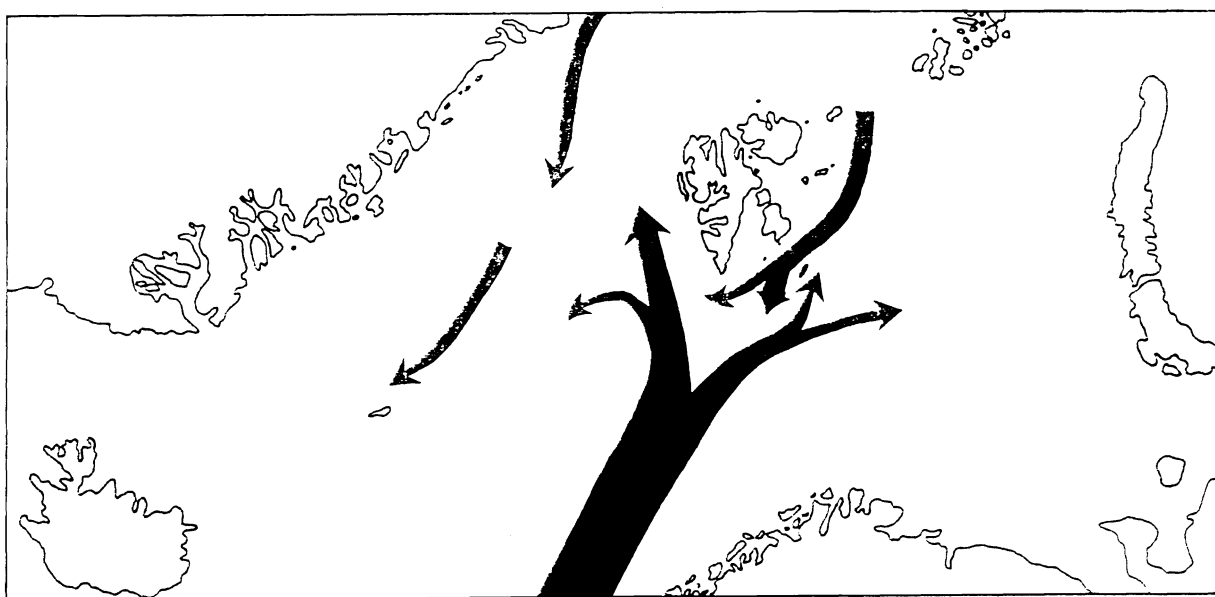
Svalbard ligger i den polare klimasonen. Årlig midlere temperatur i Longyearbyen for de siste 30 år er målt til -6.5°C . Ved Isfjord Radio er middeltemperaturen for kaldeste måned, mars -11.7°C og varmeste måned, juli $+4.7^{\circ}\text{C}$ i den samme perioden. Generelt viser de meteorologiske stasjonene på Svalbard mer kontinentalt klima om vinteren enn om sommeren. Januar til mars er normalt de kaldeste månedene i året. Men selv i disse månedene er det målt temperaturer over 0°C . Longyearbyen og Isfjord Radio viser de siste 30 år en variasjon mellom varmeste og kaldeste månedlige middel i januar-februar på omlag 22°C . Sommer-temperaturene viser derimot mindre variasjon. Forskjeller mellom varmeste og kaldeste månedlige middel-temperatur i juni til august var bare $2-5^{\circ}\text{C}$. Men også minimums-temperaturer på flere grader under 0°C forekommer om sommeren. Bare sjeldent når maksimumstemperaturen over 15°C .



Figur 1 Årlig midlere temperaturvariasjoner fra 1955 til 1987 etter Hanssen-Bauer et al. 1990.

Nedbøren er normalt liten i arktiske områder. Årlig midlere nedbør på Svalbard varierer mellom 180mm og 440mm. Størstedelen av nedbøren på Spitsbergen kommer i forbindelse med sykloner fra sydvest til nordvest. De indre fjordområdene mottar minst nedbør, mens fjellområdene får mest. Store lokale forskjeller skyldes topografiske forhold. Målingene er dessuten forbundet med stor usikkerhet på grunn av mye vind. Svalbard ligger i grensesonen mellom kald arktisk luft fra nord og mild maritim luft fra syd. Et resultat av dette er ofte stor syklon-aktivitet. Fremherskende vindretning om vinteren kommer fra nordøst til sydøst. De topografiske forhold, østlig vind og transport av kald og tung luft fra breene mot varmere havluft kanalisierer vindretningen langs daler og fjorder fra innlandet mot kysten. Om vinteren er gjennomsnittelig månedlig frekvens av dager med vindstyrke over 6 Beauforts 65-75% ved Isfjord Radio, 35-45% ved Svalbard Lufthavn, 30% ved Svea og bare 20-30% ved Ny-Ålesund.

De varme og kalde havstrømmene utenfor Svalbard påvirker både havisens utbredelse og klimaet i området. Den varme Norskestrømmen går delvis inn i Barensthavet og delvis mot vest, opp langs vestkysten av Spitsbergen. Lenger mot vest går den kalde øst-Grønlandske strøm sydover langs kysten av Grønland. Øst for Svalbard går det en strøm med kaldt vann mot sydvest i retning Bjørnøya. En gren av denne passerer nordover mellom den varme Atlantiske strømmen og vestkysten av Spitsbergen.



Figur 2 Havstrømsystemer rundt Svalbard.

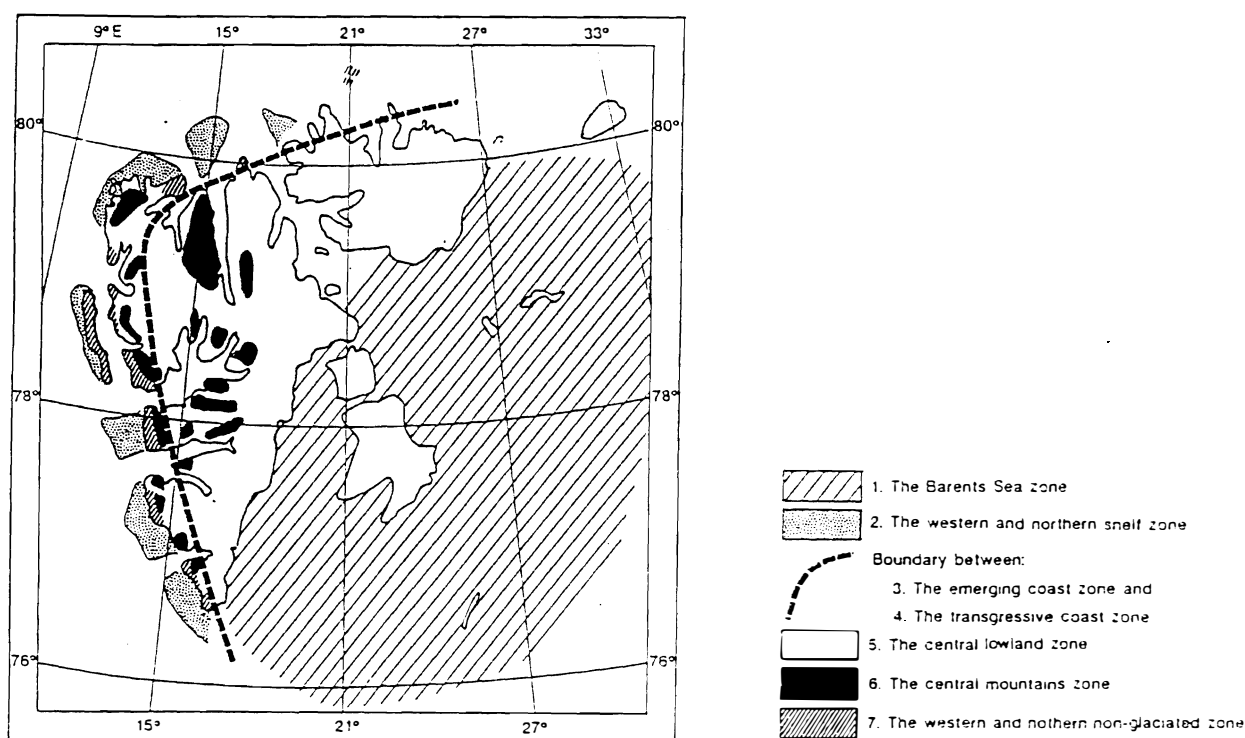
Tidevannsforskjellene langs kysten av Svalbard er relativt små. For Longyearbyen er maksimalt høyvann (for 1991) opptil 203cm over vårjevndøgns spring lavvann. Strømsystemene er langsomme og lavenergi- bølger dominerer. Men spesielt under høststormene kan bølge-aktiviteten resultere i stor materialtransport langs strendene.

Permafrost

Svalbard ligger i den kontinuerlige permafrost-sonen. Tykkelsen av permafrosten varierer mellom 75 og 450m (Liestøl 1977 og 1980). Talik eller ufrossede områder forekommer under breer, større innsjøer og i forbindelse med varmt grunnvann. Målinger foretatt i strandsonen på Svalbard viser høyere temperaturer enn fra borehull innover i landet. Isotermen for strandsonen basert på målingene og teoretiske beregninger indikerer at det ikke eksisterer permafrost mer enn 50m fra stranden (Sand et al. 1990). I Barentshavet er det ennå ikke påvist submarin permafrost. Dette i motsetning til de grunne havområdene rundt Beuforthavet hvor det er påvist permafrost i bunnsedimenter ned til 800m under havbunnen (Blasco 1983). Ved utløpet av store elver kan den termiske degradasjon akselleres på grunn av den oppvarmende effekten fra varmt ferskvann ($>0^{\circ}\text{C}$). Likeens vil en transgresjon ha en degraderende virkning på permafrosten i strandsonen. Landvik et al. (1988) har med grunnlag i glasiasjonshistorie (Mangerud et al. 1987) og havnivåforandringer inndelt Svalbard i ulike permafrost-soner. Syv permafrostsoner skilles ut etter hvor lenge området har vært isfritt eller om det nylig er hevet over havnivå. Figur 3 viser en skjematisk fordeling av de syv sonene.

Havis og fastis

Utbredelsen av havis rundt Svalbard er størst i mai og minst i september (Vinje 1989). På vestkysten av Spitsbergen presser Norskestrømmen pakkisbeltet nordover og holder vestkysten isfri i sommerhalvåret. På østkysten presser den kalde havstrømmen pakkisbeltet sydover mot dens maksimale utbredelse. Isutbredelsen i Barentshavet viser både sesongmessige og årlige variasjoner, se figur 4. Fra århundreskiftet og fram til idag har isutbredelsen på slutten av smeltesesongen avtatt markert. For de siste 21 år er is-arealet om sommeren redusert med rundt 25% (Vinje 1989). For vinter-sesongen er det imidlertid ikke målt noen større endring. Størsteparten av havisen fra Polhavet til Barentshavet transporteres gjennom Framstredet, mellom 4000-5000km² (Vinje og Finnekåsa 1986). Isdriften i Barentshavet skyldes hovedsakelig vind. De fremherskende nordøstlige vindene fører isen mot sydvest.

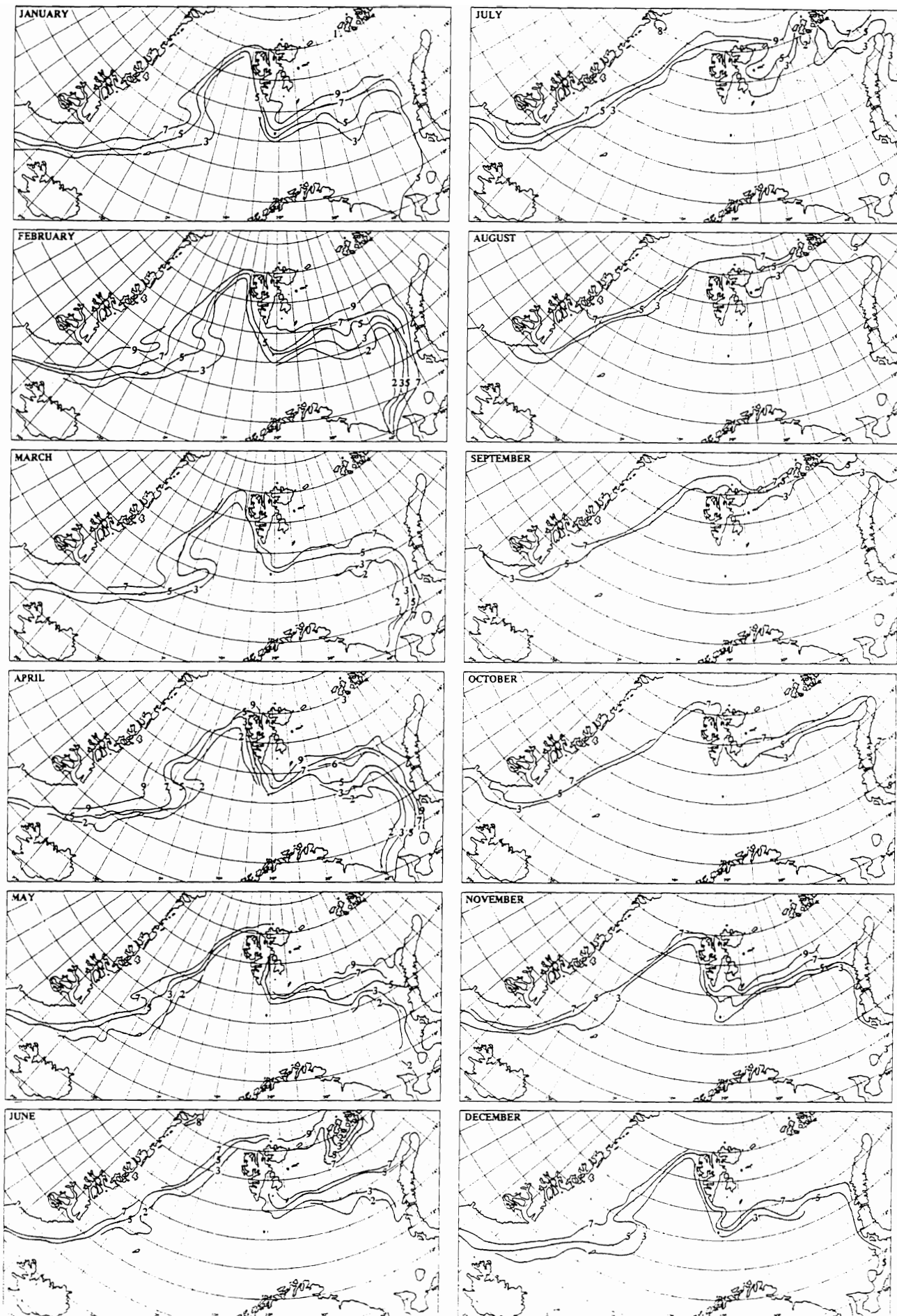


- Sone 1. Ingen utbredelse av permafrost kjent.
 Sone 2. Mulig tilstedeværelse av permafrost.
 Sone 3. Permafrost ikke tilstede under havnivå.
 Sone 4. Permafrost tilstede.
 Sone 5. Permafrost utviklet etter deglasiasjon 10000år siden.
 Sone 6. Permafrost tilstede.
 Sone 7. Permafrost tilstede.

Figur 3 Inndeling av ulike permafrostsoner på Svalbard. Etter Landvik et al. 1988.

Fra strandsonen og ut mot pakkisen dannes fast-is (isfot eller landkall). Fast-isen er forankret i strandsonen og kan om vinteren bli 1 til 2m tykk. Den kan overleve flere sesonger, men også smelte bort iløpet av sensommeren. På Svalbard er fast-isen mest utbredt mellom Nordaustlandet, Kong Karls Land og Barentsøya, men finnes også innerst i Storfjorden og langs Hopen (Kverndal et al. 1990). Når fast-isen dannes om høsten fryser ofte isfjell til dette isdekket. Først når fast-isen begynner å smelte og brette opp tidlig på sommeren frigjøres isfjellene.

Isfjell i Barentshavet har i stor grad sitt opphav fra breene på Svalbard eller Franz Josefs Land. Både produksjon og utbredelse er sesongvariabel.



Figur 4 Isutbredelse i Barentshavet etter Vinje 1985. Figuren viser frekvensen av isutbredelsen (iskonsentrasjon over 4/10) ved slutten av hver måned. Dvs. kurve 5 gir i 5 av 10 år den sydligste grensen for iskonsentrasjon over 4/10. Den sydligste og nordligste kurven angir yttergrensene for isutbredelsen.

Geologi

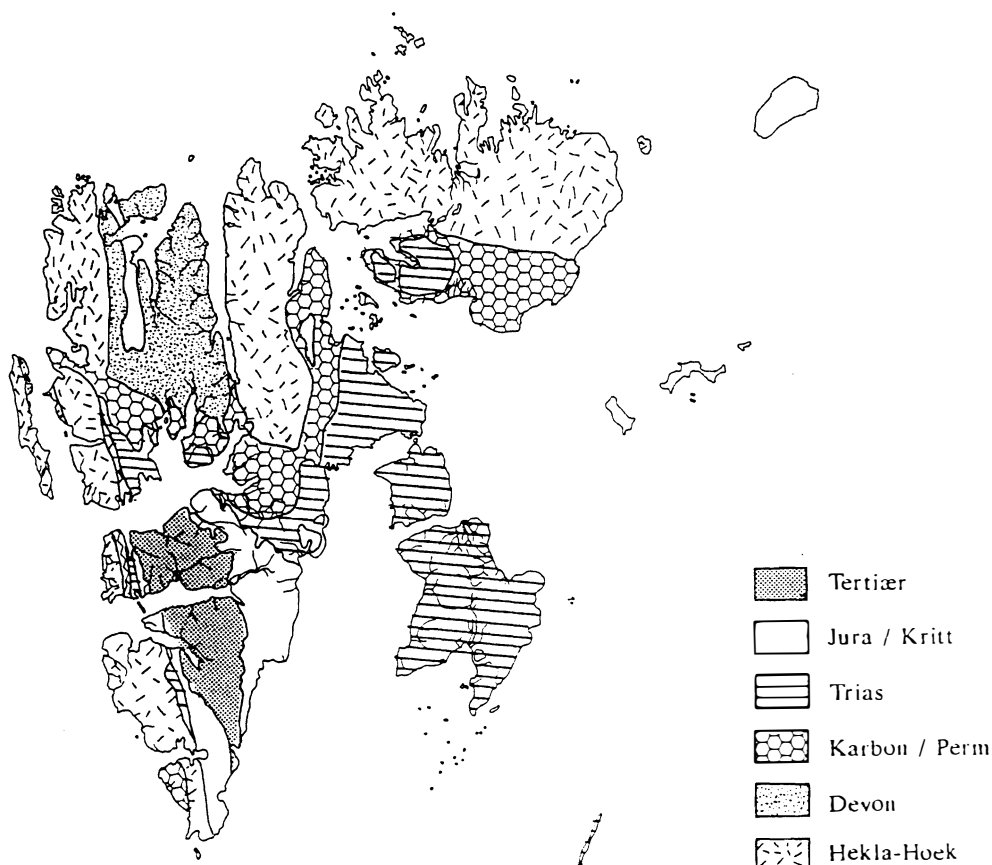
På Svalbard finnes det bergarter fra alle perioder fra sen-prekambrium til paleocen. Lagrekkefølgen kan grovt deles inn i tre avsetningsfaser hver separert av større deformasjons-episoder. Det er et tydelig skille mellom eldre omdannede bergarter og yngre sedimentære lag som ligger tilnærmet horisontalt (Worsley & Aga 1986).

De eldste bergartene, hovedsakelig av prekambrisk alder kalles Hecla-Hoek komplekset. Disse bergartene finnes langs hele vest-kysten av Spitsbergen og på Nordaustlandet. I sør består de av glimmerskifre, kvartsitter og kalkstein/marmor. Nord for Kongsfjorden er bergartene sterkere omdannet og opptrer som gneiser og migmatitter. De eldste bergartene (ca 1000 mill. år) finnes på Nordaustlandet. Disse består av gneiser, migmatitter, granitter og basiske intrusiver (Winsnes 1988). Under den kaledonske fjellkjededannelse mot slutten av silur ble de prekambriske bergartene foldet, omdannet og erodert. Materialet som ble avsatt finnes idag som sandsteiner og skifre og er eksponert i en graben-struktur nord for Isfjorden. Gjennom hele sen-paleozoikum (karbon og perm) foregikk det en tilnærmet kontinuerlig sedimentasjon. Tykke lag av kontinentale sandsteiner ble etterfulgt av marine avsetninger med kalksteiner og gipslag.

I perm startet en regional innsynkning som fortsatte over i trias. Gjentatte transgresjoner og regresjoner avløste hverandre. Avsetninger fra begynnelsen av jordens middeltid (perm og trias) finnes blant annet på øyene i øst og består av marine leirsteiner, siltsteiner og sandsteiner.

I tidlig juratid ble det igjen avsatt marine skifre før en landhevning førte til ny erosjon. En markert periode med ustabilitet i sen jura og tidlig kritt førte til vertikale jordskorpe-bevegelser, etterfulgt av en periode med vulkansk aktivitet (Winsnes 1988). Mørke doleritt-ganger trengte seg opp gjennom yngre lag. Doleritten er mest utbredt i øst, men finnes også i de sentrale deler av Spitsbergen.

De transversale bevegelsene og forkastningene fra jura og kritt kuliminerte for ca 36 mill. år siden. Samtidig startet adskillelsen av Svalbard og Grønland og det ble avsatt tykke lag i grunnhavsområder. I det sentrale bassenget på Spitsbergen er det bevart ca 1500 m fra eldre tertiær (Winsnes 1988). De tertiære skifer og sandsteins-lagene finnes langs kysten i nordlig del av Forlandsundet, på sørsiden av Isfjorden og langs Van Mijenfjorden og Van Keulenfjorden.

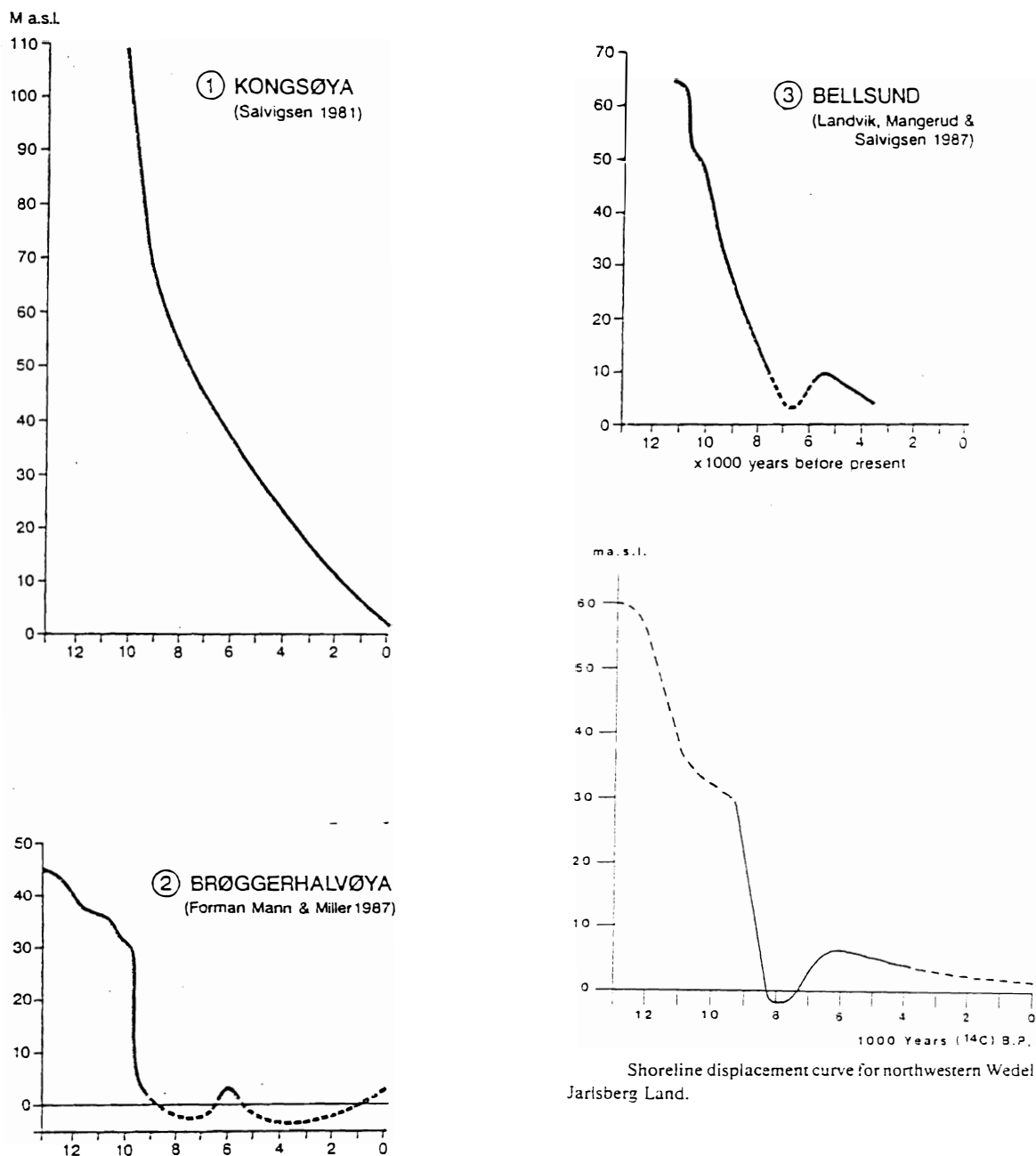


Figur 5 Geologisk kartskisse over Svalbard modifisert etter Worsley & Aga 1986.

Glasiationshistorie

Omfanget og utbredelsen av en iskappe over Svalbard og Barentshavet gjennom Weichsel-istiden er omdiskutert. Boulton (1979) foreslår en svært begrenset glasiasjon med største utbredelse rundt 11000-10000 BP. Denton & Huges (1981) og Grosswald (1980) antar derimot at både Svalbard og Barentshavet var dekket av en stor iskappe rundt 18000 BP. Elverhøi og Solheim (1983) hevder at de nordlige deler av Barentshavet var isdekket. Mangerud et al. (1987) mener at Barentshavet var dekket av is i øst med separate isdomer over vest-Svalbard og isfrie områder langs de vestlige og nordlige kystområdene. Flere undersøkelser tyder på at de vestligste områder av Svalbard har vært isfrie gjennom en stor del av siste istid (Salvigsen 1981, Miller 1982 og Landvik et al. 1988). Disse områdene har følgelig vært utsatt for et arktisk klima over lang tid. Dette kan være årsaken til at strandflaten er godt utviklet i de vestlige områder og mindre i de østlige (Sollid & Sørbel 1988).

Havnivåforandringer som følge av deglasiasjonen viser noe varierende hevning i ulike områder på Svalbard. Strandforskyvningskurver fra Kong Karls Land viser en hevning på 100m de siste 10000 år og øygruppa hever seg fortsatt med 0.3m/100 år (Salvigsen 1981). Figur 6 viser fire ulike kurver fra forskjellige områder på Svalbard. Flere undersøkelser viser at det idag finner sted en transgresjon langs vestkysten (Rudberg 1986, Forman et al. 1987 og Sandahl 1986).



Figur 6 Strandforskyvningskurver etter Salvigsen 1981, Forman & Miller 1987, Mangerud et al. 1987 og Dalmann et al. 1990.

KYSTPROSESSER I ARKTIS

ENERGIREGIME

Erosjon og akkumulasjon i den arktiske kystsonen er i det vesentlige avhengig av mekanisk og termisk energi-tilførsel. Den relative betydning av disse to energi-kildene er avhengig av en rekke faktorer, først og fremst av innholdet av is i det ukonsoliderte materialet samt bølgeaktivitet. I kystområder hvor permafrosten inneholder lite is (tørr permafrost) dominerer den mekaniske erosjonen (marin abrasjon og frostforvitring). I områder hvor det er rikelig med is i permafrosten er den termiske erosjon generelt sett viktigst. Isinnholdet i permafrosten kan variere fra omtrent 0 til nær 100% (Walker 1988). Eksempelvis inneholder områder med tundra mellom 40-60% isvolum i det øvre aktive laget.

Termisk energi overføres til permafrosten via havvannet, men overføres også direkte fra atmosfæren ved stråling. Disse forholdene er i seg selv nok til å forårsake en erosjon av strendene, men termisk erosjon forekommer sjelden alene. Selv i små vann vil noe bølgeaktivitet resultere i en mekanisk energikomponent.

I flere undersøkelser er det hevdet at hurtig tilbakeskridende erosjon langs permafrost-kyster først og fremst skyldes den termiske komponenten (Walker 1988). Men det er også vist at erosjon ved mekanisk energitilførsel vanligvis er viktigere (Reimintz og Kempema 1987). For at et dynamisk strandprofil skal opprettholdes må det utsettes for vedvarende bølgeaktivitet. Det eroderte materialet vil dermed fjernes fra akkumulasjons-sonen og blottlegger kysten for videre erosjon. Innsykning av sedimenter under vannflaten vil også opprettholde erosjonen i strandsonen. Tining av bunnsedimentene fører til sammensynkning av materialet og øker dermed området som bølgene kan arbeide. Stor akkumulasjon av løsmateriale uten at dette fjernes vil derimot isolere bunnen og føre til redusert tining.

Både mekanisk og termisk erosjon er et sommer-fenomen i arktis. Mens termisk erosjon pågår nær kontinuerlig gjennom sommeren er den mekaniske abrasjonen uregelmessig og betinget av stormfrekvens og intensitet.

Kjemisk forvitring spiller en svært underordnet rolle i arktis.

FAKTORER SOM PÅVIRKER PROSESSENE I STRANDSONEN

I det følgende gis en kort oversikt over hvordan ulike faktorer som permafrost, havis, snødekke, havstrømmer, tidevann, bølgeaktivitet og avrenning fra elver påvirker utviklingen av den arktiske kystlinjen.

Permafrost

Innholdet av is i sedimentene er bestemmende for hvordan kysten forandrer seg over tid. Ulike former for jordbunnsis og poreis, iskilepolygoner, pingoer og termokarstformer vil fungere som svakhetssoner. Iskiler parallelt med strandlinjen vil virke som svakhetslinjer og føre til utvasking av stranden over større områder. Iskiler vinkelrett på stranden vil fungere som svakhetspunkter og bevirke en raskere erosjon enn i de omkringliggende områdene. Dette vil resultere i en ravinert kystlinje.

Permafrost trenger lang tid for å tilpasse seg likevekt med bakkens overflatetemperatur. Foruten bakketemperatur, strålingsbalanse, overflatens beskaffenhet og snødekke er innhold av is en av de viktige faktorer for permafrostens termiske stabilitet. I utgangspunktet påvirkes isrik permafrost i mindre grad av en økning av temperaturen enn permafrost med liten andel av is. Dette skyldes at det må større energitilførsel til for å tine opp isrik permafrost. Ukonsoliderte sedimenter med stort innhold av is har dermed en tendens til å øke stabiliteten i bakken noe som gir lave til moderat høye skrenter i strandsonen. Men når tineprosessen først er initiert vil sedimenter med stort isinnhold virke som svakhetssoner (se over). Isrik permafrost finnes ofte i fuktige områder med finkornige sedimenter, mens permafrost med lite isinnhold finnes i grovere materiale. Saltholdig og isrik leire er på den annen side mer sensitiv for temperaturøkninger enn morene- og glasifluvialt materiale på grunn av nedsatt frysepunkt og svake molekyl-bindinger. Det aktive laget er om sommeren ofte utsatt for store masse-bevegelser. Under perioder med snøsmelting og mye nedbør er dette laget som oftest helt vannmettet. Resultat er utgliding i erosjonskanter og skråninger.

Havis og fastis

Drivisen i Arktis kan deles i tre kategorier. Sentralt i Polhavet ligger pol-isen som en permanent iskappe. Utenfor selve pol-isen ligger det sesongvariable pakkisbeltet. Dette dekket varierer kraftig mellom sommer og vinter. Utbredelsen er i hovedsak styrt av de årlige klimaforhold og de store havstrømsystemene i arktis. Havis kan virke både som en eroderende, transporterende, beskyttende og akkumulerende agens. Hvor lenge havisen modifierer kysten kan variere fra år til år. Deler av kystlinjen kan påvirkes lite, mens andre områder påvirkes i lengre tid. Fluktuasjoner i havisens utbredelse om sommeren og høsten er i stor grad avhengig av retning, intensitet og varighet av vinden. I isfrie perioder vil bølgene ha stor eroderende virkning på stranden. Men når vinden pakker isen mot kysten vil havisen dempe bølgene og dermed minke erosjonen. Pakkis som skyves opp på stranden danner et kaotisk system av rygger og hauger. Oppskrudd is 185m innfor høyvannsmarket er rapportert fra Canada (Kverndal

1990). De fleste av disse formene vil opptre periodisk før de viskes ut, men de kan også bevares over år særlig hvis de er lokalisert lengst inne på stranden.

Påvirkning fra havis er ikke bare begrenset til strandsonen. Dens effekt kan sees i varierende dybder offshore. Former som "skuringsstriper" og rygger parallelt med stranden er vanlige. Fast-is isolerer stranden effektivt mot bølge-erosjon. I områder med mye fastis vil derfor stranden påvirkes minimalt. Selv om sommeren med sporadisk fastis vil bølgenes angrepsområde kunne minkes, og dermed redusere effekten av havbølgenes erosjon. Idet havis fryser til stranden innkorporeres sedimenter til isen. Under tining og oppbrekking av isen kan dette materiale ofte transporteres bort fra stranden eller ved stor bølgeaktivitet føres lenger opp.

Snø

Snø virker på samme måte som fast-is, beskyttende på strandsonen. Ofte kan snøleier bli liggende langs stranden hele sommeren igjennom. Smelting av snø er på den annen side med på å gjøre frostforvitringen mer effektiv. Sjøvann som fryser danner svake bindinger mellom is-molekylene og overfører i liten grad spenninger til bergarten. Frostforvitring er med andre ord mer effektiv i de tilfeller hvor det er tilgang på fersk-vann fra snøleier eller permafrost.

Strømforhold, tidevann, bølgeaktivitet

Det arktiske hav er gjennom store deler av året helt eller delvis dekket av havis og påvirkes lite av de store vind-systemene. Arktis domineres av små tidevannsforskjeller, langsomme havstrømmer og lavenergi bølger. Bølgeaktiviteten er likevel svært viktig langs den arktiske kystlinjen med transport og akkumulasjon av sedimenter. Lokale stormer, spesielt om høsten vil ofte kunne resultere i stor omarbeiding av stranden.

Sedimenttransport fra elver

Avrenning fra elver er sesongbetont i arktis. Stor vannføring i sommersesongen tilfører store sediment-mengder til havet. Disse sedimentene inngår i utviklingen av løsmaterial-strender og dannelse av elvevifter og delta langs kysten. Nær 90% av løsmaterialet i stredene tilføres fra sedimenttransport i elvene og massebevegelse i det aktive laget om sommeren (Komar 1976).

EROSJON OG AKKUMULASJON

Strender i arktis er ofte utsatt for en hurtig tilbakeskridende erosjon. Lewellen (1979) har målt over 10m/år langs deler av Alaskas kyst og Arè (1980) har målt 50m/år langs deler av den Sibirske kyst og 7-9m/år utenfor Canada.

Akkumulasjon av materiale forekommer som oftest i form av dannelse av elvevifter, delta, strandvoller, barriereøyer, sandodder (spits) og revler (offshore bars).

Erosjon

Harper (1978) har inndelt ulike kystskrenter i løsmateriale etter hvordan de dannes (figur 7a).

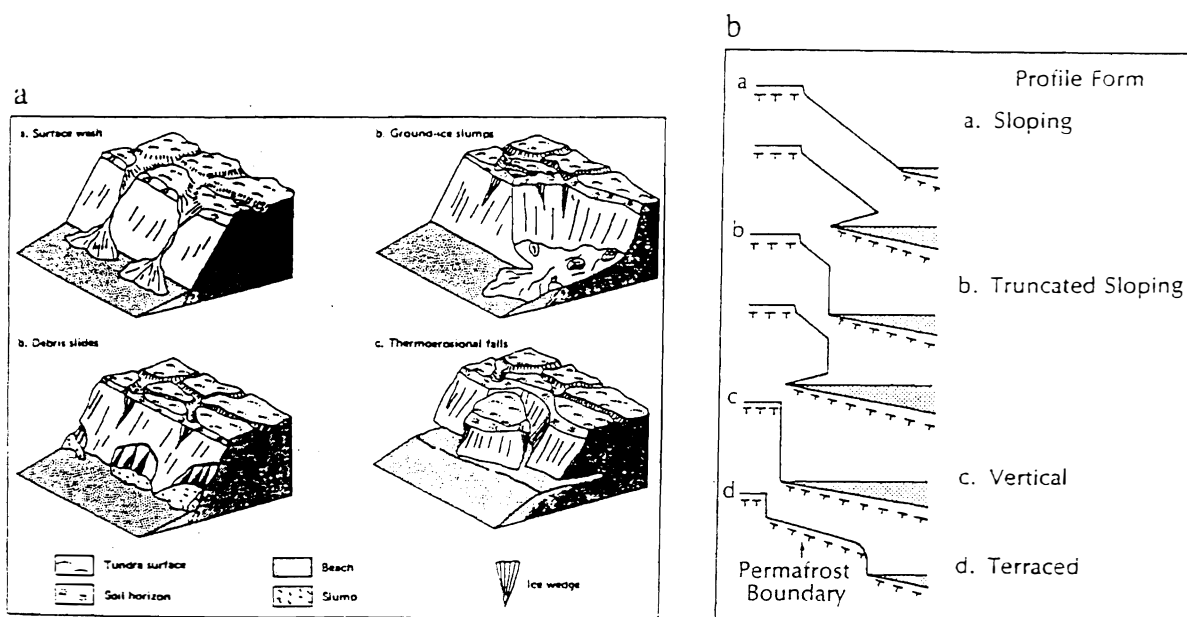
a) Kystskrenter dannet ved massebevegelse i det aktive laget. I forbindelse med snøsmelting og regn vil vannmettete sedimenter sige nedover skråningene.

b) Kystskrenter dannet ved skred i løsmateriale (debris slides). Skrentene forekommer hvor overflate-laget tiner og faller ut som følge av undergraving fra bølgene.

c) Kystskrenter dannet ved utrasning av sedimenter som følge av smelting av permafrosten langs svakhetssoner som f.eks. iskiler. Når sprekke utvides vil større områder kunne rase ut.

d) Kystskrenter dannet ved at jordbunnis smelter og vannmettet materiale sklir ned skråningene. Skredene initieres når bølgeaktiviteten undergraver skråningene og forekommer sporadisk.

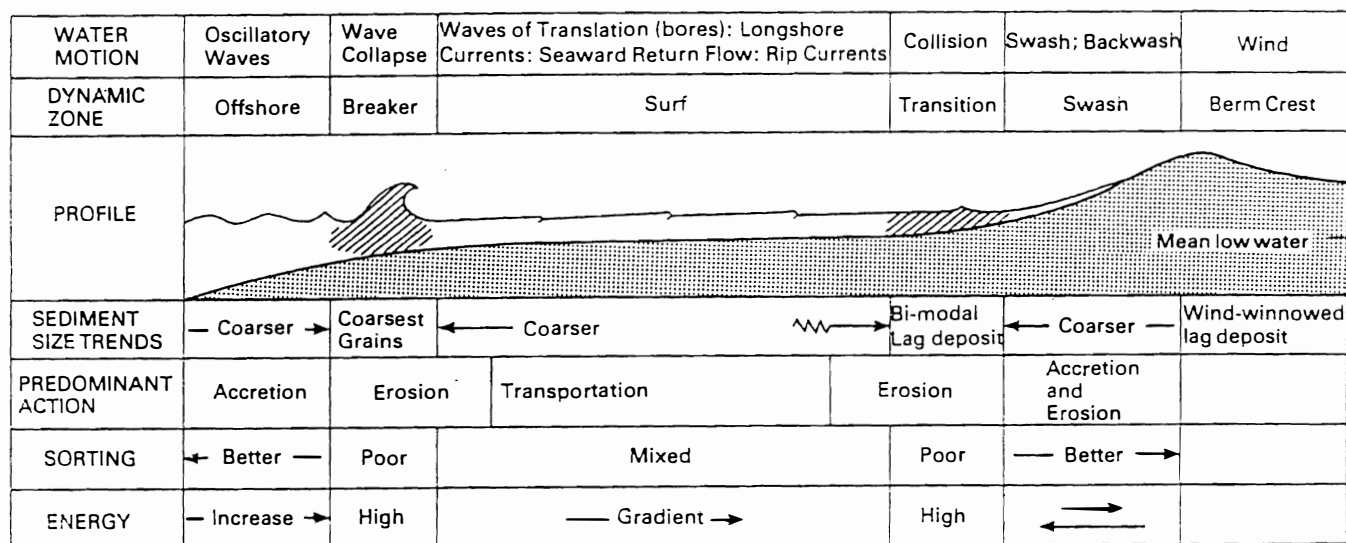
Arè (1980) deler inn skrenter i løsmateriale langs den arktiske kyst i fire ulike typer (figur 7b) avhengig av morfologi: a) slak skråning, b) undergravd skråning c) vertikal skråning og d) terrasseskråning. Skrentene deles dessuten inn etter om de er aktive eller fossile former. Utviklingen av de fire skrent-typene og deres skråningsvinkel bestemmes av rasvinkelen til sedimentene. Rasvinkelen er avhengig av sedimentets kornstørrelse, sortering og hvor mye is det er i permafrosten.



Figur 7 Utvikling av ulike skrenter etter Harper (1978) og Arè (1980).

Akkumulasjon

I internasjonal terminologi er en strand (beach) en akkumulasjon av løsmateriale i sonen fra der bølgene begynner å bevege finmaterialet på havbunnen til det øverste punkt bølgene bearbeider land under pålandsstormer (Klemsdal 1979). Strender kan inneholde alle kornfraksjoner fra fin sand til blokker. Ofte består strandmaterialet av sand og stein uten de mellomliggende fraksjonene. I glasiiale og periglasiiale områder dominerer ofte grovere materiale. Strandprofilen er avhengig av løsmaterialets sammensetning, tidevannsforskjeller og bølge-regime. Figur 8 viser et profil av en strand. Den øvre delen består ofte av en horisontal til lett skrånende flate. Denne kan mangle på grove grus og stein-strender. Helningen på selve stranden kan variere mellom 2° og 20° avhengig av kornstørrelsen. I grovere materiale utvikles ofte et brattere profil. Dette skyldes stor permeabilitet i de grove strandsedimentene. Bølgene trenger lettere ned i materialet og gir mindre vann i nedskyllet. Dermed reduseres evnen til å transportere de grovere kornstørrelsene tilbake. I områder med store og bratte bølger vil stranden likeens ha mindre gradient ettersom disse bølgene beholder mye av energien i nedskyllsfasen. Under stormer vil grovere materiale kunne transporteres langt inn på stranden. En strand kan bygges ut fra land som en rett, lang tange og kalles da en sandodde eller en steinodde (spit). Avsnører sandodden en sjø eller grunn bukt (lagune) mellom seg og land kalles den en barriere (Klemsdal 1979). Løsmaterialstrendene er i stadig utvikling og det er store variasjoner mellom sommer og vinterprofilene.



Figur 8 Tverrprofil av en løsmaterial-strand etter Ingle 1966.

BESKRIVELSE TIL KYSTKARTSERIEN

Tolkning

Tolkning av kystgeomorfologi og strandmaterialets kornstørrelse ble gjort ved hjelp av flyfotostudier. Flyfotoene ble utlånt fra Norsk Polarinstittutt's arkiv. De eldste fotoene som ble benyttet er fra 1936 og de yngste fra 1990. Bilder fra 1969, -70 og -71 dekker de største områdene innenfor kartene. Målestokken på flyfotoene varierer mellom 1:15000 og 1:50000.

Tolkningene ble overført til det topografisk kartgrunnlaget i målestokk 1:100000. Kystlinjen ble delt inn i fortløpende nummererte segmenter avhengig av geomorfologi og kornstørrelse på den aktuelle strekningen. Figur 9 viser hvordan tolkningene (med tilleggs-registreringer som ikke forekommer på de trykte kartene) ble ført i skjema. Tilleggs-registreringene er tenkt brukt i en kystdatabase hvor eventuelle sårbarhets-analyser kan foretas, se appendix B. Tolkningene ble, i den grad det var mulig, kontrollert med opptak fra helikopter. Videoene ble tatt opp i 1984, -85, -86 og -87 og er av varierende kvalitet.

Nr.	Stedsnavn:														Kartblad:								
Flybilde	Sone	Strandtype	Kornfordeling	Bredde strand	Gradient strand	Relieff strand	Skrent høyde	Gradient skrent	Abrasjonsplattform	Delta Lagune	Bærrière	Strandvoll	Bakland materiale	Relieff bakland	Hevede strandvoller	Lommestrand	Tidevannsflate	Drivtømmer	Tangvoller	Is på stranda	Brefront i havet		

Figur 9 Skjema for registreringer ved flybildetolkning.

KYSTGEOMORFOLOGI

Bergstrand

Med bergstrand menes det en småkupert flate i fast fjell. Den er godt utviklet en rekke steder på Svalbard (Kong Karls Land, Bjørnøya, Akseløya, vestkysten av Grev Jarlsberg Land, Mitrahalvøya, Tusenøyane og vestkysten av Prins Karls Forland). I disse områdene er også strandflaten godt utviklet. Bredden av bergstranden varierer fra noen få meter til nærmere 20m. I de fleste områdene finnes det løsmateriale (sand og stein) på bergstranden. Løsmaterialet vil fungere som slipemiddel i den videre utforming av stranden. Blir bergstranden bred nok vil den beskytte eventuelle bergskrenter i bakkant mot videre bølgeerosjon. Det antas at de fleste bergstrender må ha utviklet seg gjennom flere perioder av pleistocen mens havnivået har vært omtrent som i dag. Samtidig antas at periodiske hevinger av havnivå må til for å opprettholde bølgeangrepet på bergskrenten. Er høyden på bergstranden mer enn 2m o.h. klassifiseres den på kartene som lav bergskrent.

Løsmaterialskrent, høy og lav

Med løsmaterialskrent menes det skrenter dannet av bølgeerosjon i løsmateriale. Helningen varierer fra 20° og opp til materialets rasvinkel. På kartene er det skilt mellom høy og lav løsmasseskrent. Høy skrent er mer enn 10m og lav er mellom 2 og 10m o.h.

Det finnes en rekke overgangsformer mot skråninger og terrasse-skråninger (helningsvinkel mindre enn 20°) som ikke er avmerket på kartbladene.

Bergskrent, høy og lav

Bergskrenter er dannet ved bølgeerosjon i fast fjell. Skrentene markerer den indre grensen for erosjon i strandsonen. Bergskrentens morfologi bestemmes dels av prosesser som frostforvitring, dels av den marine erosjonen og dels av bergartens litologi og struktur. Utviklingen av høye og bratte bergskrenter favoriseres av motstandsdyktige horisontalt lagdelte sedimentære bergarter og av grove vulkanske bergarter. Bergskrenter finnes langs hele kysten av Svalbard. Skrentene kan mange steder være delvis dekket av rasmateriale og det er vanlig med en strandbrem av grovt materiale langs foten av den. Helningen på skrentene varierer mellom ca 20° og 90°. Det er skilt mellom høy og lav bergskrent, hvor høy er over 10m og lav er mellom 2 og 10m o.h.

Raskjegler

Raskjegler er en kjegleformet avsetning av materiale langs de nedre deler av høye bergskrenter. Større og mindre blokker løsner ofte ved frost-forvitring og raser ned skrenten. Raskjegler består for det meste av grove kantete bergartsfragmenter, men kan også inneholde finmateriale. Bølgene vil kunne forårsake basalerosjon av kjeglene. Aktive raskjegler vil imidlertid tilføres nytt materiale fra bergveggen i

bakkant. Raskjegler finnes ofte i områder med nær horisontalt lagdelte sedimentære bergarter. Opphavet til ras materialet finnes i lagene med mindre motstandsdyktige bergarter.

Strandvoll

Strandvoller er lave rygger av strandmateriale. Materialet er brakt på plass av bølger og havstrømmer. De finnes enten som aktive former i dagens strandsone eller som fossile rygger/voller dannet i tider med høyere havnivå. På kartene er det bare de aktive strandvollene som er markert. Strandvoller bygges gjerne opp under stormer. De dannes i bakkant av stranden utenfor rekkevidde av vanlig tidevann og normale bølger. Kornstørrelsen i vollene varierer etter bølgereregime og den lokale geologi.

Brefront i sjøen

Der breene går ut i sjøen er brefrontene markert med et eget symbol. På Svalbard er det omlag 150 breer som ender i havet. Høyden på brefrontene varierer fra ca 20 til ca 150m o.h. Fra disse brekker (kalver) det av isfjell som flyter ut i fjorden. Brefrontenes posisjon varierer såvel sesongmessig som årlig. På kartene er kjente posisjoner fra satelittbilder og flybilder for ulike år inntegnet.

Rauker

Rauker er isolerte erosjonsrester av fast fjell langs kysten. Utenfor Bjørnøya finnes flere med høyde opp til ca 200 m. Brenningshull og nisjer i bergskrentene langs kysten vil ofte være første stadie i utvikling av rauker. Slike begynnende former finnes en rekke steder blant annet ved Kongsfjorden.

Delta

Et delta er en flat vifteformet avsetning ved munningen av en elv. Delta dannes ved at sediment-tilførselen er større enn det tidevann, bølger og strømmer kan transportere bort. De store deltaene er knyttet til elvesystemer med stor sedimenttransport. I det elva når havet vil ellevannet spres utover samtidig som hastigheten avtar. Det grove bunntransporterte materiale avsettes umiddelbart mens avsetning av det suspenderte materialet avhenger av den relative tetthet mellom ellevannet og havet. På Svalbard er ellevannet lettere (brakt og varmt) enn havvannet. Ellevannet spres dermed ut nær havoverflata som en strøm og kan flyte langt ut i fjordene.

Lagune

En lagune er en langstrakt grunn sjø som helt eller delvis er adskilt fra havet av en barriere (strandvoll eller sandodde). De fleste lagunene på Svalbard er dannet bak barrierer av grovt strandmateriale. Dannelsen av laguner er avhengig av en rekke faktorer som bølgereregime, materialtilførsel, havstrømmer som beveger materiale langsmed stranden, og liten vanddybde. Innenfor kartene er det 24 større laguner. En rekke mindre er ikke inntegnet på kartene.

Tidevannsflate

En tidevannsflate er et flatt område som avhengig av tidevannet ligger dels over og dels under havoverflaten. Flaten er gjerne bygget opp av finkornige sedimenter som silt og leire. Det utvikles gjerne et nett av elver og kanaler på overflaten.

Leire og fin-silt som føres med ferskvannet ut på flaten vil fnokkulere til større aggregater når de treffer saltvann. Partiklene kan avsettes på tidevannsflaten som langsomt bygger seg opp over normalt tidevannsnivå.

Is på stranda

Is i strandsonen er fastis, eksponert is i iskjernemorener eller blottlagt jordbunnis. Kartlegging ble først og fremst foretatt ved hjelp av videoene og utbredelsen er derfor avhengig av fotograferingsår. Havis og isfjell på stranden ble ikke kartlagt da forekomsten er svært temporær.

Tørrfall

Tørrfall er den del av kysten som ligger i dybdeområdet fra 0.5m under laveste lavvann til middel høyvann. Symbolet for tørrfall er overført direkte fra Norsk Polarinstitutt topografiske kartgrunnlag i 1:100000.

Morene

Morene avmerket på kartene er materiale som ligger foran og på dagens breoverflate. Materialet er transportert av breen. Symbolet for morene er direkte overført fra NP's topografiske kartgrunnlag i 1:100000.

STRANDMATERIALETS KORNFORDELING

Tre hovedfaktorer påvirker midlere kornstørrelse på strandmaterialet: sedimentkilden, bølger regime og gradienten på stranden.

Leirstrand

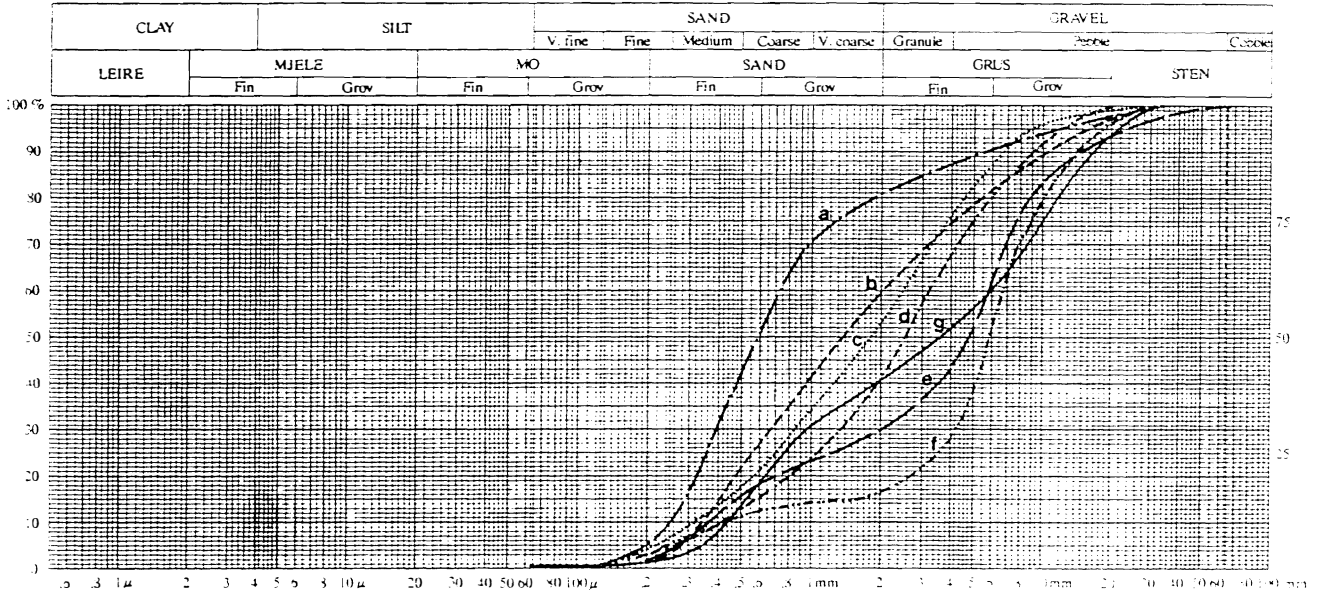
Leirstrand er en strand bygget opp av sedimenter finere enn 0.002mm. Leirstranden har liten gradient og en lite utviklet strandbredd. Siden stranden er bred og flat vil bølgene bryte langt ute og påvirker dermed i liten grad selve stranden. Tidevannskanaler dannes ofte på de svakt skrånende leirstrendene. Rene leirstrender er lite utbredt på Svalbard.

Sandstrand

Sandstrand består av sedimenter med kornfraksjon mellom 2mm og 0.063mm. Sandstranden består ytterst av en akkumulasjon av sand med bølgeslagsmerker. Videre innover er det rygger og forsenkninger parallelt med strandlinjen. En svakt skrånende flate fortsetter der oppskyll og nedskyll bearbeider og transporterer løsmassene. I den nedre delen akkumuleres det groveste materialet i nedskyllet. Sandstrender består av godt sortert materiale. Strandbredden er ofte nær horisontal mens overgangen mot baklandet kan være en jevn eller bratt kant. Figur 10, kurve b viser en kornfordelingskurve for en

sandstrand (Sørbel et al. 1990 og Tolgensbakk in prep.).

UNIVERSITETET I OSLO
GEOGRAFISK INSTITUTT



Prøve a - f Brøggerhalvøya
Prøve g Gipsvika

Figur 10 Kornfordelingskurver for strandmateriale fra Kongsfjorden og Gipsdalen etter Sørbel et al. 1990 og Tolgensbakk in prep.

Sand og steinstrand

Sand og steinstrand består hovedsakelig av kornfraksjoner fra sand og steinmateriale (64-256mm). Den mellomliggende grusfraksjonen (2-64mm) vil ofte mangle.

Liknende former som opptrer på sandstranden vil også forekomme på en sand og steinstrand. Men på grunn av innslaget av grovere materiale vil den ha en brattere gradient. Ved den øvre grensen som stormbølgene påvirker stranden vil det kunne dannes en rygg av stein, en stormvoll. Sand og steinstrand er den vanligst forekommende løsmaterialstrand på Svalbard. Figur 10 kurve a og b viser kornfordelingskurver for sand og steinstrand.

Sand og steinstrand med enkeltblokker

Sand og steinstrand med enkeltblokker vil i hovedsak være lik den foregående men inneholder i tillegg blokker større enn 25 cm. Blokkene er enten falt ned fra fjellssidene bak eller de kan være vasket ut av morenematerialet i strandsonen.

Blokkstrand

Blokkstranden har vanligvis størst gradient av de foran nevnte strand-typene. Den består nær utelukkende av stein og blokk mens det finere materiale som sand, silt og leire er vasket vekk.

KYSTFORMER, REGIONALT FORDELINGSMØNSTER

Kysten langs Svalbard kan deles inn i to større landskaps-typer, strandflate og fjordkyst.

Strandflaten kjennetegnes av en småkupert, ujevn flate vesentlig utformet i fast fjell. Den kan deles i en undersjøisk del og i en skjærgårdssone. Mot land ender strandflaten som oftest i en markert skråning 40-100m o.h. mens den avsluttes ut i havet med en tilsvarende bratt skrent på 40-100m's dyp. Rundt Svalbard finnes strandflaten hovedsaklig langs vestkysten. Spesielt på Kong Karls Forland, men også på Nordenskiöldkysten, ved Sørkapp og i Hornsund er den godt utviklet.

Strandflatens dannelselse er omdiskutert, men antas å være dannet i tertiær som et resultat av marin og glasial erosjon (Nansen 1922).

En rekke store fjordsystemer skjærer seg inn i landblokken på Spitsbergen. På vestkysten danner Hornsund, Van Mijenfjorden, Van Keulenfjorden og Isfjorden fjorder med øst-vestlig utstrekning. På nordspissen av Spitsbergen skjærer fjordarmer som Magdalenefjorden, Wijdefjorden og Woodfjorden seg i nord-sørlig retning. Tverrprofil av fjordene viser glasiiale U-former med mer eller mindre steile og markert fjellsider. Selv om fjordene har et glasialt preg domineres dagens fjellsider av fluviale prosesser. Lengdeprofilene av fjordene er ofte ujevne med bassenger og terskler, ofte med en markert terskel i fjordmunningen.

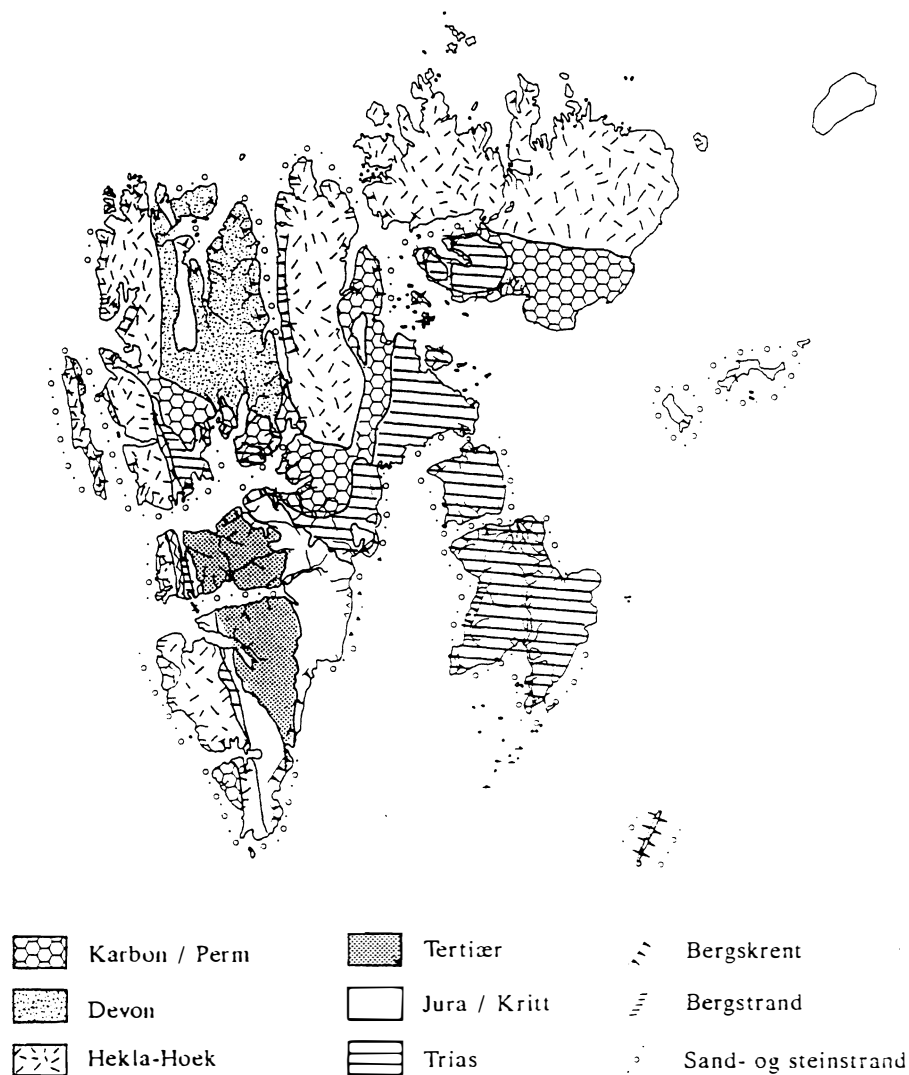
Figur 11 viser den prosentvise utbredelse av de ulike kystformer og kornstørrelsen på strandmaterialet innen de 8 kartbladene. Omlag 77% av den kartlagte kystlinjen er dekket av løsmateriale, mens omlag 12% består av bre. Bare ca 11% av kysten er bergskrent eller bergstrender uten løsmateriale. Utvikling av de ulike kystformer er som tidligere nevnt avhengig av en rekke faktorer. I det følgende vil det bli gitt en grov oversikt over det regionale fordelingsmønster av kystformene sammenholdt med berggrunnen på Svalbard.

En diskusjon av fordelingsmønsteret av ulike løsmaterialskrenter avhengig av dannelsesmåte (side 13) er vanskelig uten nærmere feltbefaring, og vil derfor ikke bli omtalt. Det samme gjelder fordelingsmønster i forhold til permafrost, havis og fastis.

Vulkanske bergarter, de fleste metamorfe bergarter og noen kalksteiner er svært motstandsdyktige mot erosjon. Områder langs kysten med slike bergarter vil danne odder og nes. Hecla-Hoek komplekset og doleritt-intrusivene er eksempel på motstandsdyktige bergarter. De finnes blant annet langs kysten i nord (figur 9 og 12) hvor abrasjonsskrenter og bergstrender er vanlige kystformer. I kontrast står sandstein, skifer og andre sedimentære bergarter. De fleste bergartene fra jura, kritt og tertiær er eksempel på mindre motstandsdyktige sedimentære lag. Disse bergartene finnes langs store deler av Svalbard, hvor løsmaterialet dominerer i strandsonen. I områder med mer motstandsdyktige horisontalt lagdelte sedimentære bergarter vil en ensartet kystlinje kunne utvikles. De høye bergskrentene ved Kvalpynten og Negripynten på Edgeøya er et eksempel på slike motstandsdyktige sedimentære bergarter fra trias.

	B5 (%) Sør- kapp	B4 (%) Bell- sund	C4 (%) Edge- øya	A3 (%) Forland sundet	B3 (%) Storfj. Nord	C3 (%) Olga- stretet	A2 (%) Woodfj	B2 (%) Hinlop- stretet	total 8 kart (%)
leir *	-	1	3	1	1	-	-	1	1
sand *	7	2	8	1	1	2	1	1	2
sand & stein *	62	61	55	86	56	88	40	56	60
sand, stein & blokk*	5	3	3	1	11	4	39	13	11
blokk*	2	1	2	-	2	1	3	2	2
kyst * uten løsmat.	8	18	14	1	15	-	6	14	11
bergstr	2	7	14	14	4	8	11	7	8
lav løsm. skrent	2	6	-	3	2	3	2	5	3
høy løsm. skrent	1	1	-	1	2	1	3	5	2
lav bergskr	3	3	6	20	18	10	15	22	13
høy bergskr	16	1	17	6	8	11	24	10	9
ras- kjegler	-	4	0.5	-	3	0.3	3	2	2
strand- voller	13	17	23	17	10	17	6	10	14
bre- * front	16	14	15	10	14	5	11	14	12

Figur 11 Utbredelse av ulike kystformer og løsmateriale. Tallene gir kun en grov oversikt over den prosentvise fordeling. * sum=100%



Figur 12 Generalisert fordeling av kystformer rundt Svalbard sammenholdt med geologi.

Bergartens litologi påvirker utviklingen av kystlinjen. Strøkretning normalt på kysten og/eller vertikal helning på lagene vil resultere i vekslende partier med nes og bukter. De motstandsdyktige lagene danner oddene avbrutt av lommestrender hvor mindre motstandsdyktige bergarter møter kysten. På grunn av bølger refraksjon og bølger regime konsentreres energien på de motstandsdyktige oddene for så å spakne inn i buktene. Dette reduserer økt erosjon i buktene (Komar 1976). Flere steder langs Spitbergen finnes det slike odder med mellomliggende lommestrender. Ligger lagene i bergarten nært parallelt med kystlinjen og samtidig heller mot sjøen vil undergraving av svakere lag med påfølgende skred og utrasing av bergartsblokker kunne inntreffe.

OLJEFORURENSNING AV ARKTISK KYST

Omfanget av en eventuell oljeforurensning avhenger av flere faktorer som oljemengde, oljens sammensetning, strømforhold, værforhold, kornstørrelsen av strandmaterialet og ulike landformer og biotoper. Oljens horisontale og vertikale fordeling på stranden vil være av stor betydning for opprenskningsarbeidet.

Olje i strandsonen vil kunne vaskes vekk av bølger og tidevann. Oljen vil også kunne absorberes i sedimentene. Ved pålandstormer vil oljen ofte transporteres opp til øvre stormnivå på stranden (Sveum 1987a).

Olje i strandsonen vil utsettes for naturlig biologisk nedbrytning. På grunn av oljens lave innhold av nitrogen og fosfor vil nedbrytningshastigheten i stor grad begrenses av tilgangen på disse næringstoffene i arktis.

I arktiske områder vil strendene fryse til om vinteren. Dette isdekket i kombinasjon med permafrost vil danne en felle for oljen. Oljen vil overvintre i strandsedimentene og først kunne fjernes neste sommer.

Som nevnt er nedbrytning av olje avhengig av oljetypen. Råolje trenger lenger ned i sedimentene enn oppblandet olje. Men nedtregningen kan hindres av et tett lag av visnet vegetasjon og høyt vanninnhold i sedimentene.

Høyenergi-strender vil ha en viss selvrensende evne. I utgangspunktet er slike strender biologisk lite utviklet. Men idet tang og tare skylles i land vil den råtnende tangen gi grunnlag for en rik evertebratfauna og planteproduksjon. Olje som driver i sjøen skylles i land på de samme steder som tangvollene dannes. Det biologisk viktige systemet som er knyttet til tangvollene er derfor særlig utsatt for oljesøl. Men viktige biologiske systemer finnes også utviklet på lavenergistrender. På grunn av liten bølgeaktivitet vil disse strendene ha en liten selvrensende evne. Samtidig benyttes strendene i stor grad av fugler som gjess og ender.

Oljeforurensning av tangvoller og lavenergistrender representerer dermed et betydelig fysisk forurensningsproblem for alt høyere dyreliv som naturlig krysser grensen mellom det marine og det terrestriske miljø (Sveum 1987b).

Tangvoller utgjør ved siden av fuglefjell de mest produktive områder med hensyn til evertebrater på Svalbard og er derfor også viktige systemer i næringskjedesammenheng.

Opprenskning av olje på strand er arbeidskrevende og kostnadsintensivt. I mange tilfeller vil en opprenskningsaksjon ikke være mulig uten at stranden ødlegges. Dette gjelder særlig når oljen har trengt ned i sedimentet og er mer eller mindre utilgjengelig (Sveum 1987a). En rekke opprenskningsmetoder kan anvendes for å fjerne oljesøl fra strendene. Først og fremst er strendenes selvrensende evne viktig. Mekaniske opprenskningsmetoder kan innbefatte spyling med sjøvann, spyling med varmt vann under stort trykk eller manuell opprenskning. Videre kan nedbrytningshastigheten av oljen påvirkes ved biologiske eller kjemiske hjelpemidler.

Prosjekter hvor aksellerering av nedbrytningshastigheten ved hjelp av gjødsling er utprøvd. Gjødslingen kompensere for manglende innhold av næringsstoffer i oljen og i strandsonen. Effekten av gjødslingen er avhengig av oljetype, habitat og gjødselstype (Sveum 1987a). Andre tiltak som tilførsel av organiske absorpsjonsmidler for å øke oksygen diffusjonen inn i det forurensende området og for å holde oljen tilbake på stranden er også utprøvd (Sveum 1987b).

Sårbarhet av ulike strandtyper med hensyn på oljeforurensning

Strandsedimentenes fysiske egenskaper har stor betydning for strendenes sårbarhet i forbindelse med oljeforurensning. Forskjellige parametere som kornstørrelse, kornfordeling, pakningsgrad, porøsitet og permeabilitet benyttes for å beskrive disse egenskapene.

Kornstørrelsen i materialet analyseres ved å foreta sikte og slemmeanalyser. Deretter berignes hvor stor prosent av hver kornstørrelse prøven inneholder. I Norge inndeles gjerne kornstørrelser etter et system utarbeidet av Selmer-Olsen (1954) med blokk, stein, grus, sand, silt og leir fraksjoner. Kornfordeling/sortering av materialet angir om dette inneholder en sterkt dominerende kornstørrelse.

Strandmaterialet er et eksempel på godt sortert materiale. Men strandmaterialet vil også kunne inneholde lag med vekslende kornstørrelser.

Pakningsgrad uttrykker hvor tett sammenkittet sedimentet er og gir dermed også et mål for porøsiteten. Høy pakningsgrad finnes i sedimenter med flere kornstørrelser slik at finstoffet kitter igjen alle hulrommene mellom de grovere partiklene. Pakningsgraden vil kunne øke hvis sedimentet belastes på overflaten.

Porøsitet angis gjerne i prosent og er et uttrykk for andelen av hulrom (porer) i sedimentet i forhold til hele volumet.

Permeabilitet angir porerommes størrelse og dermed sedimentets gjennomtrengelighet. Store porerom gir høy permeabilitet. Leirer med små porerom har lav permeabilitet.

Leirstrand

Oljen trenger i liten grad ned i stranden på grunn av lav permeabilitet. Dette sammen med lett framkommelighet gjør opprensningen relativ enkel. Det rike invertibratliv som forekommer på leirstrendene er imidlertid meget sårbar for oljeforurensning. Leirstrendenes slake gradient og store utstrekning (tidevannsflater) kan medføre forurensning av store arealer ved høyvann.

Sandstrand

Sandig strandmateriale er mer permeabelt enn leirholdig materiale. Oljen vil derfor lettere kunne trenge ned i disse sedimentene. Strandsonen kan imidlertid være tett pakket ved en blanding av store og små sandkorn (bimodal kornfordeling). I disse tilfellene vil oljen lettere bli liggende på overflaten. Bølgene vil kunne transportere mesteparten av

oljen opp til høyvannsmerket hvor den kan samles opp manuelt.

Sand og steinstrand

På strender med stort innslag av stein er permeabiliteten større og oljen vil lett trenge ned i sedimentene. I områder med stor akkumulasjon av materiale vil oljen dessuten overlages av nye sedimenter. Opprensning av strendene er vanskelig.

Sand og steinstrand med enkeltblokker

Lagring og opprensning av olje som for sand og steinstrand. Oljen fester seg i tillegg til de større blokkene som samtidig gir dårlig fremkommelighet på stranden. Opprensning av disse strendene er vanskelig.

Blokkstrand

Materialet i en blokkstrand har meget høy porøsitet og permeabilitet og oljen trenger lett ned. Samtidig vil oljen feste seg til de store blokkene og opprensningsarbeidet er vanskelig.

Løsmaterialskrenter, høye og lave

Sand og steinmateriale med blokker dominerer på strender med løsmaterialskrenter. Stor permeabilitet, stadig tilførsel av nytt materiale fra skrentene og ofte vanskelig adkomst fra land gjør disse strendene sårbare og opprensningsarbeidet vanskelig.

Raskjegler

består av grove blokker i strandsonen. Som for blokkstranden trenger oljen lett ned i sedimentet. Vanskelig adkomst fra land vil ofte vanskelig-gjøre opprensningsarbeidet.

Bergskrenter, høye og lave

I områder med stor bølgeaktivitet vil oljen ikke få anledning til å feste seg til fjellet, men holde seg flytende i vannet. Ved en eventuell oljetilgrising vil bergskrenter uten løsmateriale relativt raskt kunne vaskes rene igjen. På mer beskyttede strender vil oljen lettere kunne feste seg. Oljen vil vanskeligere vaskes bort av bølgene og slike områder er derfor sårbare.

Bergstrand

Bergstrand uten løsmateriale vil relativt lett vaskes ren av bølgene. Mekanisk opprensning i form av spyling vil også kunne utføres. Bergstrand med løsmateriale vil generelt opptre som de ulike løsmaterialstrender. Mindre mektigheter på materialet vil kunne gjøre opprensningsarbeidet noe enklere.

Brefront i sjøen

Oljen fester seg i liten grad til brefronten og den vil relativt lett vaskes ren av bølgene. Noe olje kan fryse til breisen og føres med isfjell bort fra forurensingsområdet.

EVALUERING OG FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

EVALUERING

Det vil her gis en kort omtale av de erfaringer som undertegnede har gjort i forbindelse med arbeidet med kystkartserien.

Kartografisk utarbeidelse av kartene.

* I kystkartprosjektet gikk opptil 60% av tiden med til utarbeidelse av kartgrunnlaget. For fremdriften av temakartserien var dette en forsinkende faktor.

* Kartbladinndelingen som ble foretatt i startfasen viste seg uhensiktsmessig. Inndelingen ble derfor forandret underveis, noe som også er svært uheldig for en kartserie.

* Figur i legenden: kartbladinndeling med databasehenvisninger. Figuren henviser til en database som ikke eksisterer på det nåværende tidspunkt.

* Inndeling og klassifikasjon av de ulike geomorfologiske former og kornfordeling av løsmateriale synes lite gjennomtenkt i utgangspunktet og en rekke forandringer ble foretatt.

-Barriere ble erstattet med strandvoll. Barriere brukes i geomorfologisk terminologi bare for strandvoller/sandodder som demmer opp laguner.

-Kystklippe i fast fjell ble erstattet med bergskrent.

-Symbol for rauker ble innført da dette er en svært vanlig form rundt Bjørnøya.

-Symbol for raskjegler ble innført da også disse er vanlige langs hele kysten.

-Symbolet for brefront i sjøen ble forandret for å forbedre det kartografiske inntrykket.

-Symbolene for strandmaterialets kornstørrelser ble forandret slik at det følger standard for norske kvartærgeologiske kart. I utgangspunktet var symbolene for leirstrand og sandstrand dessuten vanskelige å skille fra hverandre.

* På kartene er det ikke skilt mellom de områder, hvor løsmaterialet danner en strandfot foran skrentene og de områder hvor løsmaterialet dekker skrentene uten noen markert strandbrem. Innføring av et eget symbol for løsmaterialstrender i tillegg til kornstørrelsene ville ha skilt mellom de to forekomstene av løsmateriale.

* Steinbreer og elvevifter burde vært representert på kartene da dette er landformer som finnes mange steder langs kysten av Svalbard.

* På kartene er det symbol for tørrfall, delta og tidevannsflater. Disse formene kan overlape hverandre i såvel utseende som utbredelse og dannelsesmåte. Et samlet symbol for de tre formene burde vært innført (f.eks. tidevannsflate).

* Ved utarbeidelsen av kystkartserien burde farge-sammensetningen vært bestemt entydig for det første kartbladet. I kartserien ble brunfargen blandet ved hjelp av svart, gul og rød i et uspesifisert forhold. For hvert nytt kartblad ble derfor fargetilpasningen avhengig av trykkerens evne til å finne den samme blandingen.

Tolkning/temainformasjon

* Det er pekt på dårlig gjennomtenkt forarbeide i det foregående. Dette gjelder også videoopptakene fra helikopter. Redigering av videoene er ikke foretatt pr. 31.1.92 og stedsangivelse finnes kun for start og slutt punkt. I utgangspunktet burde videoene vært et godt hjelpemiddel ved tolkning av kystformer, siden undertegnede ikke hadde mulighet til å sjekke/kalibrere flybildetolkningene ved eget feltarbeide. Men videoene ga ofte liten detalj-informasjon og var i denne sammenheng til liten nytte.

* Tolkning av ulike kornstørrelser er svært vanskelig uten feltarbeide. Sporadisk feltbefaring ble foretatt av andre enn den som utførte tolkningene og tolkningene er derfor forbundet med stor usikkerhet. Liten målestokk på flybildene, gamle bilder og partier med skygge og fastis/snø gir i tillegg store usikkerhetsmarginer.

* Utarbeidelsen av kystkartene ble foretatt under konstant tidspress. For hvert kartblad burde det likevel vært avsatt tid for en enkel beskrivelse/oppsummering av den tematiske informasjonen. Dette for bruk i databasen og for den endelige rapporten.

* En begrensende faktor i arbeidet var undertegnedes manglende erfaring i begynnelsen. Uten tålmodig veiledning fra Overing. Jon Tolgensbakk ved GI ville ingen av "forbedringene" ha blitt gjennomført. Samarbeidet med Inpektør Bjørn Arnesen, NP angående navnsetting var også til stor hjelp, det samme gjaldt kartavdelingen ved NP.

Sett i ettertid ville det vært ønskelig med et større engasjement og oppfølging fra styringsgruppens side underveis.

FORSLAG TIL VIDERE ARBEIDE

Kysten i nord-øst er ikke kartlagt. Denne strekningen bør tolkes og tilrettelegges på 1:100000 kart for å ha en fullstendig dekning av kystlinjen.

I et videre arbeide vil det regionale fordelingsmønster av de ulike strandformer og strandtyper kunne kartlegges bedre. Med oppbygging av en GIS-enhet vil fordelingsmønsteret kunne trekkes ut fra databasen. De regionale variasjonene vil samtidig kunne undersøkes med hensyn på en rekke parametere som geologi, utbredelse av havis, landkall, bølger regime, permafrost osv. Dette vil kunne bearbeides fra databasen, men vil også kreve mer detaljert kartlegging i felt. En utvidet systematisk beskrivelse av kystformer og løsmateriale (kornstørrelse, pakningsgrad, porøsitet og permeabilitet) fra en rekke typelokaliteter bør samtidig foretas. Strandprofiler med undersøkelser av løsmaterialets sammensetning og andre fysiske og kjemiske parametere vil gi nødvendige opplysninger til bruk i sårbarhetsanalyser og for nærmere studie av kystprosessene.

Endring av kystgeomorfologien over tid vil kunne undersøkes i sammenheng med flybildestudier. En rekke typelokaliteter fotografert i ulike år (f.eks. 1969, 1970, 1977 og 1990) kan velges ut. Fotogrammetrisk bestemmelse vil kunne indikere både kvantitative og kvalitative verdier for erosjon og akkumulasjon de siste 20 år.

Dokumentasjon av dagens kystgeomorfologi vil kunne gi grunnlag for videre konsekvensanalyser. Utvidelse av detaljkartlegging med systematiske beskrivelser av de ulike kystformene vil kunne gi en fullverdig database til bruk i forvaltningen.

LITTERATURLISTE

- Aré, F.E. 1980.
Thermal abrasion of seacoasts, 160pp. Nauka Press,
Moscow.
- Aré, F.E. 1983.
Thermal abrasion of coasts. Permafrost Fourth
International Conference Proceedings, National Academy
Press, Washington, D.C.
- Blasco, S.M. 1983.
A perspective on the distribution of subsea permafrost on
the Canadian Beaufort continental shelf. In proc. Fourth
Int. Conf. on Permafrost 83-86.
- Boulton, G.S. 1979.
Glacial history of the Spitsbergen archipelago and the
problem of a Barents shelf ice sheet. *Boreas* 8, 31-57.
- Carter, L.D. 1987.
Coastal processes. Arctic lowlands. *Geomorphic Systems of
North America*, the Geological Society, North America,
Boulder, 606-615.
- Dalmann et al. 1990. Geological map Svalbard 1:100000 B11G Van
Keulenfjorden. Norsk Polarinstitutt. Temakart nr15 58pp
- Denton, G.H. & Huges, T.J. (eds). 1981.
The last great ice sheets, 484pp. John Wiley & Sons, New
York.
- Elverhøi, A. & Solheim, A. 1983.
The Barents Sea ice sheet - a sedimentological
discussion. *Polar Research* 1, 23-42.
- Forman, S.L., Mann, D. & Miller, G.H. 1987.
Late Weichselian and Holocene relative sea level history
of Brøggerhalvøya, Spitsbergen, *Quaternary Research* 27,
41-50.
- Grosswald, M.G. 1980.
Late Weichselian ice sheet in northern Eurasia.
Quaternary Research 13. 1-32.
- Hanssen-Bauer, I., Solås, K.M. & Steffensen, E.L. 1990.
The climate of Spitsbergen. DNMI Klima rapport nr 39.
- Harper, J.R. 1978.
The physical processes affecting the stability of tundra
cliff coasts, Dissertation, Louisiana State Univ. Baton
Rouge. 212pp.
- Hisdal, V. 1976.
Geography of Svalbard. *Polarhåndbok* nr 2. 73pp.
- Hunter, J.A. 1988.
Permafrost Aggradation and Degradation on Arctic Coast of
North America. Permafrost fifth Intern. Conf.
Proceedings, Tapir, Trondheim 27-34.
- Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1987.
Kystkart Svalbard 1:200000 B4 Bellsund, Geografisk
inst. Univ. I Oslo.
- Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1988.
Kystkart Svalbard 1:200000 B5 Sørkapp, Geografisk
inst. Univ. I Oslo.

- Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1989.
Kystkart Svalbard 1:200000 C4 Edgeøya, Geografisk inst. Univ. I Oslo.
- Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1990.
Kystkart Svalbard 1:200000 B3 Storfjorden Nord, Geografisk inst. Univ. I Oslo.
- Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1991 a.
Kystkart Svalbard 1:200000 C3 Olgastretet, Geografisk inst. Univ. I Oslo.
- Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1991 b.
Kystkart Svalbard 1:200000 A2 Woodfjorden, Geografisk inst. Univ. I Oslo.
- Høgvard, K. & Sollid, J.L. 1992.
Kystkart Svalbard 1:200000 B2 Hinlopenstretet, Geografisk inst. Univ. I Oslo.
- Ingle, J.C. 1966.
The movement of Beach Sand. Elsevier, Amsterdam. s 181.
- Klemsdal, T. 1979. Kyst, strand- og vindgeomorfologi. Forslag til terminologi. Norsk Geografisk tidskr. nr 33. s159-168
- Klemsdal, T. 1986.
Lagoons along the coast of the Svalbard archipelago and the island of Jan Mayen. Norsk Geogr. Tidsskr. 40, 37-44.
- Komar, P.D. 1976.
Beach processes and sedimentation. Prentic-Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey 429pp.
- Kverndal, A-I., Elvebakk, A., Jaworowski, Z. & Hansson, R. 1990.
Virkninger av klimaendringer i polarområdene. Bidrag til den interdepartemantale klimautredningen. Norsk Polarinstitutt rapportserie nr 62.
- Landvik, J.Y., Mangerud, J. & Salvigsen, O. 1988.
Glacial history and permafrost in the Svalbard area. 194-198pp. in Proceedings V international conference on permafrost.
- Lewellen, R.I. 1970.
Permafrost erosion along the Beaufort Sea, Geography and Geology Dep. Univ. of Denver, Denver 25pp.
- Liestøl, O. 1977.
Pingos springs and permafrost in Spitsbergen. Norsk Polarinstitutt Årbok 1975, 7-29.
- Liestøl, O. 1980. Permafrost conditions in Spitsbergen. Frost i jord nr 21 23pp
- Mangerud, J., Bostad, M., Elgersma, A., Helliksen, D., Landvik, J.Y., Lycke, A.K., Lønne, I., Salvigsen, O., Sandahl, T. & Sejrup, H.P. 1987.
The Late Weichselian glacial maximum in western Svalbard. Polar Research 5.
- Miller, G.H. 1982.
Quaternary depositional episodes, western Spitsbergen, Norway, aminostratigraphy and glacial history. Arctic and Alpine Research 14. 321-340.
- Nansen, F. 1922.
The strandflat and isostasy. Videnskapsselskapets skrifter I, Mat.-naturv. Klasse 1921 No.11, Kristiania.

- Reimnitz, E. & Kempema, E.W. 1987.
Thirty-four-year shoreface evolution at a rapidly retreating arctic coastal site. U.S. Geological Survey circular 998, 161-164.
- Rudberg, S. 1986.
Present-day geomorphological processes on Prins Oscars Land. Svalbard. Geografiska Annaler 68A, 283-291.
- Sand, K. et al. 1991.
Climate related research in Svalbard. 203-215pp. in Arctic hydrology present and future tasks. Gjessing, Y. et al. (eds). NHK report no. 23.
- Sandahl, T.J. 1986.
Kvartærgeologiske undersøkelser i området Lewinodden-Kapp Starostin - Linnévannet, Ytre Isfjorden, Svalbard. I+II, 196+112pp. Unpubl. thesis. Univ. of Bergen.
- Salvigsen, O. 1981.
Radiocarbon dated raised beaches in Kong Karls Land, Svalbard and their consequences for the glacial history of the Barents Sea. Geografiska Annaler 63A, 28-91.
- Schytt, V., Hoppe, G., Blake, Jr. & Grosswald, M.G. 1968.
The extent of the Würm glaciation in the European Arctic. A preliminary report about the Stocholm University Svalbard Expedition 1966. Int.Sosc. of Scientific Hydrology. General Assembly in Bern 1967, Publ. no. 79, 207-216.
- Selmer-Olsen, R. 1954.
Om norske jordarters variasjon i korngradering og plastisitet. Noreges geol. Unders. 186. 102pp.
- Sollid J.L. og Sørbel, L. 1988.
Utbredelsesmønsteret av løsmateriale og landformer på Svalbard-noen hovedtrekk. Norsk geogr. Tidsskr. 42, 265-271.
- Sveum, P. 1987a.
Olje på strand, nedbrytning og effekter på nedbrytningsskjeder. Sintef rapport nr 21.
- Sveum, P. 1987b.
Accedentially spilled gas-oil in a shore-line sediment on Spitsbergen, Natural fate and enchancement of biodegradation. Teenth Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar, Proceedings. 16pp.
- Sørbel, L., Høgvard, K. og Tolgensbakk, J. 1990.
Geomorphology and Quaternary Geology of Gipsdalen, Svalbard in Brekke, B. and Hansson, R. (eds) Environmental atlas Gipsdalen, Svalbard.
- Taylor, A., Judge, A. & Desrochers, 1983.
Shoreline regression. Its effect on permafrost and the geothermal regime, Canadian Arctic Archipelago. In Proc. Fourth Int. Conf. on Permafrost s. 1239-1244.
- Tolgensbakk, J. in prep.
Ny-Ålesund Kvartærgeologi og geomorfologi 1:10000.
- Vinje, T.E. 1985.
Drift, Composition, Morphology and Distribution of the sea ice fields in the Barents Sea. Norsk Polarinstitutt Skrifter 179.

- Vinje, T.E. 1989.
Icebergs in the Barents Sea. Abstract from Conference on
Offshore Mechanics and Arctic Engineering. Haag 1989.
- Vinje, T.E. og Finnekåsa, Ø. 1986.
The ice transport throug the Fram Strait. Norsk
Polarinstitutt Skrifter 186.
- Walker, H.J. 1988.
Permafrost and Coastal processes. Permafrost, Fifth
Intern. Conf. of Permafrost, Proceedings, Tapir,
Trondheim 35-42.
- Werenskiold, W. 1951.
Fysisk geografi II. H. Aschaug & Co. Oslo 266pp.
- Winsnes, T.S. 1988.
Bedrock map of Svalbard and Jan Mayen. Norsk
Polarinstitutt Temakart nr3. 12pp.
- Worsley, D. & Aga, O.J. (eds). 1986.
The Geological History of Svalbard 121pp. Statoil.
- Ødegård, R., Sollid, J.L. & Trollvik, J.A. 1987.
Kystkart Svalbard A3 Forlandsundet 1:200000 Geografisk
Inst. Univ. i Oslo.

APPENDIX A

KARTOGRAFISK UTARBEIDELSE AV KYSTKARTSERIEN

Kystkartserien over Svalbard i målestokk 1:200000 omfatter 11 kartblad. Tre kartblad i nordøst er ikke trykket (pr februar 1992).

Kartserien har til hovedhensikt å vise geomorfologi, løsmaterialets kornstørrelser og fauna langs kystlinjen. Informasjon i innlandet er redusert til et minimum.

Det topografiske kartgrunnlag for kystkartserien er Norsk Polarinstitutt's kart i målestokk 1:100000. Hvert kystkart dekker i gjennomsnitt 6 grunnlagskart. Kartgrunnlaget ble bearbeidet og generalisert før nedfotografering til målestokk 1:200000. I denne målestokken ble så videre kartografisk arbeide utført.

Kartene er utgitt som fire-farges trykk, separert i svart, brunt, rødt og blått. Figur 1 viser hvilken type informasjon som ligger på de ulike sjikt.

I det følgende gis en kort oversikt over prosessen fra bearbeidelse av grunnlagsmaterialet fram til de fire negative filmer som ble lever trykkeriet i hvert tilfelle.

SVART	Ramme, gradnett, navn, legende
RØDT	Kystgeomorfologi
BRUNT	UTM-nett, morene, ærfugl/isbjørn trekkveger, landkoter, landtone
BLÅTT	Kyst, vann, elver, bioinformasjon, brekoter, vanntone

Figur 1 Fordelingen av informasjon på de ulike farge-sjikt

* Arbeide utført i målestokk 1:100000

Det topografiske kartgrunnlaget i målestokk 1:100000 ble levert fra NP, separert på 6 ulike positive filmer.

1. Gradnett/Utm-nett, Trig.pkt og navn
2. Vannkontur med evt. dybdekurver
3. Høydekurver
4. Morene
5. Tørrfall
6. Bregrenser

1. Gradnett/UTM-nett, Trig.pkt og navn

Folien ble først og fremst brukt som referansegrunnlag for avmerking av passpunkt (UTM-nett og gradnett), plassering av trig. pkt og navn.

2. Vannkontur (kyst, elver og vann)

ble tegnet av og samtidig generalisert. Elver/vann på større breer ble retusjert.

Dybdekurver i de kystnære havområder er tatt med hvor disse data var tilgjengelige enten fra 1:100000 serien eller sjøkart. Dybdekurver for 10 og 20m ble tegnet.

Brefronter ble ajourførte etter satellittbilder og nyere flyfotografering. For kartene Forlandsundet, Bellsund og Sørkapp ble Landsat 1980 brukt. For Edgeøya, Storfjorden Nord og Olgastretet ble Landsat 1986 og MSS 1987 brukt. For Woodfjorden og Hinlopenstretet ble flybilder fotografert i 1990 brukt.

Satellittbildene ble bearbeidet og geometrisk korrigeret. På de første kartbladen ble kun den yngste kjente brefrontposisjonen avmerket. Fra og med Storfjorden Nord er også eldre kjente posisjoner fra grunnlagskartene inntegnet.

3. Høydekurver

ble tegnet og generalisert etter det topografiske kartgrunnlaget i 1:100000. I lavlandet ble 25 og 50 m høydekurven avmerket, mens i innlandet ble høydekurver med 250 m ekvidistanse tegnet.

Høydekurvene ble først separert i brekoter (blå) og landkoter (brune) på et senere tidspunkt se figur 4 og 5.

Trigonometriske punkter ble samtidig avmerket.

4. Morene

ble nedfotografert fra utgangsmaterialet og brukt som maske under sverteprosessen.

5. Tørrfall

ble nedfotografert fra utgangsmaterialet og brukt som maske under sverteprosessen.

6. Bregrener

ble nedfotografert fra utgangsmaterialet og brukt som maske under sverteprosessen.

Kystgeomorfologi

Tolkningene ble basert på flybilder. Tolkningene ble så sjekket opp mot video, fotografert i 1984, -85 og -87 (Sollid et.al. 1991). Tolkningene ble overført og rentegnet i målestokk i 100000.

Kornfordeling av løsmateriale

Tolkning og overføring som for kystgeomorfologi.

For alle grunnlagsjiktene gjelder en overlappssone på 0.5cm mot tilstøtende kartblad innenfor serien. For hvert grunnlagsjikt som ble nedfotografert ble gradnett/UTM-nett avmerket som referansegrunnlag.

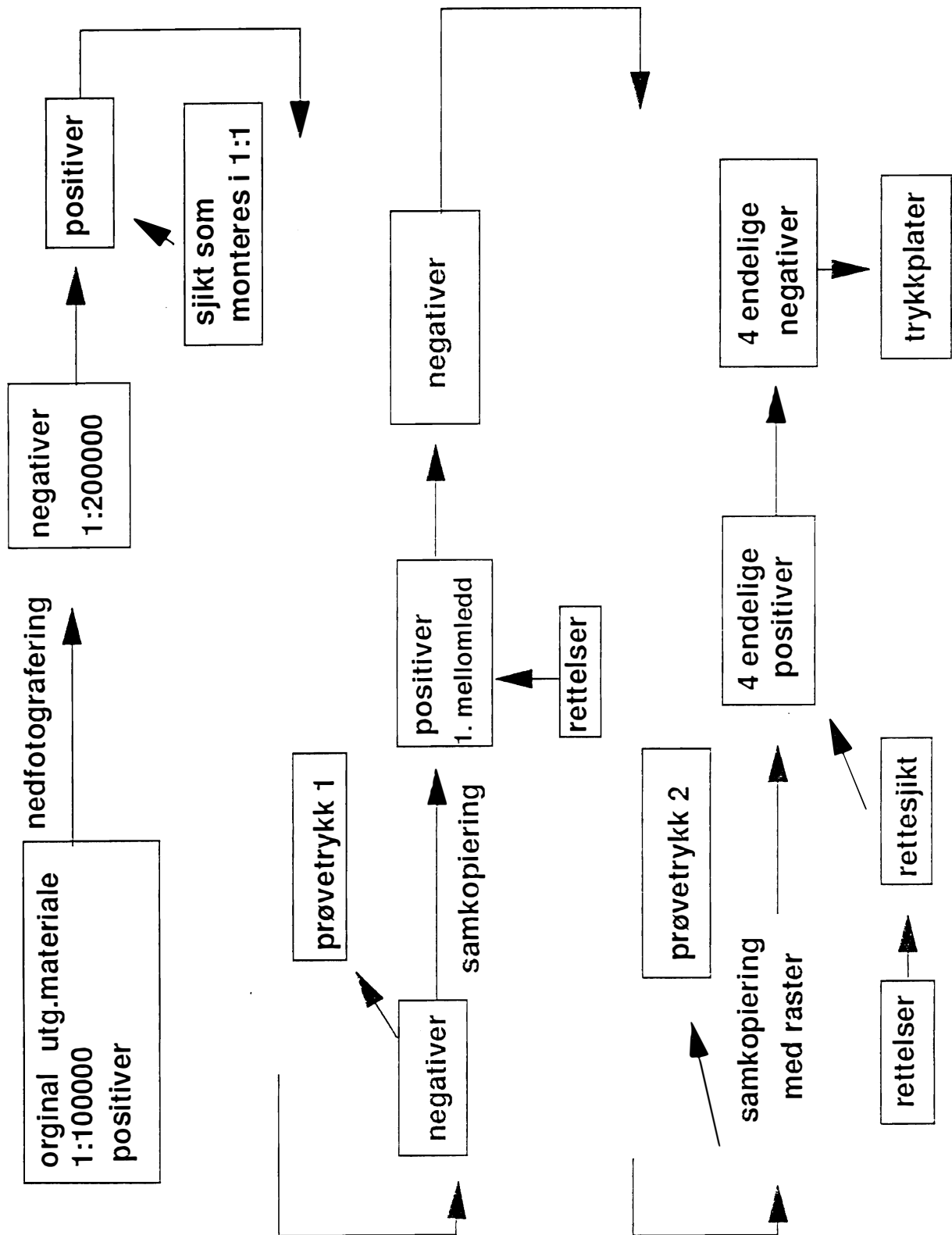
SJIKT	PENNETYKKELSE
Vannkontur	Kyst, vann: 0.35mm elver: 0.25mm dybdekurver: 0.18mm
Høydekurver	lavland(25 og 50m): 0.18mm 250m ekv.: 0.25mm Trekkveg for isbjørn: 0.35mm ærfugl næringsomr.: stiplet tape
Kystgeomorfologi	strek-symboler: 0.35mm pkt.symboler: 0.25mm brefronter: 0.5mm
Kornfordeling	strek og pkt symboler: 0.25mm og 0.35mm

Figur 2 Tegnetekniske opplysninger (målestokk 1:100000).

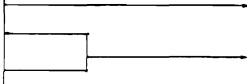
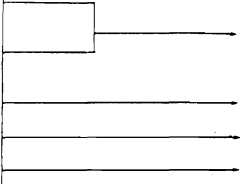
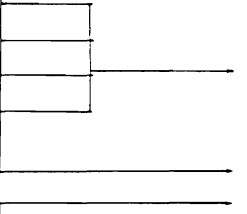

Alt grunnlagsmateriale i målestokk 1:100000 ble så nedfotografert til 1:200000 samtidig (for å unngå målestokk varisajoner).

*** Arbeide utført i målestokk 1:200000**

Ramme/gradnett og UTM-nett i målestokk 1:200000 ble bestilt som negativ rissefolie fra Fjellanger Widerøe for hvert enkelt kartblad. Disse foliene ble brukt som grunnlag for den videre monteringen av de ulike sjiktene. Det nedfotograferte grunnlagsmateriale ble dermed satt sammen og montert med referanse i UTM og gradnett. Den reprotetniske prosessen kan forenklet beskrives i et flyteskjema som vist i figur 3. Figur 4 viser folieseparering i 15 utgangsjikt som videre ble samkopiert til 10 sjikt i første mellomstadie.



Figur 3 Flyteskjema for reproprosessen

FARGE	UTGANGSJIKT	SAMKOPIERING	MELLOMLEDD
SVART	1a) Navn 1b) Legende/gradnett 1c) Kornfordeling		Navn Svart
BRUNT	2a) UTM-nett 2b) Høydekurver (+landmaske) 2c) Erfugl/Isbjørn 2d) Morene 2e) Landtone (maske)		Brunt Erf./Isb. Morene Landt.
BLÅTT	3a) Kyst, figurer 3b) Bioinf. figurer 3c) Dybdekurver 3d) Høydekurver (+bremaske) 3e) Tørrfall (maske) 3f) Vanntone (maske)		Blått Tørrfall Vannt.
RØDT	4a) Kystgeomorfologi + figurer		Kystg.

Figur 4 Folieseparering og samkopiering til første mellomledd

Navnsjikt

Navn ble kodet etter NP's standard. Diskett med navn-kodingen ble sendt Statens Kartverk for fotosetting (eg. copy proof).

Biosjikt

Den biologiske informasjon ble tilrettelagt for kartserien av F. Mehlum.

Trekkveger for isbjørn / myte og næringsområde for ærfuql

Trekkveger for isbjørn ble tegnet, mens myte og næringsområde for ærfuql ble markert med egen stiplet tape.

Figurer i legenden

- a) Kystkartinndeling
- b) Referansekart med databasekoder
- c) Kartbladinndeling 1:100000

Målestokk og størrelse på figur b) og c) varierer med tilgjengelig plass på kartene. Figuren: referansekart med databasekoder er ikke relatert til noen database på det nåværende tidspunkt.

Fargeseparering

Separering av fargeflater ble gjort v.h.av "svertemetoden". Sverting foregikk i 1:1 på grunnlag av nedfotografert grunnlagsmateriale for a) Tørrfall, b) Vanntone, c) Morene, d) Bre.

Figur 5 viser et generelt trykkeskjema som ble levert trykkeriet for hvert kart. Samtidig ble prøvetrykk og event. tidligere trykte kart levert som fargereferanse.

Arbeidet ble utført i Geografisk institutts laboratorium for fjernanalyse og temakartografi.

Korrekturlesning av kartene ble foretatt ved NP.

Alle kartene ble trykket hos Lyche A.S Drammen. Falsing ble utført ved Statens Kartverk.

SJIKT	INNHold	RASTER	FARGE
S V A R T	Ramme/gradnett/ kornfordeling legende/navn	dekk dekk 2001 35%	Super Black
B R U N T	UTM/landkoter morene Ærfugl/isbjørn Landtone Figur -landtone Figur -33X	dekk effektra. 1501 50% 1501 10% 1501 20% 1501 30%	Blandet farge av gul, rød og svart. (ikke for mye rødt)
B L Å T T	Kyst/bioinf/brekote Tørrfall Vanntone	dekk effektra. 1501 10%	Cyan
R Ø D T	Kystgeomorfologi	dekk	Primary yellow

Figur 5 Trykkeskjema