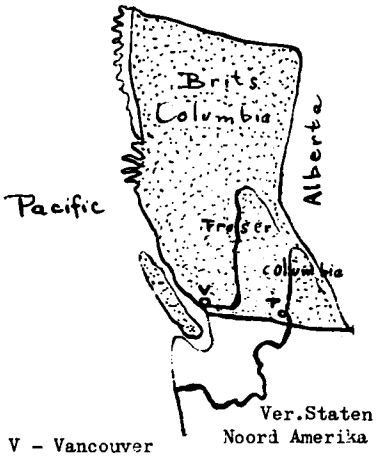
Geologische waarnemingen in Br. Columbia

T. Bult

Brits Columbia is de provincie in Canada, die in het westen aan de Grote Oceaan grenst, terwijl de oostelijke grens met Alberta door de Rocky Mountains loopt. Het is een land van bergen en rivieren.

De twee grote rivieren zijn de Columbia en de Fraser.

De Columbia stroomt door Amerika naar de Grote Oceaan, de Fraser blijft in Canada en komt bij Vancouver in de Pacific.



V - Vancouver
T - Trail.

Fig. 1

We hebben 8 maanden in Fruitvale gewoond, een dorp in het dal van de Beavercreek, die in de Columbia uitmondt. Fruitvale ligt 11 km van Trail, een stadje waar de "Cominco" is gevestigd, de grote lood- en zinksmelterij, die 10% van de wereldproductie levert. Het dal van de Beavercreek is meer dan 1 km breed. Zo'n getal is natuurlijk een benadering, want het is onmogelijk te zeggen, waar het dal ophoudt en de berg begint. De bergen om Fruitvale zijn geheel begroeid met bossen, meest naaldbomen. Op de top kan men aparte bomen waarnemen. Kijkt men met een prismakijker, waarin een graadverdeling zit, naar een enkele boom, dan is de hoogte van die boom ongeveer $\frac{1}{4}$ graad. De hoogte van de berg is 6 graden.

Als men de gemiddelde hoogte van een spar op vijftien meter schat, krijgt men voor de hoogte van het vooraanzicht van een bergketen 24 x 15 = 360 meter. Op de geologische kaart is aangegeven, dat het water van de Beavercreek ongeveer 500 meter boven zeeniveau staat. De eerste hoogtelijn op de kaart langs de Beavercreek geeft aan 2500 ft. = ruim 830 meter. Dit klopt behoorlijk met 500 + 360 = 860 meter.

In september zijn de bergen om Fruitvale vrij van sneeuw; in de loop van de zomer is alle sneeuw op de bergen gesmolten. Dit water is door de Beavercreek naar de Columbia afgevoerd. Vanaf september tot het voorjaar hebben de creeks dus hun laagste stand. Onder het ijs en onder de dikke sneeuwlaag blijven ze in de winter doorstromen.

Ik heb mij vroeger niet kunnen voorstellen, hoe in een harde rots het water kon wegzakken, om ergens in de wand van de rots als een bron te voorschijn te komen. Dit werd mij duidelijk, toen we eens een bezoek brachten aan een kennis, die woonde in een huis, dat een eind tegen de berg op was gebouwd.

Toen we vanaf dat huis een paar honderd meter naar boven klommen, zagen we uit een spleet in de rots helder water borrelen, dat het huis zomer en winter van water voorzag. Het was duidelijk, dat gesmolten sneeuw door spleten in de rots verdwijnt en op plaatsen, waar de spleten naar buiten openen, te voorschijn komt.

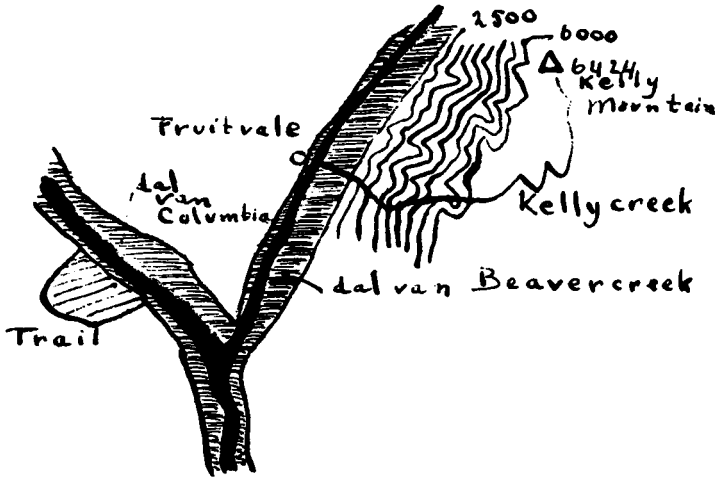


Fig. 2 Omgeving van Fruitvale.

STROOMSNELHEID.

We hebben al gauw bemerkt, dat de bodem van Brits Columbia, evenals die van Ontario, met ijstijdmateriaal is bedekt, d.w.z.de stenen, die men vindt, komen niet uit de directe ondergrond, maar zijn van elders meer of minder ver aangevoerd. Sinds de ijstijd hebben de rivieren zich een weg gebaand door dit materiaal en alle creeks zijn er mee bevloerd. Zeer duidelijk is dit te zien bij de uitmonding van de Beavercreek in de Columbia, waar zich schijnbaar een "delta" van stenen bevindt. Toch is dit niet het geval; de creek heeft zich eenvoudig een weg door de stenen gebaand; het zandige materiaal is door de creek naar de Columbia gevoerd, zodat de stenen op een lager niveau kwamen te liggen. Dit zand vormt de echte delta.

We maakten elke morgen een wandeling naar de Kellycreek, een zijcreek van de Beaver. Op meer dan 100 meter afstand hoorde je het water al. Duidelijk was te zien, dat de Kellycreek langs de steile helling afstroomde. Een eenvoudige berekening leert, dat dit ook wel het geval moet zijn. Toen ik met de prismakijker de hoogte van de bergketen op 360 meter had geschat, was dit natuurlijk alleen de hoogte van het vooraanzicht. Bekijkt men een geologische kaart, dan blijkt, dat achter de hoogtelijn van 2500 ft. op enige afstand een hoogtelijn van 3000 ft. loopt en dit gaat in het gebied van de Kellycreek door tot de hoogtelijn van 6000 ft. Binnen deze hoogtelijn ligt de top van Kelly Mountain op 6424 ft. hoogte, ruim 2100 meter (fig.2). De Kellycreek, die ruim 10 km. lang is, moet dus van ongeveer 2000 meter hoogte dalen tot het niveau van de Beavercreek op 500 meter, dat is, wat men noemt een verval van 1500 : 10 = 150 meter per km.

Het is niet onmogelijk om met een kleine auto de top van de Kelly Mountain te bereiken. Er lopen nl. tamelijk smalle bergpaden naar boven, die door houthakkers worden gebruikt.

Toen we nog maar een eindje gereden hadden, werd onze weg versperd door een boom, die met wortel en aarde van de helling was afgegleden. Het is best mogelijk, dat zo'n boom er een paar jaar later nog ligt. Zoiets kunnen wij ons in een dicht bevolkt land als Nederland niet voorstellen.

Niet ver van de inmonding van de Beavercreek in de Columbia hebben we eens de snelheid van de stroom bepaald: het was op 8 april 1962, dus toen de snelheid nog lang niet maximaal was. Als we een stok in de Beavercreek gooien, blijkt die in 20 sec. 50 m. af te leggen: d.i. per sec. $2\frac{1}{2}$ meter. De creek is op deze plaats 20 meter breed en $\frac{1}{2}$ meter diep.De doorsnee is dus 10 m2. Per sec. gaat dus door de doorsnee $2\frac{1}{2}$ x 10 = 25 m3 water. Het water bevat steengruis. In 1 liter zit ongeveer 0.1 gram vaste stof, dat is in 25 m3 25000 x 0.1 gram = $2\frac{1}{2}$ kilogram. Dit bezinksel komt natuurlijk van het zand, dat zich tussen de stenen van de creek bevindt, maar wordt toch ook veroorzaakt door het stoten van cobbles tegen elkaar.

Het geweldig gebruis van de creek wordt nl. van tijd tot tijd overstemd door een dof gerommel onder water. Door de botsing moeten kleine steenstukjes afgesprongen zijn. En dit fijne materiaal dient als slijpsel, waarmee de stenen in het water worden gladgeslepen. Een zeer opvallend verschijnsel van grote stenen, die niet van plaats veranderen, is, dat ze een langzaam oplopende stroomkant hebben en een steile lijkant (fig. 3).

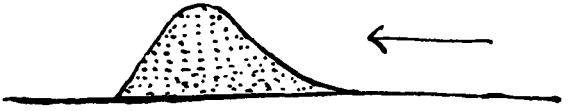


Fig. 3

Dit is het algemene stroomlijnprincipe,dat overal in de natuur, bij roundheads, drumlins, zeedieren, vogels en door de mens in de techniek wordt toegepast.

De stroomsnelheid waarbij door een bepaalde doorsnee van een creek 25 m3 per sec. beweegt, moet voor elke doorsnee gelden, mits geen zijcreek in de hoofdcreek valt. Treedt dus in de creek een vernauwing op, dan wordt de stroomsnelheid vermeerderd om de hoeveelheid water van 25 m3 per sec. door de doorsnee te handhaven. Dit is bv. het geval dicht bij de inmonding van de Beavercreek in de Columbia, waar de creek door een kloof in de leisteen stroomt. De stroomsnelheid is daar enorm.

Het omgekeerde is het geval in de Beavercreek enkele kilometers stroomafwaarts van Fruitvale,waar de creek door een andesietkloof gaat. De kloof werkt als een soort stuwdam. Direct achter de vernauwing vormt de creek twee armen, waartussen een moeras. De hoeveelheid water door een doorsnee in dat gebied is ook 25 m3 per sec.

Wat het transport van stenen betreft door de creeks, ben ik in het gebied, dat ik heb bezocht,tot de volgende conclusie gekomen: kleinere stenen liggen in het rivierbed als een mozaiek aaneengesloten. Het meest snelstromende water heeft op deze stenen geen invloed. En wat betreft het rollen van grote cobbles, dat ik in veel creeks soms als muzikale geluiden, dan weer als een dof gerommel heb gehoord, dit wordt veroorzaakt doordat grotere cobbles boven de stenenvloer uitsteken en het volle geweld van de stroom te verduren hebben. Wordt de druk van de stroom te groot,dan kantelen ze om en komen verderop tegen een andere steen tot rust. Dit gebeurt net zo lang tot ze een zodanige stand innemen, dat het water er zo weinig mogelijk vat op heeft. Het is in elk geval zeker, dat een massaal transport van stenen in de

creeks, die ik heb gezien, niet voorkomt. Als echter de stroomsnelheid twee maal zo groot wordt, wordt het transportvermogen $2^6 = 64$ x zo groot.

Het is dus denkbaar, dat bij zeer steile bergbeken wel degelijk grote cobbles al rollend over grotere afstanden verplaatst worden.

KOLKLGATEN.

Met dit merkwaardig verschijnsel heb ik het eerst kennis gemaakt in het najaar van 1961 bij de inmonding van de Salmoriver in de Pend d'Oreille (fig. 4).

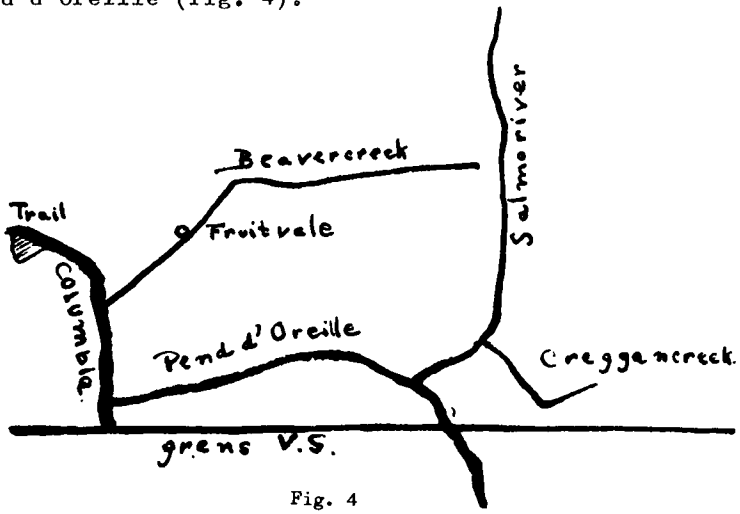


Fig. 4

De Pend d'Oreille, genoemd naar de Hangoor-Indianen, is een grote zijrivier van de Columbia. Hij komt uit Amerika, stroomt dan westelijk naar de Columbia. Bij de uitmonding in de Columbia is een grote stuwdam gebouwd voor het opwekken van electrische kracht, die een deel van Canada van energie voorziet.
Niet ver van de uitmonding van de Salmoriver in de Pend d'Oreille is een brug. Vanaf de brug ziet men in een diepe kloof, waardoor de rivier bruist. De bijna loodrechte wanden bestaan uit phylliet. Gaat men vanaf de brug aan de linkerkant van de Salmo, dan komt men bij de kolkgaten. Hij zijn min of meer holle cylinders, waarvan de doorsnee een halve meter tot 10 meter bedraagt.

In deze kolkgaten liggen platte ronde stenen, juist geschikt om mee te keilen. We zijn in een kolkgat naar beneden gegleden. Van deze was de ruimte minstens 10 meter in doorsnee.

Langs de wanden waren richels, gescheiden door gleuven. De gleuven zijn ontstaan, doordat de stenen door de beweging van het water een wervelende kolkende beweging maakten.

Ik heb eens aan de oever van een creek een ondiep kolkgat gezien, waarin vier platte stenen lagen. Bij elke golfslag maakten de stenen een kleine cirkelvormige beweging. Ze werden er niet uitgeslingerd. Toen heb ik er een minder platte steen bijgelegd, maar deze werd er prompt uitgerold. Zo zullen na verloop van tijd in een kolkgat alleen de platte stenen overblijven. Het is bij deze beweging een kanskwestie, want bij nog sterkere beweging kunnen ze er allemaal uitgeslingerd worden, de kleinste het eerst.

In de kolkgaten van de Salmoriver is geen water. De Salmo stroomt op de plaats van de kolkgaten minstens 10 meter lager. Deze kolkgaten moeten dus eens in gebruik zijn geweest, toen de Salmo zich nog niet zo diep in de phylliet had ingesneden.

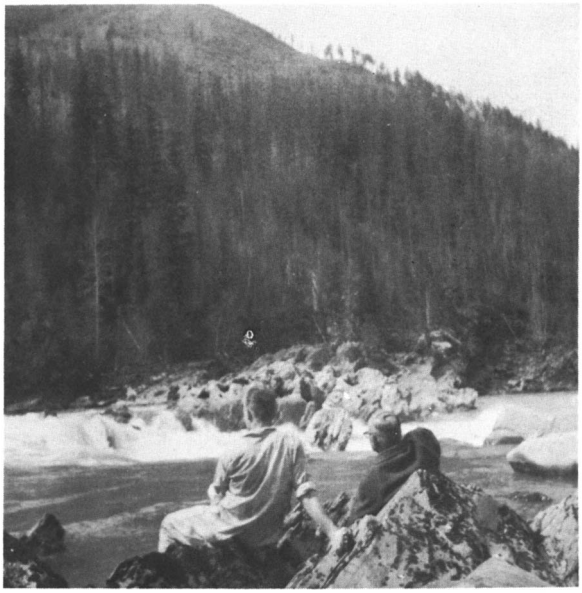


Fig. 5. In de kolkgaten aan de Pend d'Oreille.

Fig. 6. Kolkgat met rolstenen Pend d'Oreille.

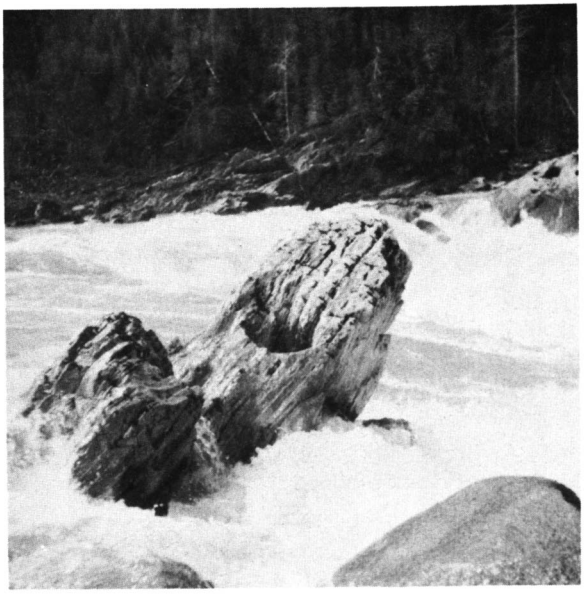


Fig. 7. Kolkgaten in Pend d'Oreille.

Fig. 8. Kolkgatsteentjes in de wand.
Pend d'Oreille.

De Beavercreek en de Kellycreek hebben geen kolkgaten. Ze stromen over ijstijdmateriaal. De Salmoriver heeft na de ijstijd zijn glaciaal materiaal door de grote stroomsnelheid gedeeltelijk afgevoerd. De rest van het materiaal werd toen als werktuigen gebruikt om het rivierbed te bewerken.

De wervelende stroom sleep gaten uit in de bodem en diepte ze steeds meer uit. Zo ontstonden de kolkgaten,

Verder hebben we een groot aantal kolkgaten gevonden in de Pend d'Oreille even voorbij de inmonding van de Salmo (fig. 5). Om bij deze kolkgaten te komen moesten we over een stenenveld, van steen tot steen springende of klimmende, geweldige cobbles van verscheidene meer dan 1000 kg., allemaal ijstijdmateriaal, granieten, diorieten, gneisen, granietporfieren, enz.

De kolkgaten zaten in de phylliet en een eindje verder in de kalksteen. We hebben er heerlijk in gezeten. De meeste zitten weer vol met platte ronde stenen, maar er zijn toch ook hoekige bij (fig. 6). Deze kolkgaten lagen op 2 mei 1962 minstens 5 meter boven de kolkende rivier, dus toen het water van de rivier door de smeltende sneeuw al flink gezwollen was. Het leek wel, dat de hoekige stenen niet meer de gelegenheid gehad hadden om platrond geslepen te worden, doordat de rivier inmiddels zijn bed zo diep had ingesneden, dat de kolkgaten niet meer geregeld met water gevuld werden. Ik moet wel concluderen dat alle kolkgaten in de Salmoriver en de Pend d'Oreille verlaten kolkgaten zijn, dus niet meer in gebruik zijn.

Wel waren midden in de rivier kolkgaten in de phylliet, waardoor op 2 mei het water stroomde, maar het was onmogelijk uit te maken, of daar stenen in werking waren (fig. 7).

De mogelijkheid tot tegenwoordige kolkgatvorming lijkt me echter nog wel te bestaan, daar de stroomsnelheid groot is en genoeg materiaal van phylliet en kalksteen en van de daarboven liggende ijstijdbedekking door erosie in de rivier terecht komt.

In het najaar van 1961 en in april 1962 hebben we een vermeende "dode arm" van de Pend d'Oreille bezocht. We konden toen van steen tot steen springend over de arm komen. Maar in mei 1962 kolkte het water ook door de arm en was deze niet meer over te trekken. Toen we van de kolkgaten van de Pend d'Oreille weer over het stenenveld terugklommen naar de weg, passeerden we een profiel,waar een groot aantal kolkgatstenen in de wand zaten(fig.8). Dit profiel lag heel wat hoger dan de kolkgaten naast de rivier. De rivier moet dus eens op het niveau van dit profiel gestroomd hebben. Het merkwaardigste van het profiel was echter, dat de kolkgatstenen niet ordeloos in de wand zaten, maar regelmatig in lagen; lagen van kleine en lagen van grotere stenen. Deze moeten door de rivier zijn afgezet. Bij grote stroomsnelheid moeten de kolkgatstenen buiten het tegenwoordige rivierbed zijn afgezet, de grotere bij de grootste stroomsnelheid.Hetzelfde verschijnsel hebben we immers in de benedenloop van een rivier; bij een bepaalde stroomsnelheid wordt zand afgezet,bij zwakkere stroomsnelheid klei.

II. WAARNEMINGEN OVER GLACIALE VERSCHIJNSELEN.

Eigenlijk is Brits Columbia, ja geheel Canada een bewijs van de ijstijd, daar op de meeste plaatsen,tenminste tot ruim 2000 meter hoogte, ijstijdmateriaal te vinden is;boven deze hoogte heeft men namelijk nooit zulk materiaal gevonden. Er zijn echter ook nog bijzondere ijstijdverschijnselen, zoals de roundheads.

Fig. 9 Roundhead.

Reeds op onze reis met de Canadian Pacific hadden we onophoudelijk deze ijstijdvormingen

gezien. Bij de eerste ontmoeting is men wat verbaasd, maar wanneer men honderden keren dezelfde vorm ziet, een langzaam oplopende helling en een steile, dan kan het niet anders, of men komt tot de conclusie: dat zijn de beroemde roundheads. Het ijs heeft eens bewogen tegen de langzaam oplopende kant en ging bij de steile kant naar beneden, d.i. de bekende stroomlijnvorm. De meeste roundheads leken op een afstand op graniet of gneis. Er liepen een groot aantal barsten over, maar ik durf niet zeggen, of er onder die barsten gletscherkrassen waren.

Op een keer gingen we naar het Gyripark in Trail, waar een zandig strand langs de Columbia ligt. We liepen er over en kwamen toen bij een rotsachtig gedeelte, dat uit graniet bestond. We liepen de helling op en bemerkten, dat de helling naar beneden veel steiler was en toen realiseerden we ons, dat we op een roundhead stonden. Er zaten geen gletscherkrassen op, want als ze er al opgezeten hadden, zouden ze door de Columbia, die er bij hoog water over stroomt, al lang afgeslepen zijn.

GLETSCHERKRASSEN.

De eerste maal, dat ik gletscherkrassen gezien heb, was in de Okanagan. Dit is een streek achter het kustgebergte van Brits Columbia en is dus gelegen in de regenschaduw. Vandaar, dat we hier te doen hebben met een uitgesproken woestijngebied. Midden door dat gebied loopt in noord-zuid richting het brede dal van de Okanaganrivier, die in de Columbia uitmondt.

Zeventig jaar geleden liepen door het dal de paden der Indianen en bonthandelaren, nu mooie geasfalteerde wegen, waarlangs bloeiende steden. De verandering is gekomen, doordat deze streek, die in wezen zeer vruchtbaar is, nu bevloeid wordt door water uit bergmeren. In een open goot loopt dit water achter de boerderijen langs. Elke boerderij is op deze waterleiding aangesloten. Zo konden prachtige boomgaarden, groenten- en vruchtenkwekerijen ontstaan en werd de Okanagan tot de Betuwe van Brits Columbia.

Wanneer men het Okanagandal verlaat en een autotochtje in de bergen maakt, blijkt dit gebied even interessant als schoon te zijn. De bergen zijn enkele honderden meters hoog en bedekt met lage struiken, stekelige kruiden en cactussen.

Op de top van één van die bergen, de Giant's Head (kop van een reus), keken we over het Okanagandal. Daar zag ik opeens de kale granietbodem van de rots te voorschijn komen en zowaar diepe evenwijdige krassen in moord-zuid richting.

De geringe erosie door de lage regenval is oorzaak, dat de gletscherkrassen sinds de ijstijd zijn bewaard.

De tweede keer, dat ik gletscherkrassen heb gezien, was bij de Kaslorivier, die bij Kaslo in de Koctenay uitmondt, die weer een zijrivier is van de Columbia (fig. 10).

De Kasloriver is een zeer snel stromende rivier, die van de Kokaneegletscher komt.Deze gletscher trekt elk jaar verder terug. Op 12 mei 1962 zijn we de weg naar de Kokaneegletscher opgegaan, een weg van 15 mijl (1 mijl = 1,6 km).

Toen we 2 mijl hadden gereden, was de weg voor de auto niet verder begaanbaar door de sneeuw.Toen zijn we een eing gaan lopen; het was een geweldig gebied met eeuwenoude cederbomen. De weg voerde langs de enorm bruisende Kasloriver, die in de diepte lag. Plotseling stak een stekelvarken de weg over, klom toen rustig in een boom, zich instinctief beschermd voelend door de stekels. We kwamen voorbij een verlaten lood- en zinkmijn; er lagen nog grote stukken kalksteen met lood- en zinkerst er op. Bij een bocht van de weg zagen we nog net de achterkant van de ketel, waarin de gletscher zijn oorsprong neemt.

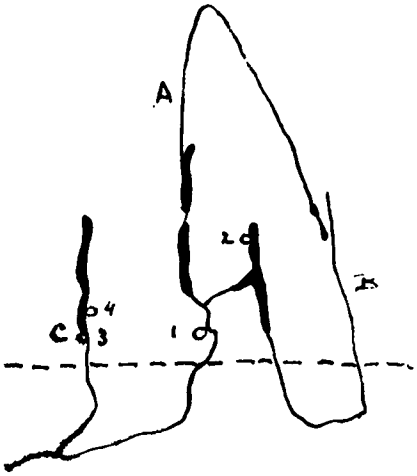


Fig. 10 A Columbia
B Koetenay
C Okanagan
1 Trail
2 Kaslo
3 Penticton
4 Kelowna

De cobbles in dit gebied zijn zeer groot, de meeste 25 tot 100kg en meer.Dit wijst op de nabijheid van de gletscher; we moeten op de grondmorene lopen. De meeste cobbles bestaan uit granietporfier; hieruit bestaat nl. de rots, waarop ook de Kokaneegletscher ligt. Daar valt ineens onze aandacht op een enorme steen. Tussen de richels liggen brede groeven, die wijzen in de richting van de gletscher. Dit moeten gletscherkrassen zijn.

Diep onder de indruk van de ongerepte oernatuur, gaan we weer terug. Maar dit is nog niet het eind van de tocht.

Aan de overkant van de rivier tegen de steile helling lopen twee grizzly's; ze zijn zwart en hebben een grijze kop; we zitten roerloos in de auto; na drie kwartier klimmen ze tegen de berg op en met grote lenigheid verdwijnen ze dan bij een bocht uit het gezicht.

VINGERMEREN.

Vingermeren worden zo genoemd naar hun gestrekte vorm. Vele zijn meer dan 100 km. lang en vaak nauwelijks 1 km breed. Ze liggen in een dal, dat door de gletschers is uitgeslepen. Bij het terugtrekken van de gletscher was het dal gevuld met glaciale producten. Toen de rivieren zich na de ijstijd een weg moesten banen door deze puinmassa,werd op sommige plaatsen hun loop sterk belemmerd door keileemmateriaal. Achter dit obstakel ontstond als bij een stuwdam een meer. Het Okanaganmeer ligt bv. boven Penticton, waar een enorme ophoping is van ijstijdmateriaal. In gif. 10 is het vingermeer aangegeven van de Okanagan, twee van de Columbia en één van de Koctenay. De noord-zuid richting van roundhead, gletscherkrassen en vingermeren in dit gebied van Brits Columbia geeft de richting aan van de vroeger bewegende gletschers.

GLETSCHERKETELS.

In Brits Columbia is geen eigenlijk landijs geweest, zoals in de rest van Canada, Groenland en Europa. De ijstijdbedekking is uitgegaan van afzonderlijke bergtoppen van de Rocky Mountains in het oosten en het kustgebergte in het westen.De gletschers vloeiden ineen en vormden dan samen enorme ijsvelden, die een dikte hadden van meer dan 2300 meter, zodat alleen de nunataks er boven uitstaken. Men weet dit, omdat bergen boven 2300 meter geen gletscherkrassen of glaciaal materiaal bezitten. Aan het eind van de ijstijd verdwenen de meeste gletschers, behalve in de hoogste gedeelten van de Rocky Mountains en het kustgebergte. Maar de glet-

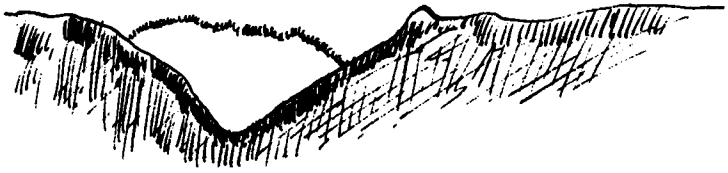


Fig. 11 Gletscherketel

scherketels, die in de ijstijd gevormd zijn, bestaan nu nog in grote getale (fig. 11). Een gletscherketel ontstaat in het gebied van eeuwige sneeuw. Het is een verzamelbekken van de sneeuw, die van de wanden der berghellingen neerstort. De sneeuw,die in spleten achterblijft, smelt overdag door de zonnestraling; het water bevriest echter 's nachts weer, waardoor de spleten verwijd worden en sterke erosie optreedt. De gletscherketel krijgt tenslotte bijna loodrechte wanden.

In de ijstijd gingen dus van de gletscherketels de gletschers uit; na de ijstijd viel in de ketels nog wel sneeuw, maar in de zomer, al is het ook maar voor enkele weken, is de ketel geheel sneeuwvrij. We hebben 20 mei 1962 hele rijen van zulke gletscherketels gezien nog vol sneeuw. Ze zijn gemiddeld 500 meter wijd, verblindend wit door de meestal schijnende zon.

We hebben een keer aan de voet van een berg overnacht, die een gletscherketel had.' 's Nachts scheen de maan in de ketel; het is onmogelijk hiervan de rechte beschrijving te geven.

Als een bergkam aan weerszijden gletscherketels heeft,kan door erosie de tussenwand van twee ketels zeer smal worden.Men spreekt dan van een graat.Ik heb deze graten in het landschap niet kunnen herkennen, omdat wij de ketel in vooraanzicht passeerden.

Tegenover Kaslo, aan de mond van de Kasloriver, hebben we een Matterhorn gezien, genoemd naar de Matterhorn in Zwitserland. Het is een vereniging van drie gletscherketels om een tetraëder (regelmatig viervlak).

DRUMLINS.

Naast het Okanaganmeer liggen enkele lage bergketens van graniet. Dan komt een vrij breed dal, waardoor geen rivier stroomt, maar waardoor de waterleiding loopt, die de boomgaarden van water voorziet. Dat dit dal bewerkt is door de gletscher, blijkt uit de vele drumlins, die in noord-zuid richting liggen. De drumlins, die ik in de Okanagan heb gezien, hadden een langzaam oplopende zuidkant en een steile noordkant. Hier moet dus de gletscher uit het zuiden gekomen zijn, wat natuurlijk zeer goed mogelijk is, daar de gletschers van speciale hoge toppen van de gebergten kwamen.Op een geologische kaart van Brits Columbia ziet men dan ook, dat de gletschers alle mogelijke richtingen kunnen gehad hebben, wat men bepaald heeft uit de gletscherkrassen b.v.

De drumlins zijn begroeid met gras, met een paar bomen; er lopen koeien over.Op sommige plaatsen is in de drumlins gegraven; het blijkt dan, dat ze uit ijstijdmateriaal bestaan.

De schuivende gletscher heeft aan de keileem de stroomlijnvorm gegeven (fig. 12).

Fig. 12 Drumlin.

KEILEEM.

Ten zuiden van het Okanaganmeer ligt in het Okanagandal de grondmorene en ander glaciaal materiaal, maar aan de westkant van het dal komt men voorbij wonderlijke steile heuvels, die van boven uitlopen in torens en kastelen. Deze keileemheuvels lijken wel de zijmorenen van de gletschers, die vroeger door het dal bewoog. De bizarre vormen zijn door erosie ontstaan, maar het droge klimaat heeft de erosie vertraagd, zodat men ze tot op heden kan bewonderen.

Onder andere omstandigheden kan de erosie heel wat sneller. Op de plaats waar de Creggancreek in de Salmoriver stroomt,liggen leisteenrotsen. Ze vormen een prachtige anticlinaal;aan de onderkant van de anticlinaal is de leisteen door de druk geheel vergruizeld. Overigens is deze leisteen zandig en hard. Verderop is ze kleiig.Het is 11 februari 1962 en warm in de zon. De zon doet de sneeuw smelten. Het water neemt de klei mee en vormt aan de voet van de leisteen een delta van klei, waardoor een netwerk van kleine riviertjes stroomt. Zo nu en dan vallen hele stukken leisteen omlaag. Bovenop de leisteen ligt een dik pakket ijstijdmateriaal met grote stenen. Elk ogenblik verliest een steen zijn evenwicht omdat door de meegevoerde klei de stenen worden ondergraven. Stenen van meer dan 100 kg. komen naar beneden, rollen soms over de weg tot de wel 50 meter steile helling van de Salmoriver en maken daar hun laatste rolpartij tot in de Salmo.

Als Nederlander verbaast men zich er over, dat er bij dat gedeelte van de weg niet een bordje staat met"gevaar voor steenval." In de nieuwsberichten worden overigens herhaaldelijk ongelukken vermeld van naar beneden rollende stenen tengevolge van het smelten van sneeuw. Elk ogenblik zeggen we: pas op, er komt weer een steen omlaag; maar door de opwinding van de unieke waarneming denkt men niet aan gevaar.

In het najaar van 1961 hadden we in de Creggancreek een beverdam gezien; 11 februari 1962 was er stroomopwaarts een tweede bijgebouwd, en bovendien nog het begin van een derde.

We vonden een stuk berkenhout waarin bevertanden groeven hadden geknaagd. Ook de naam Beavercreek wijst erop, dat in Brits Columbia nog wel bevers voorkomen.

Een bijzonderheid van de glaciale producten in Brits Columbia is, dat op veel plaatsen twee lagen boven elkaar voorkomen. Een van de voorbeelden die ik gezien heb, was op de plek, waar de Beavercreek door een nauwe doorgang van een andesietrots heengaat. Op deze plaats gaat het lijntje van de goederentrein over de Beavercreek en enkele meters verder stort het water meer dan 20 m omlaag; het zijn de Beaverfalls.

Fig. 13. Kaolienlagen bij Kelowna.
(Okanagangebied).

Men ziet op de andesietrots een dikke laag keileem met hoekige stenen en daar bovenop een duidelijk gelaagd pakket met afgeronde stenen. De beavercreek heeft hier een mooi profiel blootgelegd.

Een mogelijke verklaring lijkt mij, dat de gletscher eerst een keileempakket over de andesiet heeft gelegd en dat daarna het smeltwater van de terugtrekkende gletscher over de keileem gelaagd glaciaal zand met rolstenen heeft afgezet.

In het gebied van de Okanagan niet ver van Kelowna hebben we bijzonder fraaie heuvels gezien met zeer duidelijke gelaagdheid. De lagen bleken uit zuivere kaoliën te bestaan (fig. 13). Deze lagen wisselden op enkele plaatsen af met een laag kleine rolsteentjes. De verklaring is mogelijk de volgende (zie pag.39: Het Keienboek, P.v.d.Lijn). Oorspronkelijk heeft het smeltwater van de terugtrekkende gletscher een groot aantal lagen kleiïg materiaal afgezet, soms afgewisseld door een laag kleine rolsteentjes.

Nu bestaat het gebied van de Okanagan voor het grootste deel uit stollingsgesteenten en metamorfe stollingsgesteenten met gangen. We hebben in de nabijheid b.v. prachtige besaltbergen gezien.

Het is nu denkbaar, dat door de hitte, uitgaande van dit vulcanisch materiaal de kleilagen gemetamorfoseerd zijn tot zuivere, kaoliën.