

CANADA



Bron: esri

Algemeen

Canada strekt zich uit van de Atlantische Oceaan tot de Stille Oceaan en noordwaarts tot in de Noordelijke IJszee. Het is qua totale oppervlakte 's werelds op één na grootste land. De zuidelijke grens met de Verenigde Staten is 's werelds langste binationale landgrens. Het land heeft een oppervlakte van 998 Mha (miljoen hectare), met in 2024 een bevolking van 39,7 miljoen, ofwel 0,04 personen per ha. Het land is sterk verstedelijkt met 82% van de mensen geconcentreerd in grote en middelgrote steden, veel in de buurt van de zuidelijke grens (Wikipedia en United Nations, 2024).

Klimaat en geografie

De gemiddelde hoge temperaturen in de winter en de zomer variëren van regio tot regio. De winters kunnen in veel delen van het land streng zijn, vooral in het binnenland en in de Prairie-provincies, die een continentaal klimaat hebben, waar de dagelijkse gemiddelde temperatuur rond de -15 °C ligt, maar kan dalen tot onder de -40 °C met hevige koude windvlagen. Buiten de kustgebieden kan sneeuw bijna zes maanden per jaar de grond bedekken, terwijl in delen van het noorden sneeuw het hele jaar door kan aanhouden. De kustzone van British Columbia heeft een gematigd klimaat, met een milde en regenachtige winter. Aan de oost- en westkust liggen de gemiddelde hoge temperaturen over het algemeen rond de 20 °C , terwijl tussen de kustgebieden de gemiddelde hoge zomertemperaturen variëren van 25 tot 30 °C , met temperaturen in sommige gebieden die af en toe boven de 40 °C uitkomen (bron: Wikipedia).

Het grootste deel van het land wordt gedomineerd door bos, toendra, de Rocky Mountains en de relatief vlakke Canadese prairies in het zuidwesten met voornamelijk landbouw. De meeste laagland gebieden bevinden zich in het zuidoosten. Ze herbergen een groot deel van Canada's economische producten. Een groot deel van Noord-Canada is bedekt met ijs en permafrost. De toekomst van de permafrost is onzeker omdat als gevolg van klimaatverandering in Canada het Noordpoolgebied drie keer warmer is geworden dan het wereldwijde gemiddelde (bron: Wikipedia).

Canada heeft meer dan twee miljoen meren - waarvan er 563 groter zijn dan 100 km^2 - die een groot deel van het zoete water op de wereld bevatten. Er zijn ook zoetwater gletsjers in de Canadese Rocky Mountains. De Grote Meren voeden de St. Lawrence-rivier in het zuidoosten. In de zuidelijke regio's van Canada heeft luchtvervuiling door zowel Canada als de Verenigde Staten - veroorzaakt door metaalsmelten, het verbranden van steenkool door elektriciteitsbedrijven en voertuigemissies - geleid tot zure regen, wat ernstige gevolgen heeft gehad voor waterwegen, groei in bossen en landbouw productiviteit (bron: Wikipedia).

Carson (2006) beschreef de ontwikkeling van voorzieningen ter beperking van overstromingen in het Canadese deel van het stroomgebied van de Red River, die van de Verenigde Staten naar Canada stroomt en uitmondt in Lake Winnipeg. In het stroomgebied zijn van tijd tot tijd overstromingen geweest, met name in het voorjaar, zoals in 1948, 1950 en 1997. De overstroming van 1950 was een grote overstroming. Na deze overstroming werd door de regering een speciale commissie aangesteld om aanbevelingen te formuleren voor maatregelen ter bescherming tegen overstromingen. De commissie stelde een plan op voor geïntegreerde voorzieningen ter beperking van overstromingen die, in combinatie, in het hele stroomgebied in verschillende mate bescherming zouden bieden. De meest uitgebreide bescherming zou voor Winnipeg zijn, met een kans op falen van $1/160$ per jaar. Toen later meer gegevens beschikbaar kwamen, bleek dat het beschermingsniveau in feite dichter bij $1/100$ per jaar lag. Vanaf 1962 zijn de werken uitgevoerd, waaronder de aanleg van de Red River floodway om hoog water van Winnipeg af te leiden, die in 1968 gereed was. Carson liet ook een karakteristieke dijk in Winnipeg zien (Figuur 1). Andere voorzieningen ter beperking van overstromingen bestonden uit dijken langs de Red en Assiniboine rivieren, waaronder meer dan 70 km dijken in Winnipeg (Figuur 1) en verschillende ringdijken om kleine gemeenschappen in Zuid-Manitoba en in de noordelijke staten North Dakota en Minnesota in de Verenigde Staten te beschermen. Na de ernstige overstroming van 1997 is

het veiligheidsniveau voor de voorzieningen ter beperking van overstromingen voor het centrum van Winnipeg verhoogd tot een kans op falen van 1/700 per jaar. Dit impliceert dat, hoewel niet specifiek genoemd, als gevolg van al deze werken verschillende polders zijn ontstaan.



Figuur 1. Karakteristieke dijk in Winnipeg (Carson, 2006)

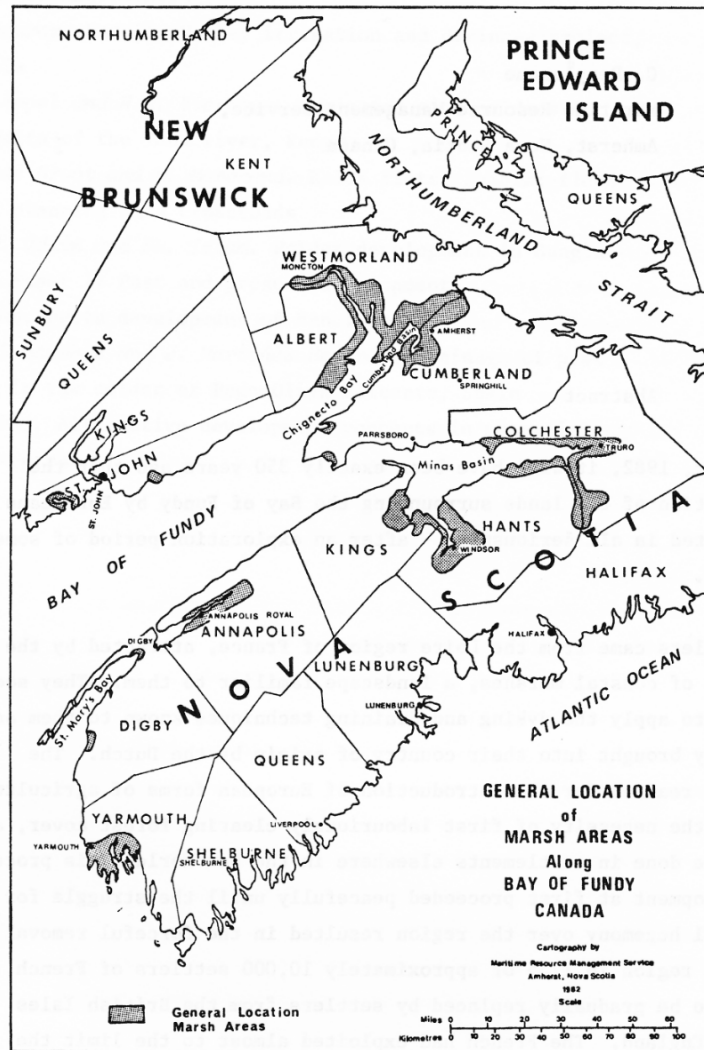
Volgens Warren (1911) was het getijdenverschil in de Bay of Fundy 3,0 m en kon het springtijbereik 4,2 m zijn, tot aan de bovenstroomse kant van de baai, waar het getijdenverschil 15,4 m kon bereiken. In de recentere publicatie van Shaw *et al.* (2010) wordt gesteld dat in de Bay of Fundy met 16,3 m in het bovenstroomse deel het grootste geregistreerde getij ter wereld bestaat. Ze lieten ook de historische ontwikkeling van het getijdenverschil zien. Het getijdenverschil in de zee voor de baai is slechts ongeveer 1 m.

Bestaande polders

Baai van Fundy

De eerste vermeldingen van inpolderingen in de Baai van Fundy dateren uit ongeveer 1633, in Port Royal door kolonisten uit Frankrijk (Desplanque, 1983). Ze begonnen de hen bekende indijkings- en afwateringstechnieken toe te passen. Ze transformeerden 36.000 ha van de kwelders in polders (Figuur 2). Deze polders liggen verspreid langs de kust vanaf de monding van de Bay of Fundy. Het poldergebied bestaat uit veel kleine polders. De meeste bedijkte moerassen bevinden zich in het hoofd van het Cumberland Basin. Langs deze baai liggen polders met een totale oppervlakte van 14.700 ha. Het grootste blok van 7.200 ha ligt langs de rivieren Tantramar en Aulac. Volgens Nesbit (1885) was het totale bedijkte gebied in de Tantramar Marshes 40.500 ha (100.000 acre). Op Prince Edward Island ligt een polder van 20 ha (Figuur 2) (Schott, 1955; Desplanque, 1983). De beschermingswerken omvatten (Group Polder Development, 1982):

- zo'n 400 km dijken;
- 433 kunstwerken, b.v. sluisen;
- 30 km voorzieningen voor oeverbescherming;
- 3 grote getijden dammen, b.v. Annapolis River Dam. Deze dam beschermt zo'n 1.700 ha moerasgebied tegen overstromingen met zout water en elimineert de noodzaak van wederopbouw van alternatieve voorzieningen ter bescherming tegen overstromingen.



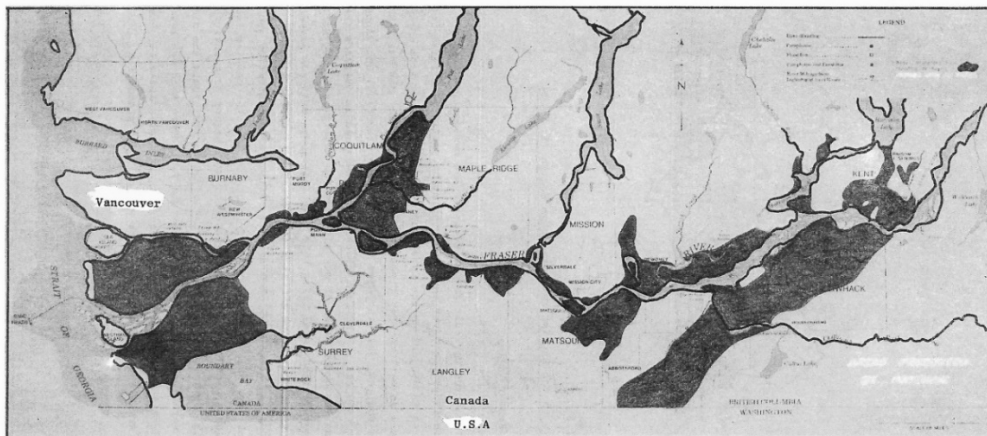
Figuur 2. Globale ligging van de poldergebieden langs de baai van Fundy, niet de exacte locaties (Desplanque, 1983)

Een deel van het gewonnen gebied – het moerasgebied Grand Pré in de provincie Nova Scotia – is een UNESCO-werelderfgoed locatie (Figuur 3) (UNESCO World Heritage Centre, 2012). In de verantwoording wordt beschreven dat het moerasgebied Grand Pré en de archeologische vindplaatsen een cultuurlandschap vormen dat getuigt van de ontwikkeling van landbouwgrond met behulp van dijken en het *aboiteau* houten sluisstelsel, gestart door de Acadiërs – voornamelijk immigranten uit Frankrijk – in de 17e eeuw en verder ontwikkeld en onderhouden door de planters en huidige bewoners. Het cultuurlandschap omvat meer dan 1.300 ha een groot gebied van polderlandbouwgrond en archeologische elementen van de steden Grand Pré en Hortonville, die werden gebouwd door de Acadiërs en hun opvolgers. Het landschap is een uitzonderlijk voorbeeld van de aanpassing van de eerste Europese kolonisten aan de omstandigheden van de Noord-Amerikaanse Atlantische kust. De plek is ook een monument ter nagedachtenis aan de Acadische levensstijl en de deportatie, die in 1755 begon en bekendstaat als de *Grand Dérangement*.

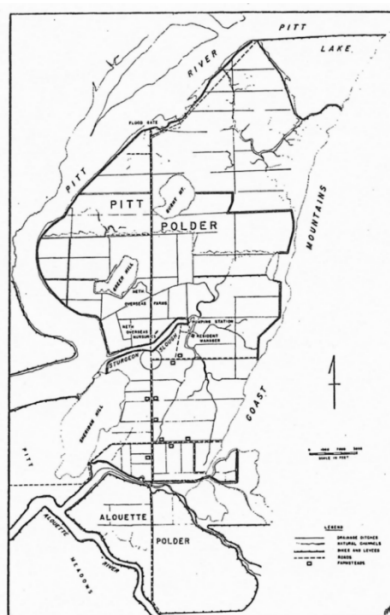
De Lower Fraser Valley is onderhevig aan periodieke overstromingen door frisse lentes en vloed in de benedenloop. De vallei is gedeeltelijk ingepolderd (Figuur 4), dit omvat de Pitt Polder en de Allouette Polder aan de rivier de Pitt (Figuur 5) (Group Polder Development, 1982). Het gebied werd voor het eerst ontwikkeld in 1911, maar de dijken waren te laag. Waite (2008) beschreef dat Nederlandse dijkbouwers onder supervisie van Biezefeld, een civiel ingenieur, in 1951 de oudere dijken herstelden en op iets meer dan 5 m+MSL (gemiddeld zeeniveau) bouwden. Ook beschreef hij dat in de periode van 1949 tot 1961 de dijken geleidelijk verder werden versterkt en dat er nieuwe dijken en voorzieningen ter bescherming tegen overstromingen werden toegevoegd.



Figuur 3. Kaart van Sherman Bleakney van de Grand Pré polders met de volgorde van inpoldering (UNESCO World Heritage Centre, 2012)



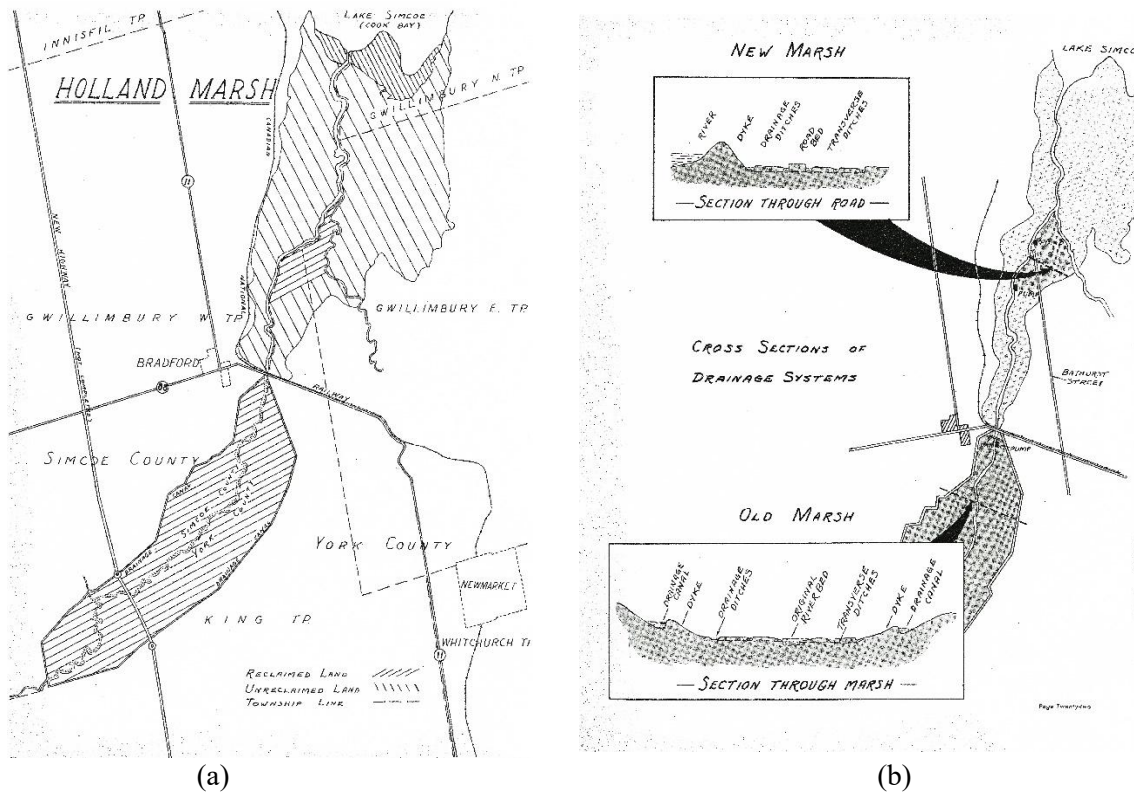
Figuur 4. Poldergebieden in de Lower Fraser Valley (Group Polder Development, 1982)



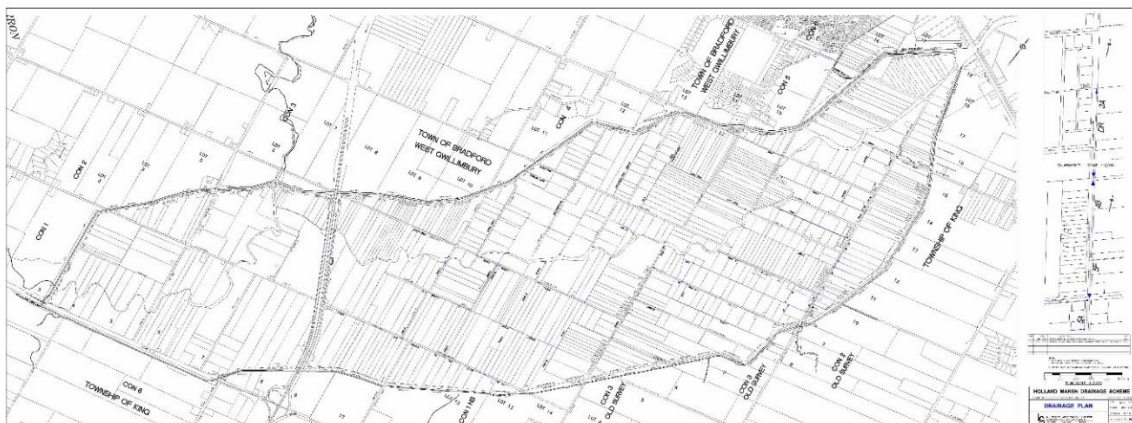
Figuur 5. Pitt Polder en Alouette Polder in de Lower Fraser Valley (Group Polder Development, 1982)

Een andere polder in de Lower Fraser Valley is de Polders of Sumas, die vóór 1894 werd ingepolderd. Sindsdien is de polder overstromd in 1894, 1948, 1972, 1990, 2007 en 2021 (bron: Wikipedia).

De Holland Marsh (8.500 ha) is een laagland gebied met gemengd grondgebruik (Classens, 2018; Madramootoo en Abbasi, 2022). Brownell and Scott (1949) verwijzen in de Holland Marsh naar de Old Marsh, een polder van 2.833 ha met op dat moment 125 boerderijen. Er is ook de New Marsh, een gebied van 5.250 ha waarvan is voorgesteld het in te polderen (Figuur 6). Op Google Earth lijkt het er echter op dat slechts een klein deel van het gebied daadwerkelijk is ingepolderd. Smart en Associates (2009) geven een gedetailleerde verkaveling van de Holland Marsh (Figuur 7).



Figuur 6. (a) Holland Marsh en (b) dwarsdoorsneden van de afwatering systemen in de (Oud) Holland Marsh en New Holland Marsh (Brownell and Scott, 1949)



Figuur 7. Gedetailleerde verkaveling van de Holland Marsh (Smart and Associates, 2009)

Jackson (1998) beschreef de inpoldering van de Bradford Polder (Figuur 8).

De Squamish River Delta is een estuarium, aan het begin van een fjordachtige inham, ingepolderd om de havenstad Squamish en het omliggende industrie- en woongebied te beschermen tegen overstromingen als gevolg van lente- en winterse regenbuien (Group Polder Development, 1982).

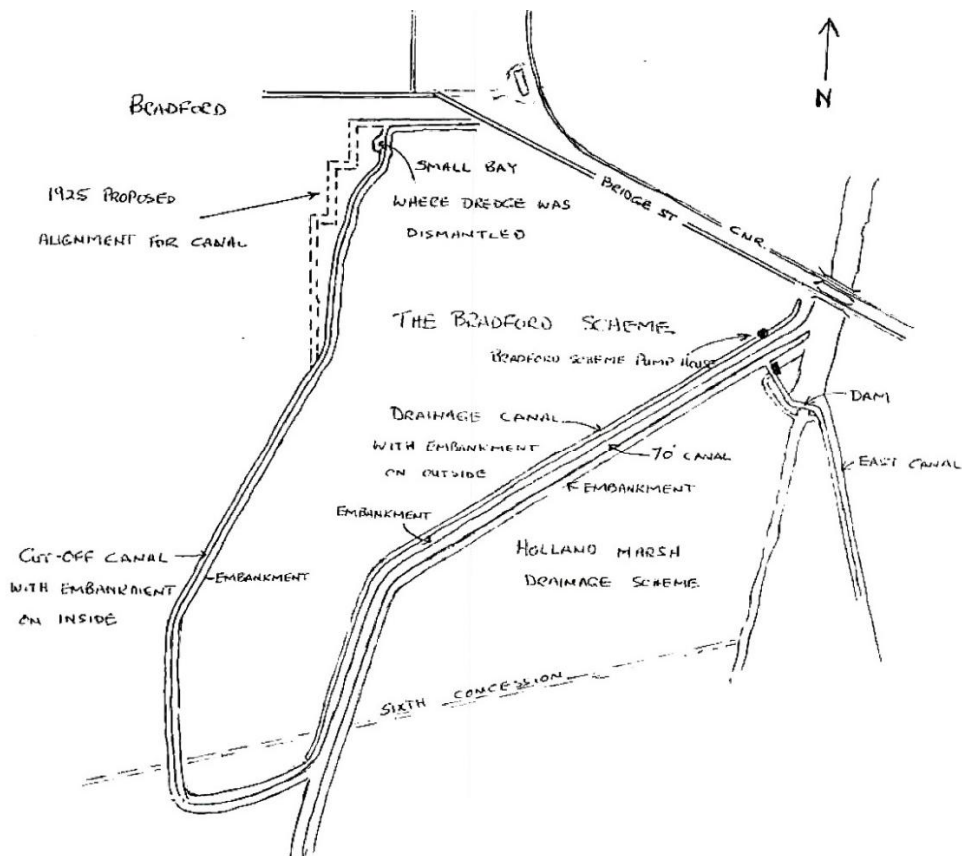


Figure 8. De Bradford Polder (Jackson, 1998)

De Kootenay rivier - Creston Valley is een riviervallei in het achterland, gelegen aan de bovenstroomse kant van het Kootenay meer in de buurt van Creston. Het gebied kent een afgenomen dreiging van periodieke overstromingen als gevolg van gedeeltelijke regulering door ontwikkeling van waterkracht en inpolderingen (Group Polder Development, 1982).

Sinds het begin van de 20^e eeuw is door inpoldering minstens 800 ha aan de stad Toronto toegevoegd (Group Polder Development, 1982).

Algemene kenmerken van de polders in Canada zijn weergegeven in Tabel I. Tabel II geeft de kenmerken weer van de waterhuishouding en de bescherming tegen overstromingen van de bestaande polders.

Voorgestelde polders

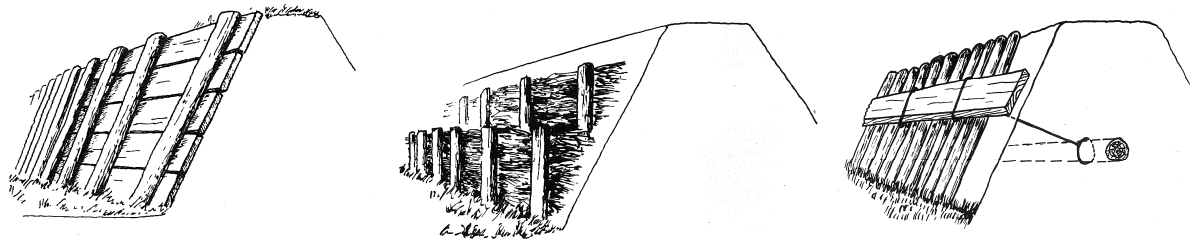
Er zijn geen voorgestelde polders geïdentificeerd.

Ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud

Baird (1954) beschreef dat in 1949 op een gebied van ongeveer een hectare dijkland twee typen drains werden geïnstalleerd om te testen. Het doel van de test was om gegevens te verzamelen over de efficiëntie van elk van de typen, evenals over de kosten per hectare. Eén type was een 10 cm niet-corrosieve vezelbuis, met aan twee kanten geboorde gaten. Deze drains waren bijna 2,50 m lang en werden met elkaar verbonden door een koppeling of een kraagstuk. Het andere type werd gelegd met gewone 10 cm kleipijpen, met 10 cm brede planken onder de pijpen om verplaatsing in de zachte grond te voorkomen. Een van de moeilijkheden bij het leggen van buizen in dijkland grond was om een stevig en gelijkmatig bed te verkrijgen. Sommige plekken waren redelijk stevig, terwijl andere erg zacht waren. Omdat de dijkland grond zo ondoordringbaar was, werden de drains op een afstand van ongeveer 6 m gelegd. Deze afstand was kostbaar. In 1950 werd nog een test gedaan. Op basis van deze testen

concludeerde hij dat ondergrondse drainage alleen haalbaar was als er commerciële gewassen werden verbouwd.

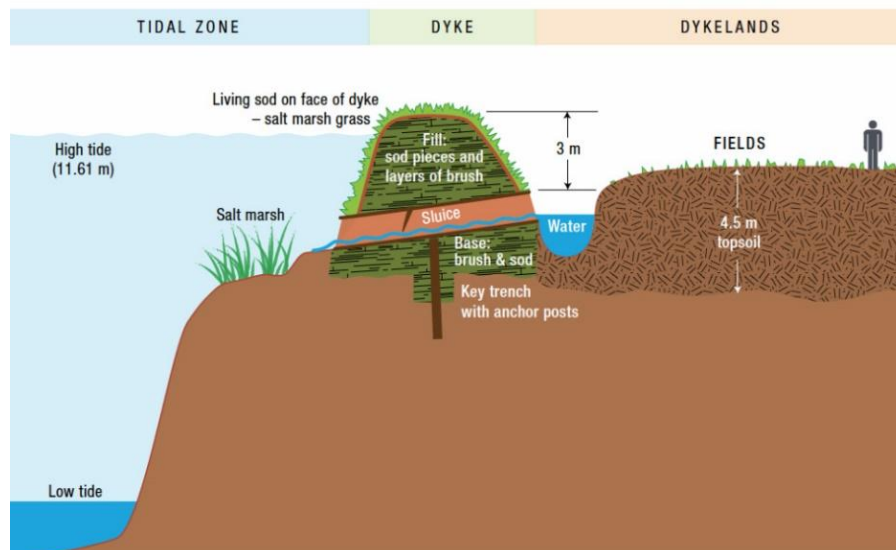
Schott (1955) beschreef dat in het gebied van de Baai van Fundy de dijken langs de kusten hoger waren dan de dijken langs de rivieren. De hoogte van de oude dijken (sinds ca. 1620) was ongeveer 1,50 – 1,80 m. Hij liet profielen zien van dijken met verschillende oeververdediging (Figuur 9).



Figuur 9. Oude dijkprofielen met verschillende oeverbescherming van de polders langs de kusten van de Baai van Fundy (Schott, 1955)

Desplanque (1983) beschreef dat voor de polders in de Baai van Fundy bemaling onrendabel was en dat de afvoer van de polders werd verzorgd door uitwatering sluizen. De sluizen varieerden van duikers van 3 * 3 m tot veelvouden van naast elkaar geplaatst duikers van 1,2 * 1,5 m, gemaakt van geïmpregneerd hout en met asfalt gecoate stalen buizen. De kleppen waren gemaakt van brons of staal en werden opgehangen met scharnieren of stalen kettingen. Er werden voorzieningen getroffen om ze te beschermen tegen de ijsdruk. Hij vermeldde ook dat er voor beheer en onderhoud *marsh bodies* waren die waren gekozen door de landeigenaren en werden bijgestaan door provinciale functionarissen van de ministeries van Landbouw van Nova Scotia - 86 *marsh bodies* - en New Brunswick - 39 *marsh bodies*.

UNESCO World Heritage Centre (2012) toont een typische dwarsdoorsnede van de polders in de Grand Pré (Figuur 10). Ook tonen ze de lay-out principes van een *aboiteau*, die verwijst naar het deel van de dijk rond de sluis (Figuur 11).

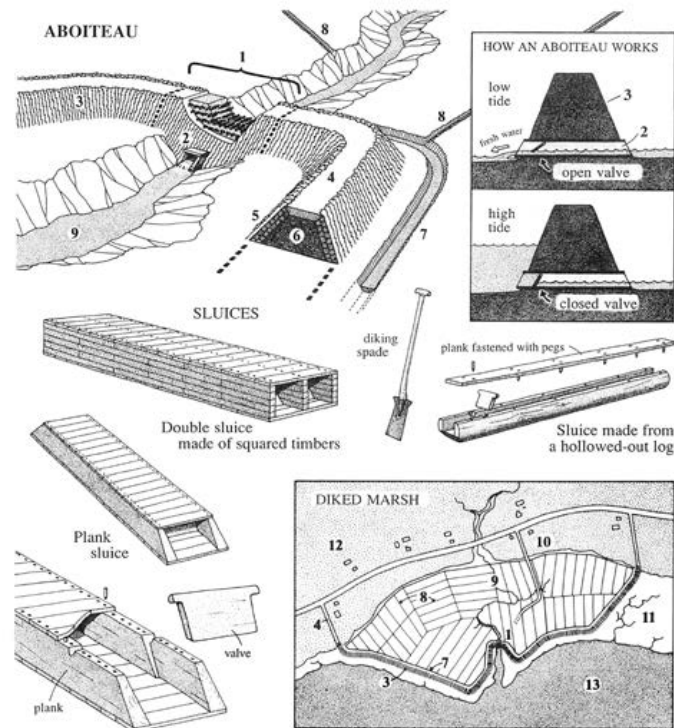


Figuur 10. Typische dwarsdoorsnede van de polders bij Grand Pré, inclusief het getijverschil, de kwelder, het *aboiteau* systeem en de akkers (UNESCO World Heritage Centre, 2012)

De historische ontwikkeling van de Holland Marsh is samengevat in een PowerPoint-presentatie van Smart and Associates. Enkele punten in deze presentatie met betrekking tot drainage en bescherming tegen overstromingen zijn:

- oppervlakte van de Holland Marsh 2833 ha (7000 acre);
- oorspronkelijk werd er één elektrisch pompstation gebouwd - het Art Janse Pompstation - met twee pompen, capaciteit 151 m³/min (40.000 gpm), wat 7,7 mm/dag is geteld over het poldergebied;

- 1949 werd het V. Bardawill Pompstation ook gebouwd;
- op 15 oktober 1954 werd de polder overstroomd door de impact van orkaan Hazel;
- 1955 werd bovendien het Charles Davis Pompstation gebouwd - capaciteit 51 m³/min - ter vervanging van het V. Bardawill Pompstation (Madramootoo en Abbasi, 2022);
- 1993 reconstructie van het Art Janse Gemaal, capaciteit 254 m³/min (67.000 gpm), wat 13 mm/dag is geteld over het poldergebied;
- het Moeras is voorzien van een drainage- en irrigatiesysteem;
- bescherming tegen overstromingen gebaseerd op een faalkans van 1/100 per jaar.



Legend: 1 – Aboiteau. This term designates not only the sluice but also the part of the dike which crosses the stream. Here, the dike is reinforced by fir trees laid transversally with alternate layers of clay soil. 2 – Sluice. 3 – Levee or dike. 4 – Road or path along the top of the dike. 5 – Dike facing made of sod. 6 – Earthen core (made of soil dug from the marshlands). 7 – Contre-ceinture. 8 – Drainage ditch. 9 – Stream. 10 – Road leading into the marshlands. 11 – Salt marsh. 12 – Dwellings on higher terrain. 13 – River or bay.

Figuur 11. Lay-out en principes van een aboiteau (UNESCO World Heritage Centre, 2012)

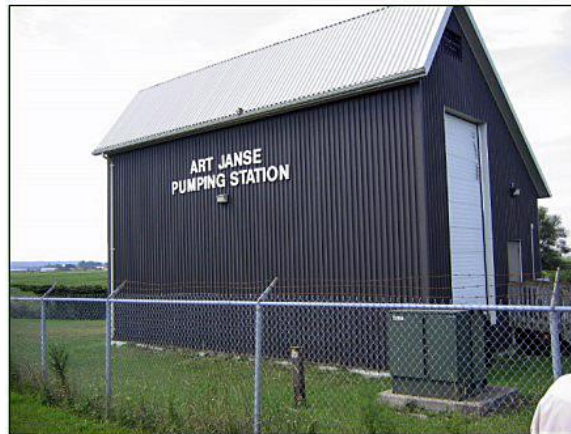
Rupke and Associates Ltd. (1985) deden een kalibratie studie van de twee gemalen van de Holland Marsh. Ten tijde van de studie werd het overtollige water weggepompt door drie dieselpompen van het V. Bardawill gemaal en sinds 1957 het Charles Davis gemaal en twee elektrische pompen van het Art Janse gemaal (Figure 12). De gemalen bevonden zich aan beide uiteinden van de voormalige Schomberg rivier in de Holland Marsh. Na de reconstructie van het Art Janse gemaal in 1993 was de capaciteit 254 m³/min, of 13 mm/dag (Smart Associates Ltd., power point presentatie).

Het oorspronkelijke ontwerp van A. Baird toonde de afmetingen van kanalen en dijken. Na de overstroming als gevolg van de orkaan Hazel resulteerde de reconstructie van het kanaal in een aantal aanpassingen (Tabel III) (Smart and Associates, 2009).

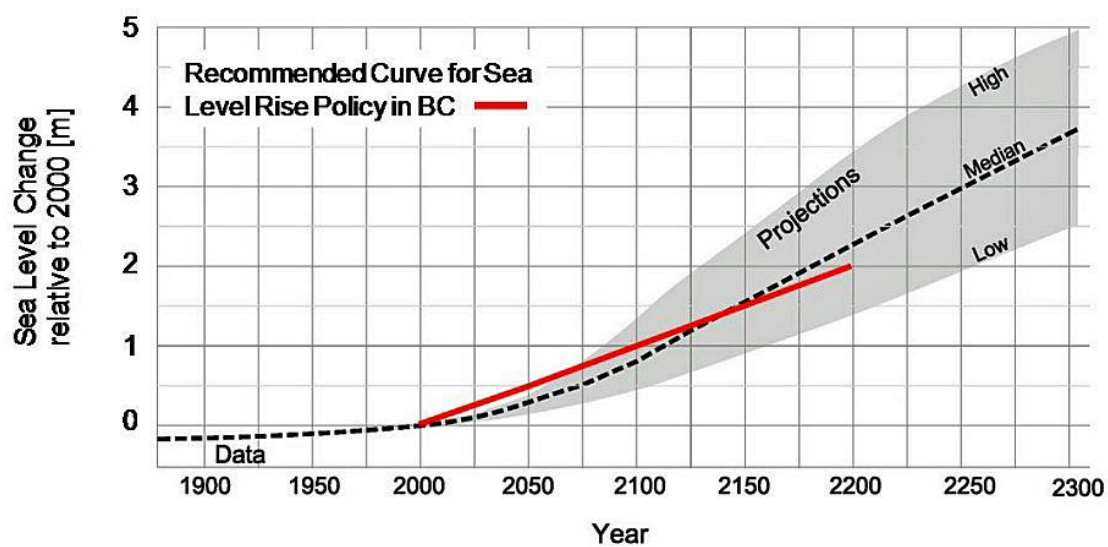
Madramootoo en Abbasi (2022) beschreven dat de landbouwgronden oorspronkelijk werden ontwaterd door open drains en dat in 1957 ondergrondse drains zijn aangelegd.

De Bradford Polder is gebouwd in 1925-1926 en voorzien van een elektrisch gemaal van 18,9 m³/min (5.000 gpm) (Jackson, 1998).

Voor de provincie British Columbia is er een aanbevolen mondiale zeespiegelstijgingscurve voor de planning en het ontwerp voor de bescherming tegen overstromingen (Figuur 13) (Ministry of Water, Land and Air Protection, 2018).



Figuur 12. Art Janse gemaakt van de Holland Marsh (Bartram et al., 2007)



Figuur 13. Aanbevolen mondiale curve voor de zeespiegelstijging voor planning en ontwerp van voorzieningen ter bescherming tegen overstromingen (Ministry of Water, Land and Air Protection, 2018).

Wetgeving

Nesbit (1885) beschreef dat er in 1873 in New Brunswick en Nova Scotia wetten betreffende de dijken waren. Hij liet ook verschillende clausules van de wetten zien. Wat betreft wetgeving met betrekking tot landaanwinning zijn er de Federal Maritime Marshlands Rehabilitation Act, aangenomen in 1948, en de aanvullende provinciale wetten betreffende landaanwinning van 1949 door de regeringen van Nova Scotia en New Brunswick in 1949. Deze wetten stonden toe dat overeenkomsten werden gesloten waarbij de regering van Canada de werken ter bescherming tegen overstromingen, normaal gesproken dijken, uitwateringsluizen en golfbrekers, zou bouwen of reconstrueren en de verantwoordelijkheid zou nemen voor het onderhoud van deze werken totdat ze werden overgedragen aan de provincies. De federale overheid was ook verantwoordelijk voor alle technische werkzaamheden in verband met het volledige programma. De provincies waren verantwoordelijk voor de organisatie van de polders, het waterbeheer en verwerving van eventueel benodigd land en voor het initiëren en opvolgen van een geschikt grondgebruik programma. Omdat Prince Edward Island zo'n klein poldergebied had, werd er in die provincie geen provinciale wetgeving nodig geacht.

Ligging van de polders in Canada zoals getoond op de Wereld polder kaart

De ligging van de polders in Canada is weergegeven in Figuur 14.



Figuur 14. Ligging van de polders in Canada (bron: esri – Batavialand)

In Tabel IV zijn de door Prof. Adriaan gemaakte foto's weergegeven.

Dankbetuiging

De auteur wil graag Prof. Chandra Madramootoo bedanken voor het checken van het document en voor het leveren van aanvullende informatie.

Referenties

- Archibald, E.S., 1944. Maritime dykeland rehabilitation. *Can. Geogr. Journal*, Vol. 28, 198-202.
- Baird, A., 1924. *Original engineers report*. 19 June.
- Baird, W.W., 1943. *Reclamation of dykelands in the maritimes*. Agr. Eng. Conference.
- Baird, W.W., 1954. *Report on dykeland reclamation 1913 to 1952*. Department of Agriculture, Experimental Farms Service. Ottawa, Canada.
- Bartram, J., S.L. Swail and B. Mausberg, 2007. *The Holland Marsh: challenges and opportunities in the Greenbelt*. Friends of the Greenbelt Foundation Occasional Paper Series. Toronto, Canada.
- Brownell, Evelyn and Scott, Gordon, 1949. *A study of Holland Marsh, its reclamation and development*. Department of Planning & Development, Immigration Branch, Ontario, Canada.
- Carson, R.W., 2006. *Integrated Flood Management in the Red River Valley – Canada*. In: Alphen, J. van, E. van Beek and M. Taal (eds.). *Floods, from defence to management*. Symposium Proceedings. Taylor & Francis. Leiden/London/New York/Philadelphina/Singapore.
- Classens, M., in preparation. *From 'dismal swamp' to 'smiling farms': A brief political ecology of the Holland marsh. From the midway to the marsh*. In: Nijhuis, S., B. Schultz and M. Pouderoijen. *Polder Landscapes of the World*.
- Crawley, H.O., 1845. Description of the method of reclaiming the Tantramar and adjoining marshes, in New Brunswick, from the sea. *Royal Engineers Professional Papers*. Vol. 8.
- Desplanque, C., 1952. De 'Dykelanden' in de Maritieme provincies van Canada. *Tijdschrift Nederlandse Heidemaatschappij*. p.p. 14-20.
- Desplanque, C., 1983. *Dykelanden (polders) along the bay of Fundy, Canada*. In: Proceedings International Symposium 'Polders of the World'. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, the Netherlands.

- Group Polder Development, Department of Civil Engineering, Delft University of Technology, 1982. *Polders of the World. Compendium of polder projects*. Delft, the Netherlands.
- Jackson, G. 1998. *The Big Scheme: The draining of the Holland Marsh*. Bradford Print Shoppe. Bradford: Ontario, Canada. <https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/16968>.
- Landscape of Grand Pré, 2012. *Landscape of Grand Pré, Nova Scotia. Inscribed as a UNESCO World Heritage Site since 2012*. www.landscapeofgrandpre.ca/the-acadians-and-the-creation-of-the-dykeland-1680ndash1755.html and UNESCO World Heritage Centre, 2012. *Landscape of Grand Pré*. <https://whc.unesco.org/en/list/1404>. Paris, France.
- Madramootoo, C.A. and N.A. Abbasi, 2022. One hundred years of drainage development in the Holland Marsh, Canada, and implications for long-term sustainability. *Irrigation and Drainage*, Early view.
- McCarthy, L.W., 1952. *The reclamation of tidal marshland in the maritime provinces of Canada*. In: Proceedings of the fifth Canadian Soil Mechanics Conference, Ottawa, Canada.
- Michalsky, M. and A. Shaw, 2017 *Holland Marsh Drainage System Canal Improvement Project: An Environmental Good News Story*. In: Proceedings 48th Annual Drainage Engineers Conference. <https://journal.lib.uoguelph.ca/index.php/drainage/article/view/4108/4063>.
- Ministry of Water, Land and Air Protection of British Columbia, 2018. *Flood hazard area land use management guidelines*. https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/integrated-flood-hazard-mgmt/flood_hazard_area_land_use_guidelines_2017.pdf
- Mirza, C. and R.W. Irwin, 1964. Determination of subsidence of an organic soil in Southern Ontario. *Canadian Journal of Soil Science*, 44(2), 248-253. <https://doi.org/10.4141/cjss64-035>.
- Nesbit, D.M., 1885. *Tide marshes of the United States*. U.S. Department of Agric, Misc, Spec, Report Nr. 7. Washington, USA.
- Parker, J.S., 1950. The reclamation of tidal marshlands. *Agr. Inst. Rev.* Vol. 5, S. 39.
- Retson, G.C., 1951. Reclamation of the Marshlands of Nova Scotia. *Econ. Ann.*, Vol. 21, 14-19.
- Robinson, S., D. van Roosdij and H. Kolstee, 2004. Chance in dykeland practices in agricultural salt marshes in Cobequid Bay, Bay of Fundy. *BoFEP Conference Proceedings*.
- Rudin, R., 2021. *Against the tides: reshaping landscape and community in Canada's maritime marshlands*. UBC Press, Vancouver, Canada.
- Rupke and Associates Ltd., 1985. *Calibration study of the Holland Marsh polder drainage pumps*. Technical Report no. 4. Bradford, Canada.
- Schott, C., 1955. *Die Kanadischen Marschen*. Geog. Inst. University of Kiel (in German).
- Shaw, J., C.L. Amos, D.A. Greenberg, C.T. O'Reilly, D.R. Parrott and E. Patton, 2010. Catastrophic tidal expansion in the Bay of Fundy, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 47: 1079–1091.
- Smart and Associates Ltd., *The Holland Marsh drainage system: a case study*. Town of Bradford, West Gwillimbury King Township. power point presentation
- Smart and Associates. 2009. *Engineering report: Holland Marsh drainage system canal improvement project*. Volume 1, file no. 03-023. K. Smart and Associates Limited. <https://hollandmarsh.org/Home/Drains>.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2024. *World population prospects, medium prognosis. The 2024 revision*. New York, USA.
- Waite, D.E., 2008. *Maple ridge & pitt meadows. A History in Photographs. Pitt meadows*. Waite Bird Photos Inc., Maple Ridge, B.C., Canada.
- Warren, G.M. 1911. *Tidal marshes and their reclamation*. U.S. Department of Agriculture.
- Web site:
Information on legislation: https://www66.statcan.gc.ca/eng/1956/195604440412_p.%20412.pdf

Bart Schultz

Lelystad, januari 2025

Tabel I. Algemene karakteristieken van de polders in Canada

Naam	Inpoldering	Oppervlakte in ha	Type *)	Breedtegraad	Lengtegraad	Niveau in m+MSL	Grondgebruik
Polders langs de Baai van Fundy:	1633	20	LGS	46° 39' N	63° 57' W	9	Landbouw
• polder op Prince Edward Island		18,000	LGS	45° 07' N	64° 18' W	6	Landbouw
• polders in Nova Scotia		18,000	LGS	45° 54' N	64° 19' W	4	Landbouw
• polders in New Brunswick							
Pitt Polder	1911/1951	2,833	RLL	49° 18' N	122° 37' W	9	Landbouw
Alouette Polder	1911/1953	440	RLL	49° 15' N	122° 38' W	9	Landbouw
Bradford Polder	1925-1926	81	RLL	44° 07' N	97° 33' W	218	Landbouw
Holland Marsh	1925-1930						
* Old Marsh		2,833	RLL	44° 03' N	79° 35' W	215	Tuinbouw
* New Marsh		5,250	RLL	44° 10' N	79° 31' W	215	Tuinbouw
Kootenay River-Creston Valley			RLL	49° 06' N	116° 34' W	535	Landbouw
Polder in Toronto		800	RLL	43° 52' N	78° 46' W	70	Stedelijk
Polder of Sumas	Before 1894	4,000	DL	49° 3' N	122° 8' W	1	Multiple land use
Several small polders in and south of Winnipeg along the Red River	After 1968		RLL	49° 39' N	97° 4' W	238	Multiple land use
Squamish River Delta			RLL	49° 42' N	123° 10' W	6	Meervoudig grondgebruik
Tantramar Marshes			RLL	45° 56' N	64° 19' W	4	Landbouw
Totaal		83,431					

*) RLL = ingepolderd laagland; LGS = bedijking; DL = droogmakerij

Tabel II. Karakteristieken van de waterbeheersing systemen en de voorzieningen ter bescherming tegen overstroming van de polders in Canada

Naam	Ontwerpnorm in kans van optreden/jaar							
	Waterbeheersing					Bescherming tegen overstroming kans/jaar		
	Ontwatering, afwatering en waterlozing					Irrigatie	Platteland	Stedelijk
	Type	Ontwerpnorm	Percentage open water	Afvoercapaciteit				
m ³ /s				mm/dag				
Polders langs de Bay of Fundy: <ul style="list-style-type: none"> polder op Prince Edward Island polders in Nova Scotia polders in New Brunswick 	LGS LGS LGS						Dijk kruin 6 m+MSL Dijk kruin 6 m+MSL Dijk kruin 6 m+MSL	
Pitt Polder	RLL						1/100 Dijk kruin 16 m+MSL	
Alouette Polder	RLL						1/100 Dijk kruin 16 m+MSL	
Bradford Polder	RLL			0.32	33.6			
Holland Marsh <ul style="list-style-type: none"> Old Marsh New Marsh 	RLL RLL	Depth 1.2 m Spacing 8-12 m Diameter 100 mm			25-30			
Kootenay River-Creston Valley	RLL							
Polder in Toronto	RLL							
Polder of Sumas	DL							
Several small polders in and south of Winnipeg along the Red River	RLL							1/100 Centre of Winnipeg 1/700
Squamish River Delta	RLL							
Tantramar Marshes	RLL							

Tabel III. Specificaties van het afwatering systeem en van de voorzieningen ter bescherming tegen overstromingen van de Holland Marsh (naar Smart and Associates, 2009)

	North Canal van Highway 9 tot North Branch rivier	North Branch rivier tot 610 m ten oosten van Simcoe Road	Oosten van Simcoe Road tot punt van samenkomst ten westen van CN Railroad		Langs South Canal
<i>Oorspronkelijk ontwerp van A. Baird</i>					
Kanaal:					
• boven breedte	11.6	18.3	21.3		11.6
• bodem breedte	6.1	12.2	12.2		6.1
• diepte	2.1	2.1	2.1		2.1
Dike:					
• boven breedte			≥ 5.5		
• bodem breedte			≥ 11,6		
• hoogte			2.1		
Afstand tussen de teen van de dijk en de insteek van het kanaal			1.8		
<i>Hersteld en aangepast kanaal na de overstroming ten gevolge van Hurricane Hazel</i>					
Kanaal:					
• boven breedte	17.7	19.8	23.2		16.5
• bodem breedte	12.2 – 18.3	12.2 – 18.3	12.2 – 18.3		12.2 – 18.3
• diepte	3.0	3.0	3.0		3.0
Afstand tussen de teen van de dijk en de insteek van het kanaal	0	0	0		0

Tabel IV. Door Prof. Adriaan Volker genomen foto's van polders in Canada

		
<p>A2 001/II.2.1 Drainage machine in Canada</p>	<p>A2 002/II.2.2 Drainage machine in Canada</p>	<p>A2 003/II.2.3 Drainage machine in Canada</p>
		
<p>A2 004/II.2.4 Rij schutsluizen, waarschijnlijk in Ottawa</p>	<p>A2 005/II.2.5 Prof. Adriaan Volker op een veerpont op het John Diefenbaker meer</p>	<p>A2 006/II.2.6 Prof. Adriaan Volker op een veerpont op het John Diefenbaker meer</p>