

Prof. Dr. G. DE MOOR¹ en Dr. J. LANCKNEUS²

1. De winning van zand en grint

Zand en grint werden in de vorige decennia uitsluitend geëxploiteerd op land. De steeds groeiende vraag naar zand, samen met het algemeen grondbeleid en de groeiende milieuzorg waren verantwoordelijk voor het feit dat er in de jaren zeventig belangstelling ontstond voor ontginning op het continentaal plat. In 1974 kwam een Koninklijk Besluit tot stand dat de ontginning van oppervlakkige sedimenten op het Belgisch Continentaal Platform reglementeert.

Op het Belgisch Continentaal Plat (oppervlakte ongeveer 300 km²) zijn er thans twee ontginningsgebieden. De concessiezone II die de Vlaamse Banken omvat met meer bepaald de Kwintebank, de Buiten Ratel en de Oost Dyck, staat open voor ontginning door privé -ondernemingen. De concessiezone I die de Gootebank beslaat, is voorbehouden voor ontginning ten behoeve van Openbare Werken. Concessies worden verleend door het Ministerie van Economische Zaken. De ontginning gebeurt meestal door sleephopperzuigers die zelden meer dan een halve meter diep doordringen. Hierbij laten we de baggerwerken voor onderhoud van de toegangseuilen tot Oostende en Zeebrugge buiten beschouwing. Van 1976 tot 1986 werd er ongeveer 6 miljoen m³ zand ontgonnen. Het zand wordt hoofdzakelijk gebruikt in de bouwsector, voor het aanleggen van wegen en ook voor strandverhogingen.

Figuur 1 geeft een beeld van de grenzen van het Belgisch Continentaal Plat, van de ligging van de voornaamste zandbanken, waaronder de Kwintebank, de Buiten Ratel, de Oost Dyck en de Gootebank. De geul tussen Kwintebank en Buiten Ratel is de Ratelgeul; die tussen Buiten Ratel en Oost Dyck is de Ratelgeul. De kaart toont ook de ligging van de beide concessiezones en de banken die er deel van uitmaken.

¹ Laboratorium voor Fysische Aardrijkskunde, Universiteit Gent, Krijgslaan 281, B-9000 Gent

²Laboratorium voor Fysische Aardrijkskunde, Universiteit Gent, Krijgslaan 281, B-9000 Gent

Onderstaande tabel 1 geeft de hoeveelheden zand in m³ ontgonnen op de Vlaamse Banken (concessiezone II) tussen 1976 en 1986 (bron: Ministerie van Economische Zaken).

Jaar	Kwintebank	Buiten Ratel	Oost Dyck	Totaal
1976	X	X	X	44.241
1977	X	X	X	335.429
1978	X	X	X	430.366
1979	X	X	X	580.174
1980	X	X	X	663.275
1981	420.000	95.000	180.000	694.745
1982	290.000	87.000	196.000	573.183
1983	371.000	50.000	160.000	581.316
1984	293.279	27.198	167.881	488.357
1985	339.981	43.401	118.957	502.239
1986	285.378	60.176	150.627	496.181

Meer dan 60 % van het zand werd ontgonnen op het noordelijk uiteinde van de Kwintebank. De Oost Dyck en de Buiten Ratel leverden respectievelijk 30 en 10 %. De ontginning is seizoengebonden, waarbij januari en februari, omwille van het slechte weer, de maanden van geringe produktie zijn. De ontginning in de maand juli is eveneens miniem daar de vraag naar zand gedurende deze maand sterk afneemt. De exploitatie gebeurt soms ook op het zuidelijk gedeelte van de Kwintebank waar de sedimenten fijner zijn en het bodemreliëf minder oneffen is door het geringer belang van de zandgolven.

Tot 1991 werd zelden grint voor commerciële doeleinden geëxploiteerd op het Belgisch Continentaal Plat. Grint dat op onze kust aangevoerd wordt is hoofdzakelijk afkomstig van het mondingsgebied van de Theems. In het kader van de activiteiten rond het leggen van de gasaanvoerleiding (seapipe) vanuit de winningsvelden in de Noordelijke Noordzee naar Zeebrugge is er in 1991 echter interesse voor grintontginning op het Belgisch Continentaal Plat gerezen bij de Belgische baggermaatschappijen. Dit grint wordt gebruikt om de ingegraven gasleiding te bedekken in de nabijheid van de haven van Zeebrugge, in plaats van gebruik te maken van blauwe hardsteen. Na een aantal prospecties te hebben uitgevoerd, werd de concentratie van het grint in de Ratelgeul hoog genoeg bevonden om exploitatie te rechtvaardigen. In augustus en september 1991 werd binnen een beperkt gebied in de Ratelgeul (zie figuur 2) ongeveer 250.000 m³ grint ontgonnen en voor Zeebrugge in de Seapipe-sleuf gestort.

Het grint heeft een complexe samenstelling zowel granulometrisch als petrografisch. Het is afkomstig van verschillende herkomstgebieden en door complexe aanvoermechanismen ter plaatse gebracht. Het bestaat overwegend uit silex maar andere elementen zoals zandsteen, kalkzandsteen en kristallijne gesteenten (vooral graniet) komen er ook in voor. De uitbreiding is beperkt tot kleine afzonderlijke velden. De dikte bereikt zelden meer dan 1 m.

De vraag naar de herkomst en naar de aanvoermechanismen van dit grint vormt een wetenschappelijke spin off van dit onderzoek die in feite een oudere klassieke vraag van de Noordzeegeologie terug oprakelt. Het grootste deel van het grint is oorspronkelijk aangevoerd door rivieren gedurende de jongste ijstijden op het continentaal platform dat droog lag ingevolge zeespiegeldaling die tot meer dan 100 m reikte. Een deel is losgewerkt uit het substraatgesteente, een deel herwerkt uit oudere rivierterrassen. Het kristallijn element is waarschijnlijk primair als een glaciair sediment meer noordelijk afgezet en door rivieren of door proglaciair smeltwater zuidwaarts vervoerd. Het meeste grint is er dus niet door marien transport aangevoerd, maar dient beschouwd te worden als een uitwassingsproduct van grindhoudende lagen die door de holocene getijwerking aangesneden geweest zijn.

2. De prospectie van zand en grint

Het Laboratorium voor Fysische Aardrijkskunde van de Universiteit Gent (Dir. Prof. Dr. G. De Moor) is sinds 10 jaar werkzaam in het kader van zeewetenschappelijk onderzoek op het Belgisch Continentaal Plat. Hiertoe behoren onderzoekingen naar het voorkomen van zand en grint en naar de granulometrische en lithologische kenmerken van de oppervlakkige zeebodemsedimenten. De stalen worden meestal genomen met een Van Veen grijper. De interne bouw van de sedimenten wordt bestudeerd met ondiepe hoge-frequentie seismiek (subbottom profiling). De plaatsbepalingen gebeuren met het Syledis-systeem dat een nauwkeurigheid biedt van 2 tot 3 m. Trilboringen worden gebruikt om de interpretatie van de seismische opnames te calibreren en te controleren. Figuur 3 geeft een voorbeeld van een subbottom registratie op het centrale gedeelte van de Gootebank. Figuur 4 geeft voorbeelden van twee afgeleide seismo-lithologische profielen doorheen de Kwintebank.

Sedimentologische analyses van de stalen en sedimentologische parameterbepalingen worden uitgevoerd in het Laboratorium. De belangrijkste sedimentologische parameters zijn het grafisch gemiddelde (Folk and Ward), de grint-, zand- en silt-kleigehalten, de sorteringsgraad (Folk and Ward) en het CaCO₃-gehalte. De granulometrische analyses gebeuren zowel op het natuurlijke staal als op het ontkalkte sediment. De grintvoorkomens en de grintsamenstelling worden eveneens onderzocht.

Het grint heeft een complexe samenstelling zowel granulometrisch als petrografisch. Het is afkomstig van verschillende herkomstgebieden en door complexe aanvoermechanismen ter plaatse gebracht. Het bestaat overwegend uit silex maar andere elementen zoals zandsteen, kalkzandsteen en kristallijne gesteenten (vooral graniet) komen er ook in voor. De uitbreiding is beperkt tot kleine afzonderlijke velden. De dikte bereikt zelden meer dan 1 m.

De vraag naar de herkomst en naar de aanvoermechanismen van dit grint vormt een wetenschappelijke spin off van dit onderzoek die in feite een oudere klassieke vraag van de Noordzeegeologie terug oprakelt. Het grootste deel van het grint is oorspronkelijk aangevoerd door rivieren gedurende de jongste ijstijden op het continentaal platform dat droog lag ingevolge zeespiegeldaling die tot meer dan 100 m reikte. Een deel is losgewerkt uit het substraatgesteente, een deel herwerkt uit oudere rivierterrassen. Het kristallijn element is waarschijnlijk primair als een glaciair sediment meer noordelijk afgezet en door rivieren of door proglaciair smeltwater zuidwaarts vervoerd. Het meeste grint is er dus niet door marien transport aangevoerd, maar dient beschouwd te worden als een uitwassingsproduct van grindhoudende lagen die door de holocene getijwerking aangesneden geweest zijn.

2. De prospectie van zand en grint

Het Laboratorium voor Fysische Aardrijkskunde van de Universiteit Gent (Dir. Prof. Dr. G. De Moor) is sinds 10 jaar werkzaam in het kader van zeewetenschappelijk onderzoek op het Belgisch Continentaal Plat. Hiertoe behoren onderzoekingen naar het voorkomen van zand en grint en naar de granulometrische en lithologische kenmerken van de oppervlakkige zeebodemsedimenten. De stalen worden meestal genomen met een Van Veen grijper. De interne bouw van de sedimenten wordt bestudeerd met ondiepe hoge-frequentie seismiek (subbottom profiling). De plaatsbepalingen gebeuren met het Syledis-systeem dat een nauwkeurigheid biedt van 2 tot 3 m. Trilboringen worden gebruikt om de interpretatie van de seismische opnames te calibreren en te controleren. Figuur 3 geeft een voorbeeld van een subbottom registratie op het centrale gedeelte van de Gootebank. Figuur 4 geeft voorbeelden van twee afgeleide seismo-lithologische profielen doorheen de Kwintebank.

Sedimentologische analyses van de stalen en sedimentologische parameterbepalingen worden uitgevoerd in het Laboratorium. De belangrijkste sedimentologische parameters zijn het grafisch gemiddelde (Folk and Ward), de grint-, zand- en silt-kleigehalten, de sorteringsgraad (Folk and Ward) en het CaCO₃-gehalte. De granulometrische analyses gebeuren zowel op het natuurlijke staal als op het ontkalkte sediment. De grintvoorkomens en de grintsamenstelling worden eveneens onderzocht.

Figuur 5 geeft enkele voorbeelden van korrelverdelingsdiagrammen voor zanden afkomstig van de Kwintebank. De sedimentologische parameters worden voorgesteld op kaarten. De figuren 6 en 7 geven de cartografische voorstelling van het grafisch gemiddelde (Folk and Ward) van het oppervlakkig sediment in de ontginningszone op de noordzijde van de Kwintebank respectievelijk in mei 1983 en in november 1989.

3. Monitoring van de fysische gevolgen van de zandwinning

Het Laboratorium voor Fysische Aardrijkskunde bestudeert sinds 1980, en dit in opdracht van de Dienst Mijnwezen van het Ministerie voor Economische Zaken, naast de veranderingen ook de gevolgen van de zandontginningen op de sedimentologische kenmerken van de oppervlakkige sedimenten, op de morfologie van de zandbanken, op de sedimentvoorraden en op de bodemstabiliteit.

3.1 Invloed op de sedimentologische kenmerken

De verandering van de sedimentologische kenmerken gedurende de exploitatie op de noordzijde van de Kwintebank over de periode 1983- 1989 kan afgeleid worden door vergelijking van de figuren 6 en 7. Die vergelijking laat duidelijk zien in welke mate en waar vergroving van het oppervlakkig sediment opgetreden is. Het is natuurlijk niet mogelijk hieruit alleen te bepalen in welke mate deze verandering een gevolg is van de ontginning of van natuurlijke oorzaken, zoals seizoensale veranderingen in de hydrodynamische voorwaarden, of van veranderingen in de hydrodynamiek of in de sedimentaanvoer die zelf uit de ontginning voortvloeien. Het betreft hier een ander voorbeeld van een wetenschappelijke spin off van een monitoring die oorspronkelijk alleen een bedrijfsgebonden doel had maar die achteraf zelf het ontginningsbeleid kan helpen bepalen. In elk geval mag het grovere sediment dat in 1989 in sommige zones voorkomt niet zonder meer als grint geïnterpreteerd worden. Figuur 8 die het CaCO₃-gehalte van dezelfde sedimenten in november 1989 weergeeft, laat duidelijk zien dat op dat ogenblik de grovere sedimenten een hoger kalkgehalte vertoonden waardoor de grofheid hoofdzakelijk aan de aanwezigheid van grote hoeveelheden grof schelpgruis en schelpfragmenten kan toegeschreven worden, die ofwel uit de veegzone uitgewassen zijn of door de getijstrooming aangevoerd werden en daardoor een aanduiding voor de ruimtelijke sterktevariaties van de bodemstroming kan fungeren. Figuur 9 toont overigens dat het eigenlijke grintgehalte er meestal beneden 10% blijft.

3.2 Invloed op de bodemstabiliteit

Hierbij rijzen vooral drie belangrijke vragen: (1) in welke mate zijn de banken in de ontginningszones onderhevig aan veranderingen in positie, hoogte, volume en vorm, en welk is het aandeel van de zandontginning op deze ontwikkeling; (2) bestaat er een natuurlijk herstelmechanisme waardoor de bodemstabiliteit behouden blijft en de ontgonnen sedimenten in min of meerdere mate aangevuld worden, en hoe werkt dit eventuele herstelmechanisme; (3) welke zijn de herkomstgebieden van het nieuw aangevoerde zand en welk is de weerslag van deze aanvoer in de herkomstgebieden zelf.

Bij het onderzoek naar de veranderingen in de morfologie, positie en volume van banken of geulen wordt in de eerste plaats aandacht besteed aan een volumetrische opvolging langsheen vaste referentielijnen die snel en met de gewenste frekwentie en flexibiliteit over het geheel van de exploitatiezone kunnen opgenomen worden. Daartoe worden sequentiële bathymetrische opnamen uitgevoerd langsheen vaste bankdwarsdoorsneden. Nauwkeurige navigatie en positionering, die hiervoor fundamentele vereisten zijn, gebeuren eveneens met het Syledis-systeem. De bruto bathymetrische opnamen worden gedigitaliseerd en verwerkt. Deze verwerking omvat een aantal correcties, zoals onder andere de getijde-reductie, omdat gedurende de vaart de waterdiepte voortdurend verandert in functie van de getijstand, en verder ook de schaaluniformisatie wegens snelheidswisselingen van het schip gedurende de opname. De getijreductie gebeurt naar het H-vlak (vlak van de lokale GLLWS).

De verdere verwerking van het aldus bekomen netto bathymetrisch profiel omvat de berekening van de eenheidsvolumes voor de gehele bank of voor bankgedeelten langsheen de verschillende representatieve referentielijnen op opeenvolgende data, en ten opzichte van vaste referentiehorizonten. Zo kan voor elke doorsnede het bankeenhedsvolume voor de gehele doorsnede boven een bepaald basishorizon of voor een bankkap boven een bepaald horizon berekend worden, bv. de banktop die bij de ontginning van de zanden natuurlijk direct aangesproken wordt. Dit laat toe volumetrische tijdsreeksen op te stellen.

Het voordeel van dergelijke volumetrische tijdsreeksen is dat daarop regressie-analyse kan uitgevoerd worden, waardoor de overeenkomstige ontwikkelingstrend van het bankeenhedsvolume langsheen het profiel kan opgesteld worden en eventueel kortlopende prognoses kunnen afgeleid worden. Bovendien kunnen de regressiecoëfficiënten verwerkt worden in trendkaarten die een globaal beeld van de evolutietrend over de gehele exploitatiezone mogelijk maken.

Figuren 10 en 11 geven een grafisch beeld van een volumetrische tijdsreeks respectievelijk op het sterk aangesproken noordelijk deel van de Kwintebank en op het zuidelijk deel van deze bank. Figuur 12 geeft een voorbeeld van een regressiecurve. Figuren 13 tot 16 geven voorbeelden van trendkaarten voor het absoluut en voor het relatief eenheidsvolume voor de gehele bankdoorsneden en voor topgedeelten van bankdoorsneden op de Kwintebank en op de noordzijde van de Buiten Ratel.. Wegens de grote verschillen in eenheidsvolume van de verschillende stations worden niet alleen absolute eenheidsvolumes beschouwd, maar worden, om de vergelijking te objectiveren, ook relatieve eenheidsvolumes ingevoerd, bekomen door verrekening naar referentie-eenheidsvolumes typisch voor elke doorsnede. Het absolute eenheidsvolume langs een doorsnede is het product van de dwarsdoorsnede boven het gekozen referentiehORIZON en een banklengte van 1 m.

Deze techniek laat ook toe volumetrisch residuele bodemladingsverplaatsingen te bepalen op basis van een geomorfologische benadering zonder gebruik te moeten maken van directe punctuele bruto sedimenttransportmetingen waarbij de invloed van de voortdurende tij- en windgebonden veranderingen in stroomsnelheid en stroomrichting en de daarbij horende heen en weer verplaatsingen en directionele sorteringen in functie van de sedimentgebonden kritische snelheden moeilijk kunnen in rekening gebracht worden.

Vorm-, plaats- en hoogteveranderingen van de bank worden ook onderzocht door vergelijking van gecorrigeerde hypsometrische profielen, op dezelfde manier afgeleid van de bathymetrische opname, en opgenomen op verschillende tijdstippen. Ook hoogteverschilkaarten worden voor deze monitoring toegepast. Hiervoor is het evenwel nodig over een areaal dichtere spreiding van de meetpunten te beschikken wat dan de flexibiliteit en snelheid van opname en de vergelijkbaarheid van de resultaten vermindert.

Beschouwingen over de impact van zandontginningen op de zandvoorraad worden evenwel bemoeilijkt door het feit dat natuurlijke processen moeilijk te onderscheiden zijn van de menselijke ingrepen. Zo kan een storm ook een volumeverandering van de bank als gevolg hebben.

3.3 Maintenance en residuele transportbanen

Het eventueel bestaan van een natuurlijk herstelmechanisme kan o.a. afgeleid worden uit de volumetrische tijdsreeksen (zie figuren 10 en 11) . Dergelijke gegevens over de residuele volumetrische veranderingen duiden aan dat de banken aan een zeker herstelmechanisme onderhevig zijn dat verantwoordelijk is voor de aanvoer van nieuw sediment dat ook boven op de banken gebracht wordt.

Hierbij stellen zich onmiddellijk vragen over het aanvoermechanisme van nieuw sediment, over de transportpaden en over het aktueel opbouwmechanisme van de banken. Deze laatste vraag vormt een belangrijk aanknopingspunt met het klassieke probleem van de genese van zandbanken in getijdewateren op het ondiepe continentaal plat, een probleem dat sinds VAN VEEN (1936) aan de orde van de dag blijft en nu meer dan ooit onder impuls van de mariene onderzoeksprogramma's van de EG in het brandpunt van de belangstelling van de submariene geomorfologen en van de sedimentologen staat niet alleen omwille van hun wetenschappelijke betekenis, maar ook omwille van de vele praktische vraagstellingen, gaande van de stabiliteit van vaargeulen in druk bevaren kustwateren en de productiemogelijkheden van onderzeese zandwinningsplaatsen tot de vorming van reservoirgesteenten voor petroleum en aardgas.

De studie van het herstelmechanisme berust op de reconstructie en analyse van de residuele bodemladingtransportbanen rond de zandbanken. Die reconstructie berust op de analyse van de bewegingsindicatieve geometrische kenmerken van oppervlakkige bewegende sedimentaire structuren zoals zandgolven en megaribbels die door hun asymmetrie en strekking de progradatierichting van het residuele bodemtransport weergeven. Figuur 17 toont dergelijke bodemvormen in een dwarsdoorsnede op de noordelijke Kwintebank. Opvallend is de tegengestelde asymmetrie van de oppervlakkige structuren die op de beide bankflanken voorkomt en die op een opvoeren van zand naar de banktop toe wijst. Opvallend is ook de asymmetrie van de bank zelf, met een steile zijde en een zwakker hellende flank. Die oppervlakkige structuren moeten snel in opeenvolgende fasen en met groot detail nauwkeurig gekarteerd worden. Tot nog toe vormen bathymetrische opnames een techniek die omwille van de afmetingen van die vormen en van de vereiste dichtheid van dieptepunten slechts moeilijk een momentopname van zandgolven en vooral een kartering van megaribbels over grotere oppervlakten toelaat. Voor die sequentiële kartering werd gebruik gemaakt van side scan sonar registraties die met groot detail en snel een akoestisch beeld van de reliëfsvormen levert, dat mits de nodige correcties en interpretatie-operaties een kaartbeeld verschaft van de verschillende types van oppervlakkige structuren en van de gevraagde geometrische kenmerken, waaruit dan de residuele bewegingsrichtingen en de transportbanen van de bodemlading kunnen afgeleid worden.

Figuur 18 geeft een aantal voorbeelden van sonogrammen geregistreerd op de Vlaamse Banken. Hierop kan men duidelijk het onderscheid maken, zoals op sonogram D van figuur 18, tussen de grotere en hogere zandgolven met hun typische asymmetrie en de velden met anders geörienteerde megaribbels die op hun vlakkere rugzijden voorkomen, wat op de werking van verschillende stroomcomponenten schijnt te wijzen.

199.

Figuur 19 geeft een beeld van een afgeleide structuurkaart op de noordkant van de Kwintebank. Uit een dergelijke kaart kan dan een kaart van de residuele bodemtransportbanen afgeleid worden zoals de transportbanenkaart rond de Kwintebank op figuur 20. Men ziet er duidelijk hoe aan de ene zijde vanuit de Kwinte onder vloeddominantie en aan de andere zijde vanuit de Negenvaam onder ebdominantie residuele zandaanvoer naar de bank toe optreedt.

In 1982-85 heeft G. DE MOOR aldus het "Kwintebank model" geformuleerd voor het aktueel maintenanceverschijnsel. Het model stelt voorop dat er een residuele zandaanvoer gebeurt vanuit de geulen naar de bankflanken en een verdere ophoping van het zand op de banktop. Deze zandophoping wordt veroorzaakt door afbuiging van de residuele bodemtransporten in de geulen langsheen de geulranden en door het richtingsverschil tussen de bankas en piekstromen. Deze afbuiging wordt duidelijk aangetoond doordat de geultransversale bewegingsstructuren geleidelijk aan banklongitudinaal worden naar de banktop toe. Door die afbuiging klimmen de oppervlakkige sedimentaire structuren op de bankflanken. Dit gebeurt vanaf beide zijden omdat de ene geul vloeddominant transport kent dat zelfs min of meer residuele erosie op de steile bankflank veroorzaakt, terwijl de andere geul ebdominant transport kent met aanvoer van fijner zand. Deze verschillen worden ook onderlijnd door verschillen in korrelgrootte aan beide zijden. Over lange termijn oscilleert de bank rond een evenwichtspositie waarbij de bankasymmetrie geïnverseerd wordt, wat aangetoond wordt door de wisselende bankasymmetrie die langsheen sommige banken, zoals de Westhinder, duidelijk voorkomt. Dit ophopingsmechanisme zorgt voor het herstel en het behoud van de bank en brengt mee dat de banktop zich herstelt van erosieve fasen veroorzaakt door stormgolven en eventueel ook door zandontginning. De areale en chronologische geldigheid van het model is sindsdien getest door analoog onderzoek op andere Vlaamse Banken en door herhaling van de opnames onder verschillende hydrodynamische omstandigheden in dezelfde zone.

Het is duidelijk dat dit mechanisme de vraag doet rijzen naar het extern budget van deze sedimentcirculatie en ons aldus terugbrengt naar het probleem van de herkomst van de sedimenten en naar de morfologische invloed in het brongebied. De studie van dit probleem is thans in ontwikkeling. In elk geval werpt deze vraag het prangende probleem op van de oorzaak van de intense stranderosie die sinds enige tijd sommige stroken van de Belgische kust teistert, en meer bepaald in hoever verlagings van bankgedeelten de afremming van de golfenergie en het golfpatroon in de kustzone zou kunnen beïnvloeden of veranderingen in de bodemtopografie de kenmerken van de kustnabije tijdstromingen zou kunnen beïnvloeden.

De studie van de transportbanen levert alleen definitieve inzichten in de volumetrische evolutie van de bank of van een ontginningszone indien deze benadering tegelijk gecombineerd wordt met de volumetrische opvolging van het studiegebied langs een voldoende aantal referentielijnen of bij voorkeur door een areale opvolging.

4. Conclusies

Naast diverse types van potentieel nadelige gevolgen op diverse domeinen, zoals op het vlak van de bodemstabiliteit, van de kuststabiliteit, van de visserij, van het benthosbestand, e.a., die meebrengen dat de zandwinning op het continentaal plat moet vergezeld gaan van een continue monitoring zodat tijdig kan ingegrepen worden, is er ook een aspect dat vanuit een bepaalde hoekpunt als positief kan ervaren worden. Op de ontginningsplaatsen van zand op de banken in de bestaande concessiezones van het Belgisch Continentaal Plat blijkt een zekere vorm van natuurlijk herstel door aanvulling met nieuw aangevoerd zand te bestaan. Het moet mogelijk zijn er een evenwichtsdebiet voor zandwinning te bepalen waarbij het milieu niet teveel geschaad wordt. Dit neemt natuurlijk niet weg dat de vraag naar de mogelijke weerslag in de herkomstgebieden blijft bestaan. Grintwinning in zee is nagenoeg niet herstelbaar, gezien de herkomst en het aanvoermechanisme voor grint op het Belgisch Continentaal Plat.

Dankwoord

Dit onderzoek werd gestimuleerd en gesteund door de Dienst Mijnwezen van het Ministerie voor Economische zaken. De auteurs danken eveneens de Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee (Ministerie van Volksgezondheid), alsook de Dienst der Kust (Vlaams Gemeenschapsministerie, Departement Leefmilieu) voor de logistieke ondersteuning.

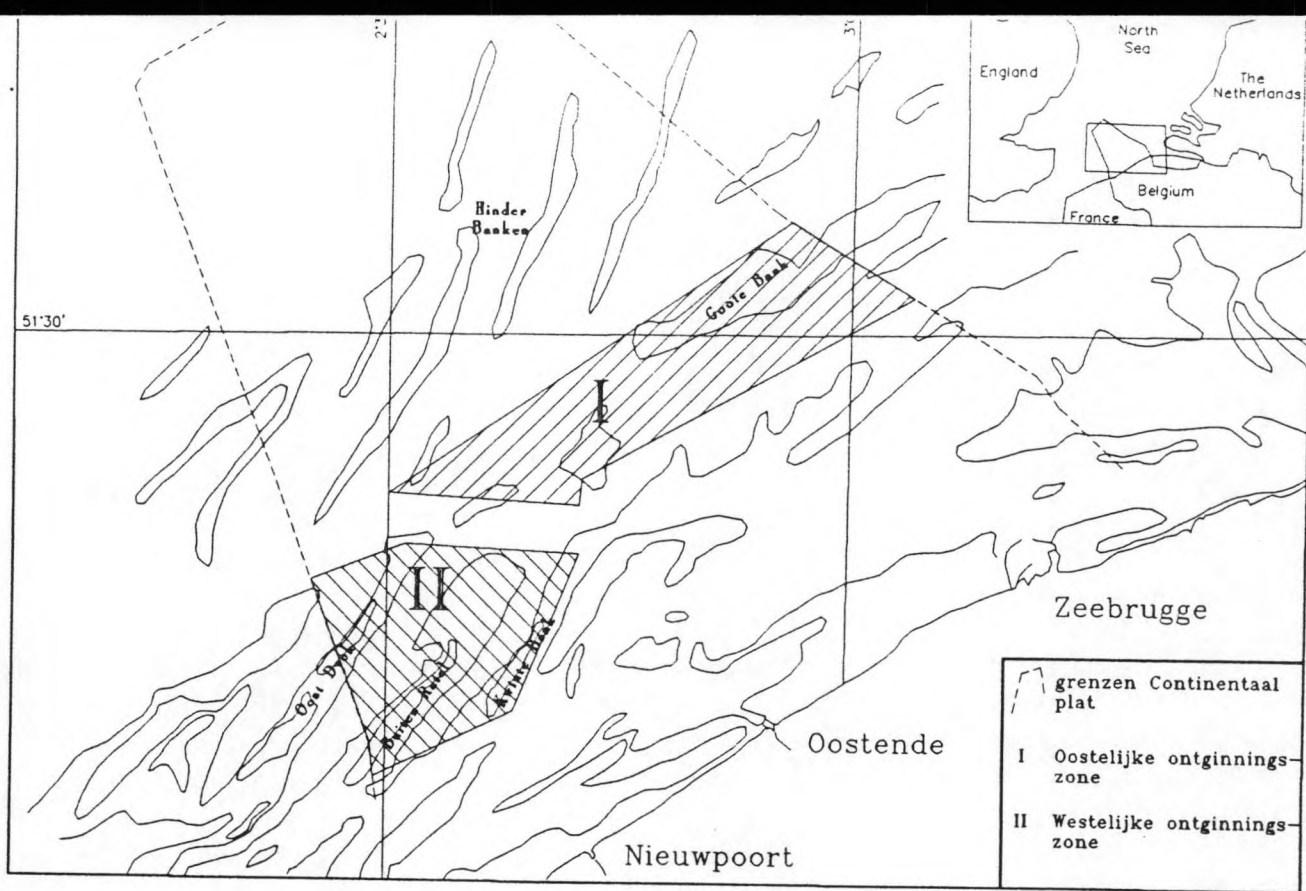


Fig. 1. Grenzen van het Belgisch Continentaal Plat en lokalisatie van de concessiezones 1 en 2

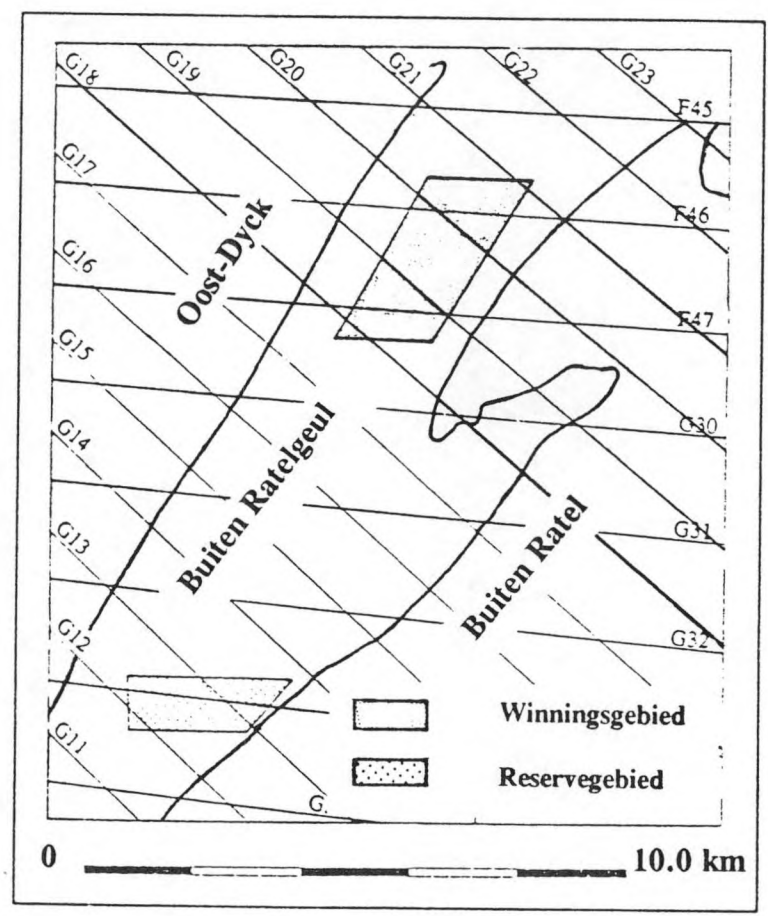


Fig. 2. Grintontginningsgebied in de Ratelgeul dat aangesproken werd voor het bedekken van de sea pipe nabij Zeebrugge

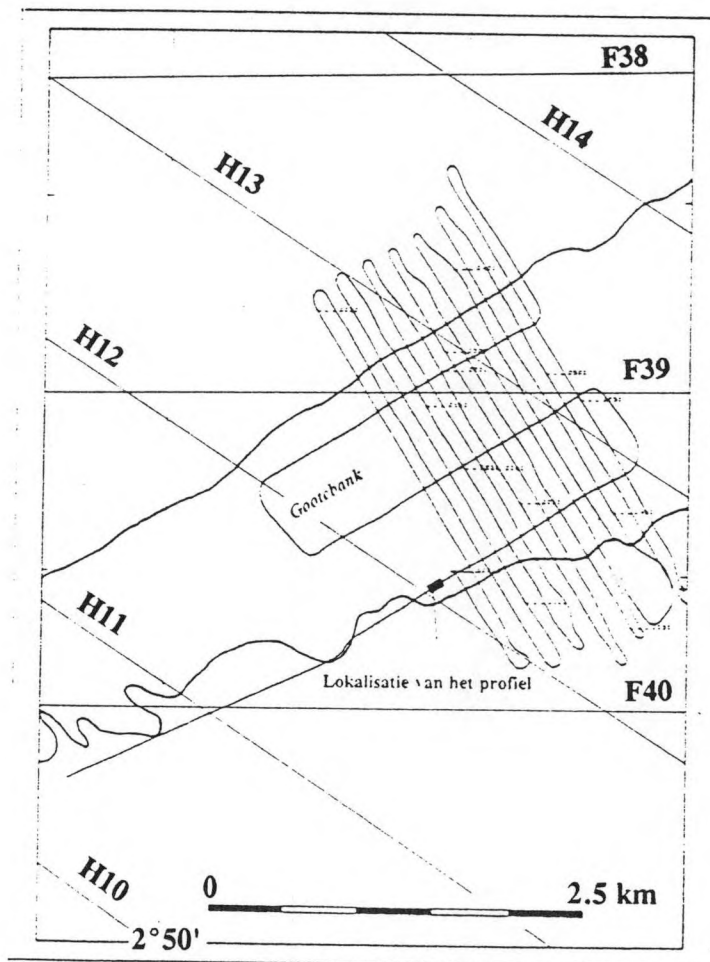


Fig. 3. Voorbeeld van een subbottom registratie opgenomen op het centrale gedeelte van de Gootebank

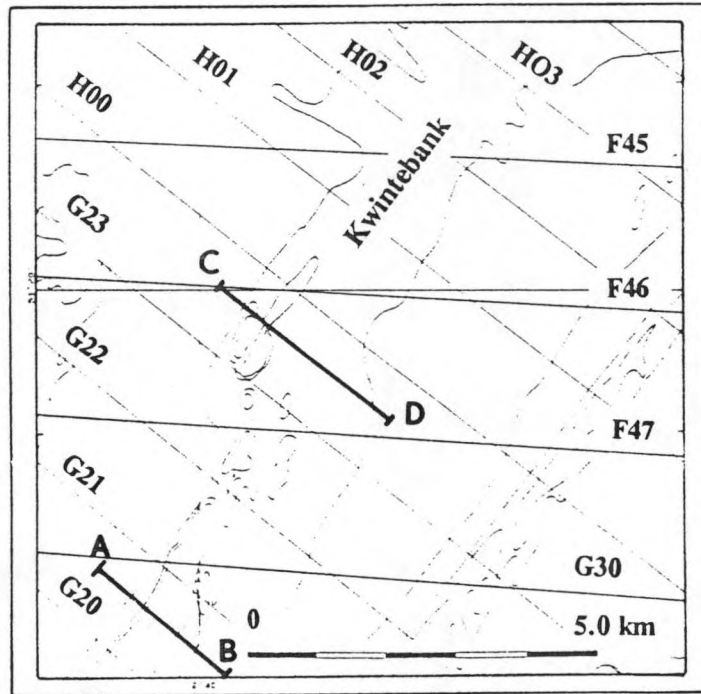
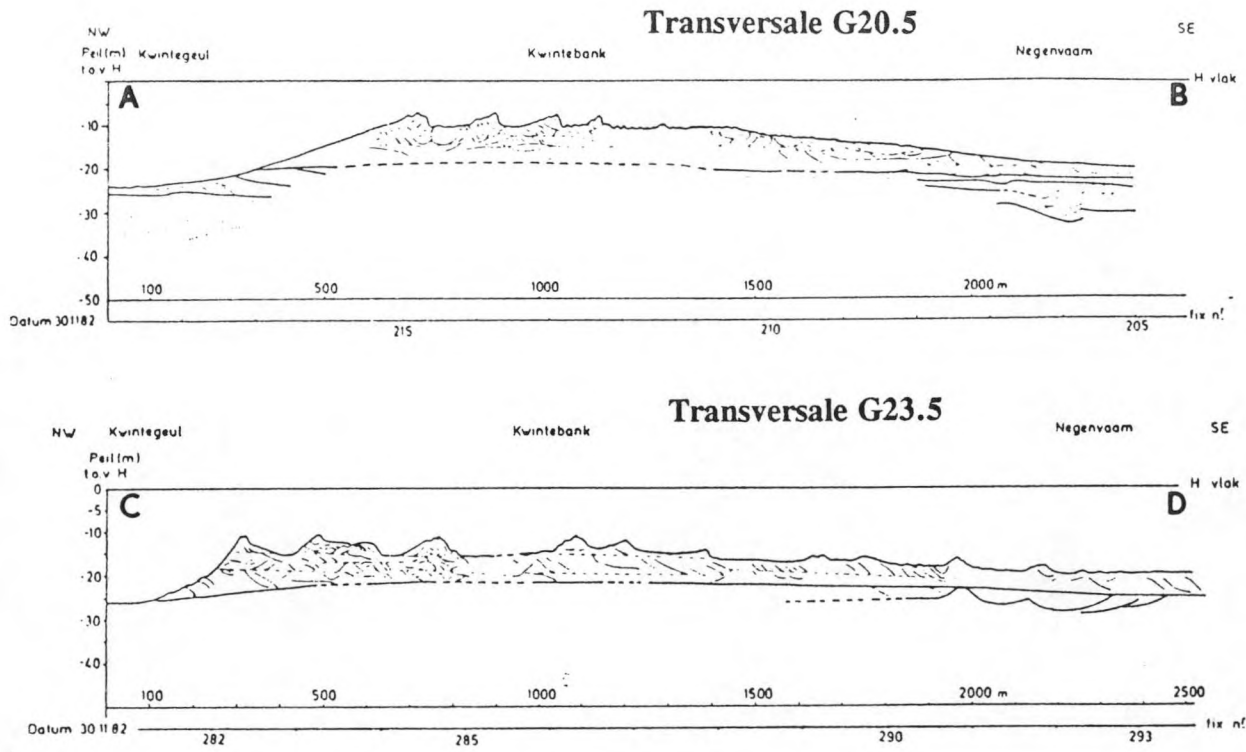
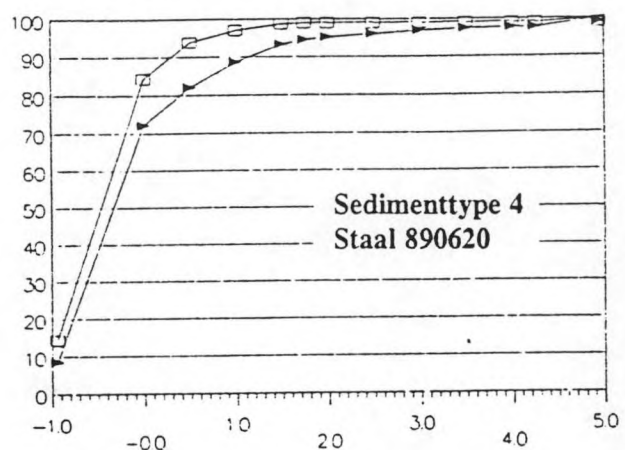
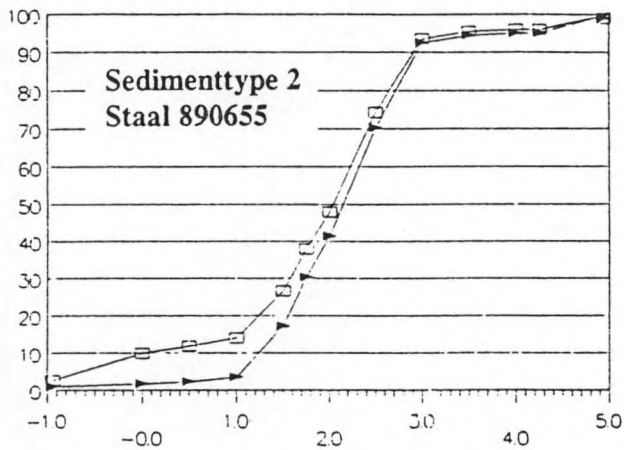
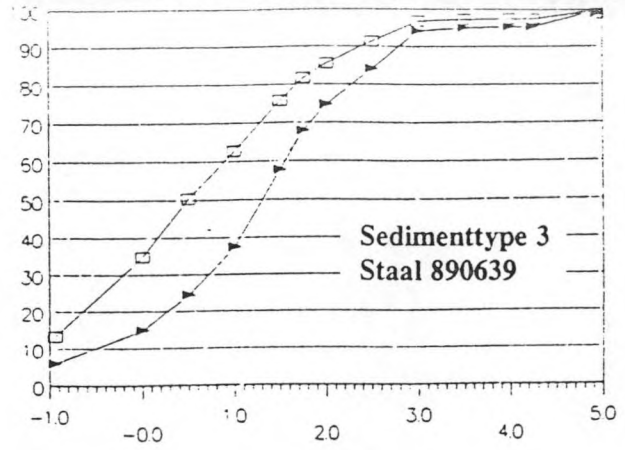
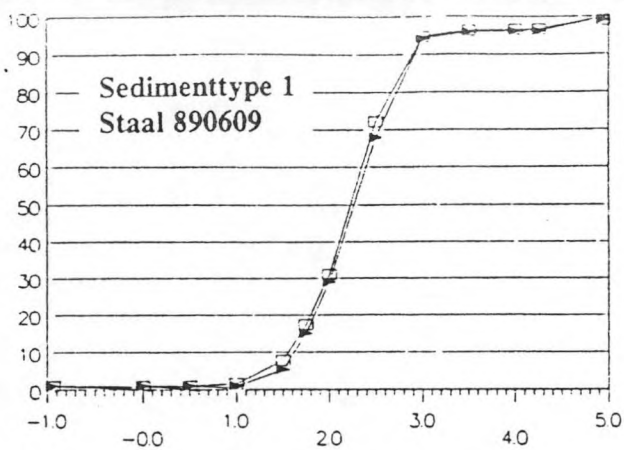


Fig. 4. Voorbeeld van een twee afgeleide seismo-stratigrafisch profielen doorheen de Kwindebank



Stalen genomen
in november 1989

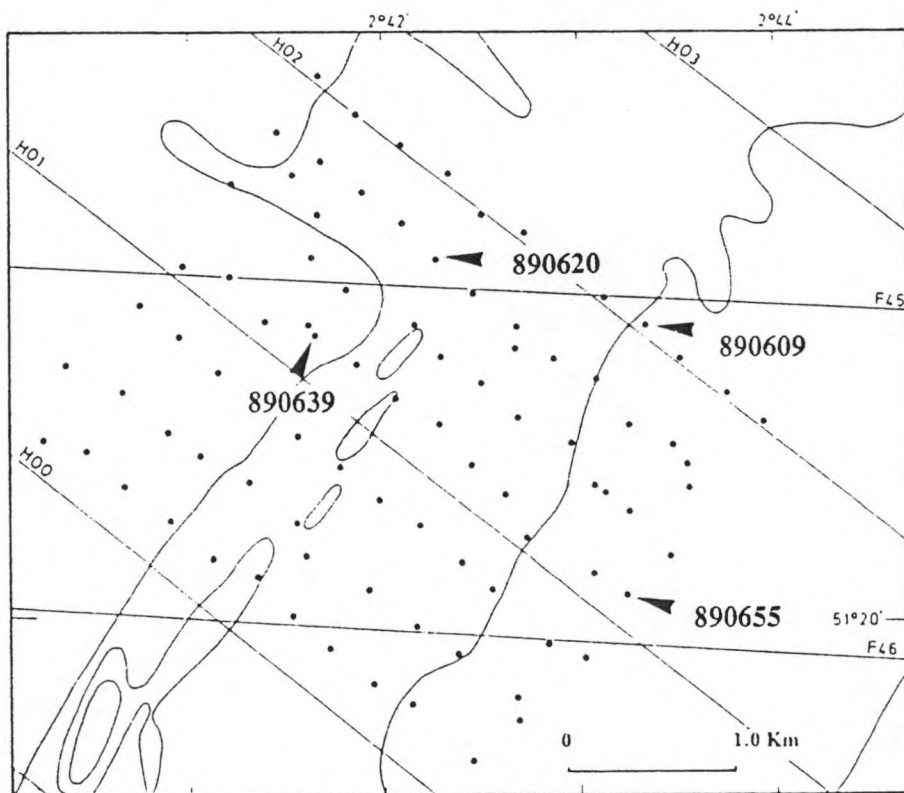


Fig. 5. Korrelverdelingsdiagrammen voor zanden afkomstig van de Kwintebank

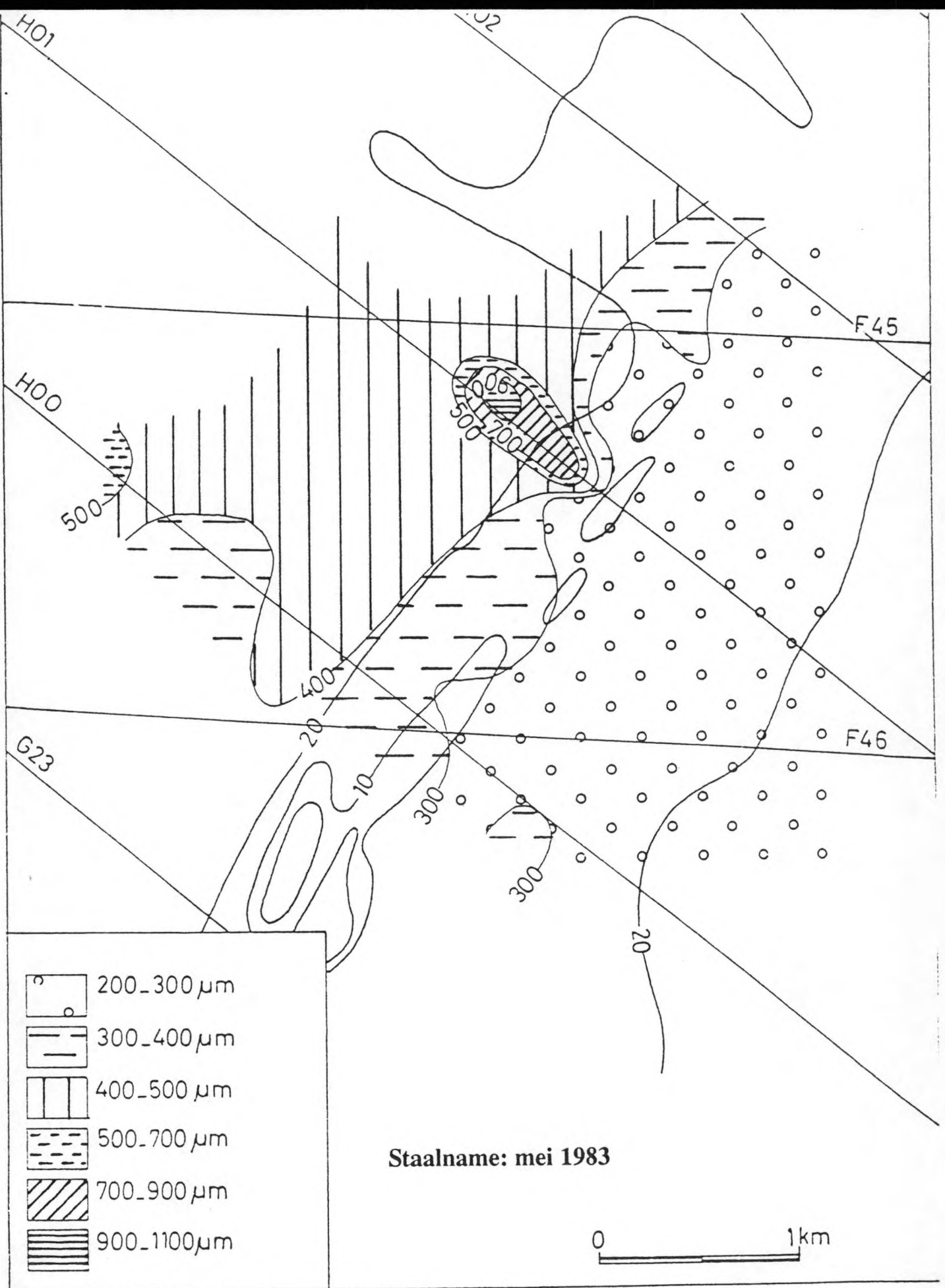


Fig. 6. Grafische gemiddelde (Folk & Ward) van oppervlakkige sedimenten (stalen genomen in mei 1983); niet-ontkalkte stalen

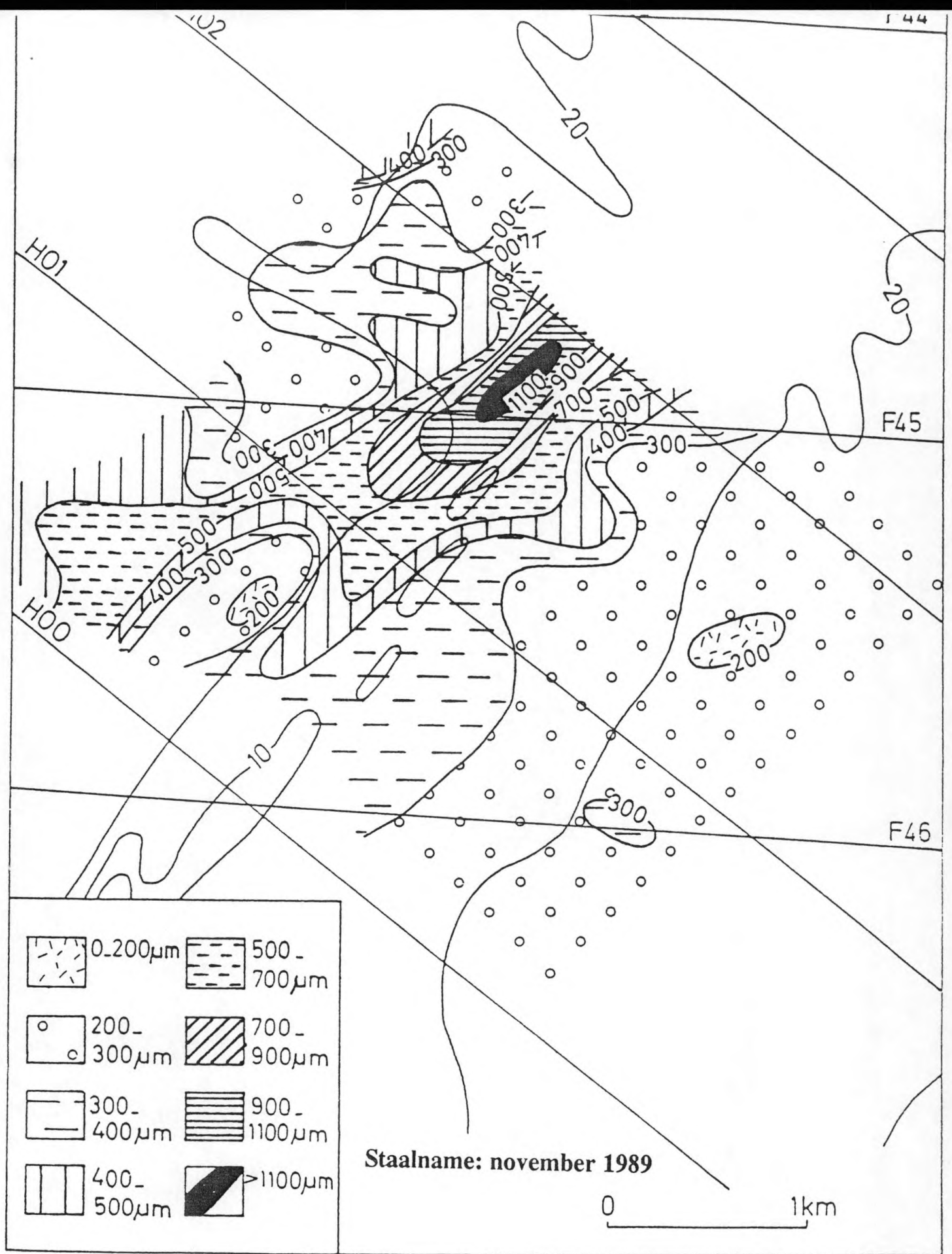


Fig. 7. Grafische gemiddelde (Folk & Ward) van oppervlakkige sedimenten (stalen genomen in november 1989); niet-ontkalkte stalen

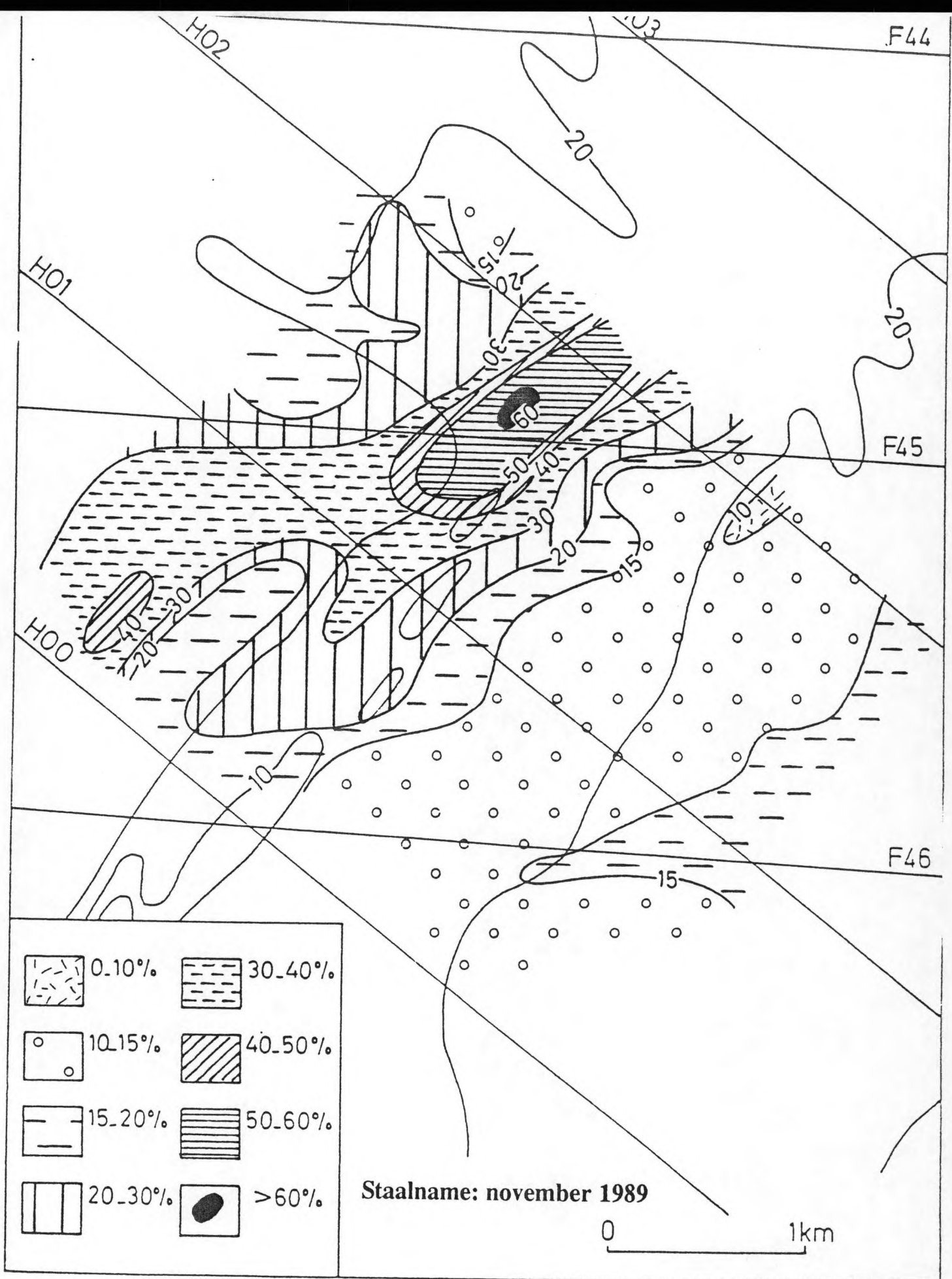


Fig. 8. CaCO_3 gehalte van oppervlakkige sedimenten bepaald op de fractie kleiner dan 4 mm (stalen genomen in november 1989).

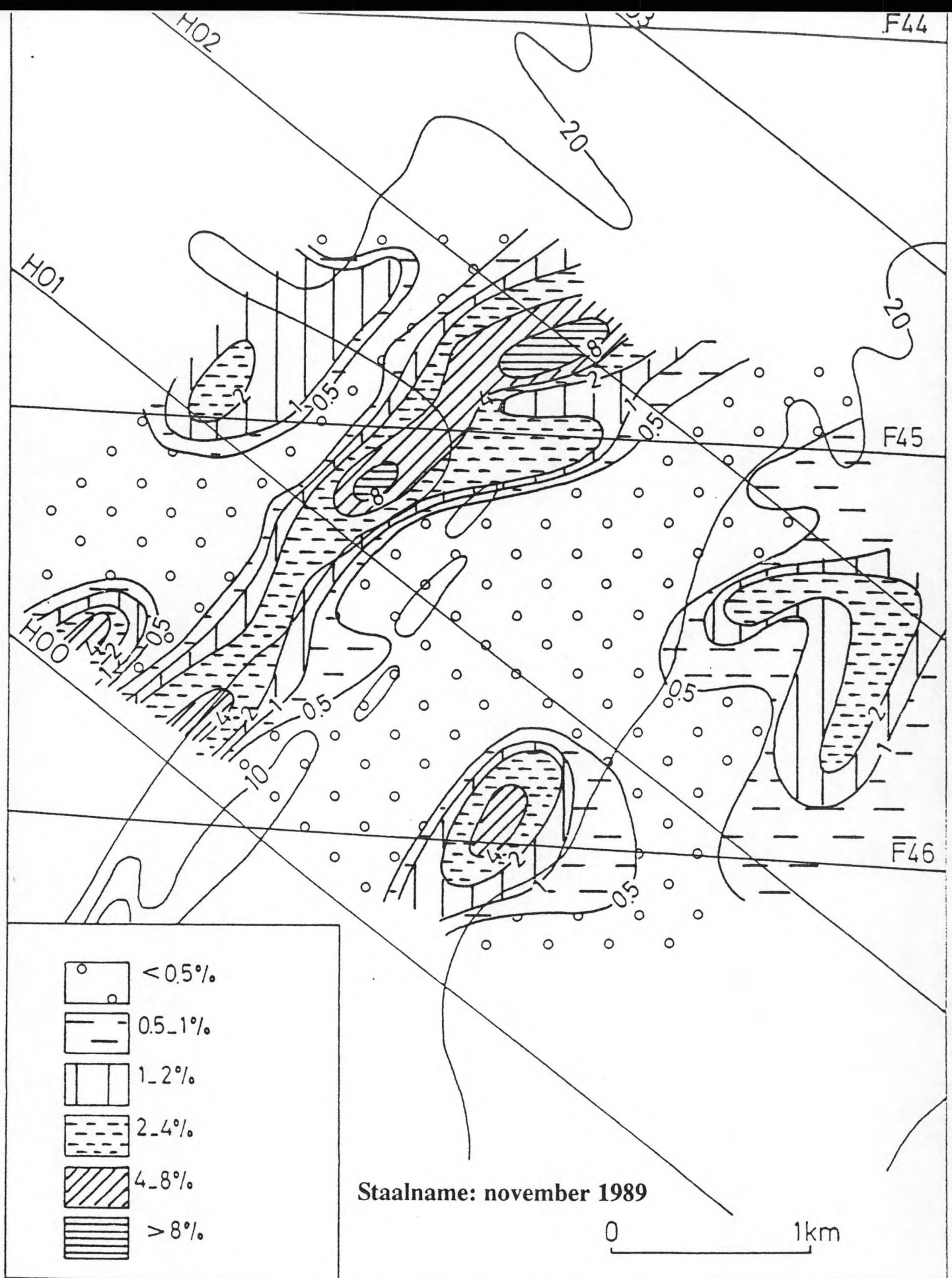


Fig. 9. Grintgehalte van oppervlakkige sedimenten (stalen genomen in november 1989); niet-ontkalkte stalen

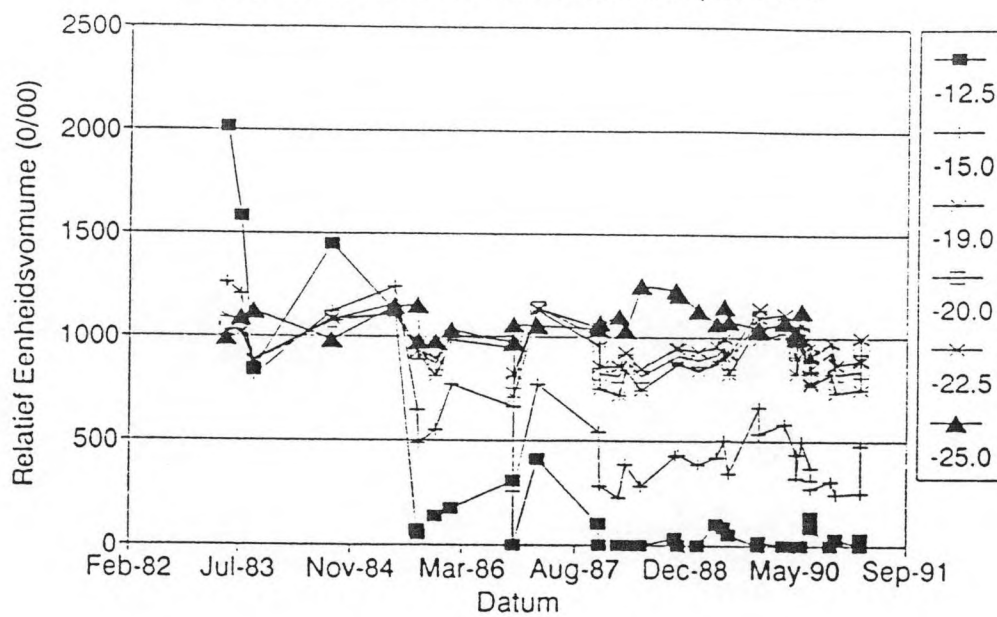


Fig. 10. Volumetrische tijdsreeks gesteund op gegevens van februari 1982 tot september 1991 van het noordelijk deel van de Kwintebank (gebied aan intense exploitatie onderhevig) langsheen referentielijn rH01

Kwintebank Referentielijn rG17.0

Relat. Eenheidsvolume boven H-peilvlak

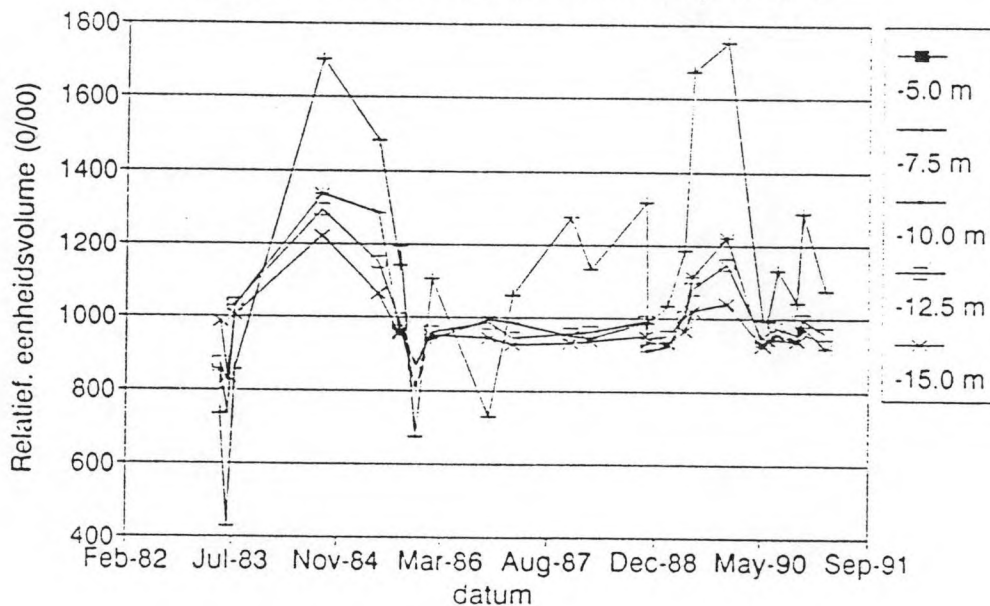


Fig. 11. Volumetrische tijdsreeks gesteund op gegevens van februari 1982 tot september 1991 van het zuidelijk deel van de Kwintebank langsheen referentielijn rG17

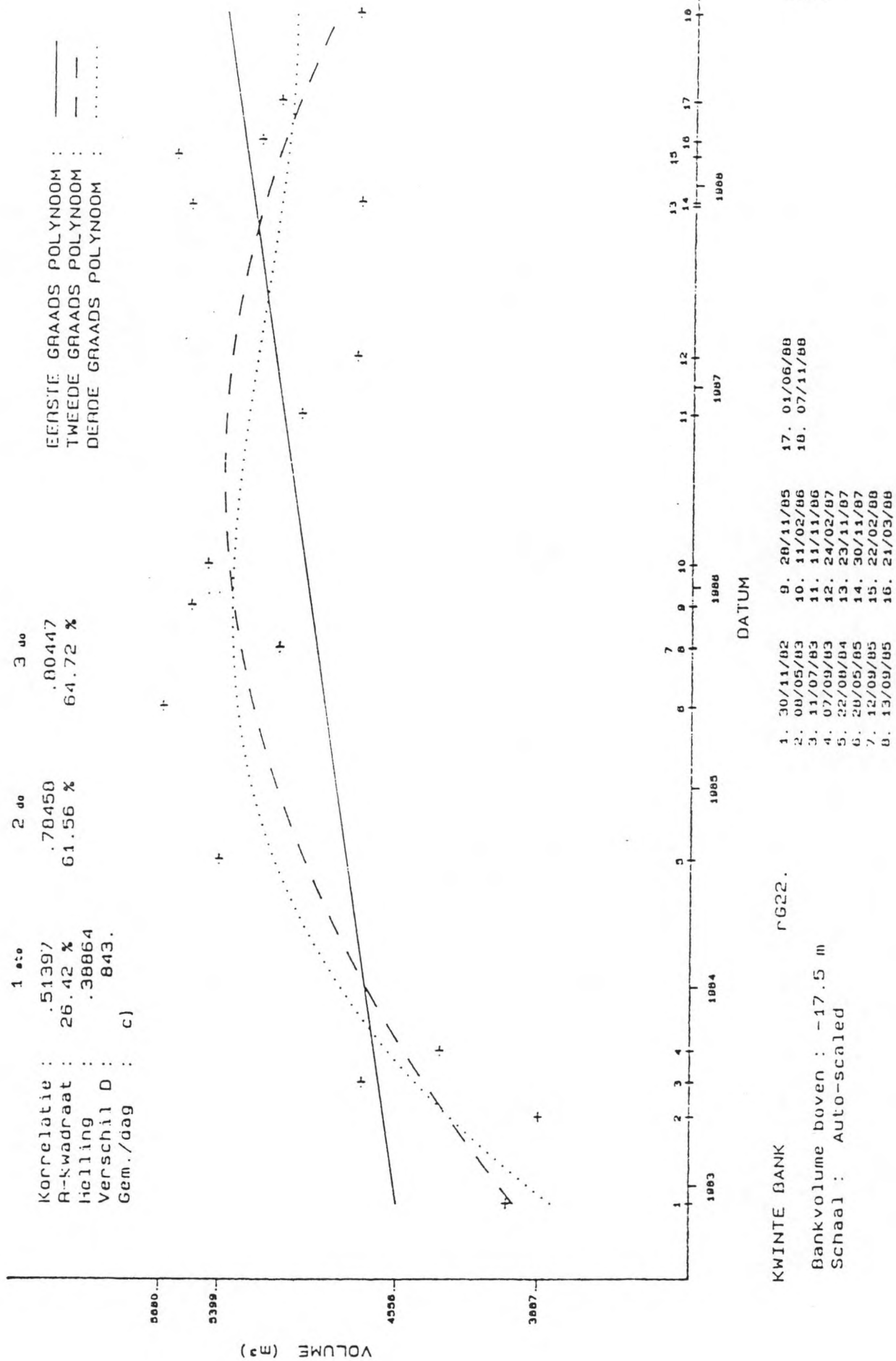


Fig. 12. Voorbeeld van een regressie analyse uitgevoerd op volumetrische data (referentielijn rG22) gesteund op gegevens van november 1982 tot november 1988

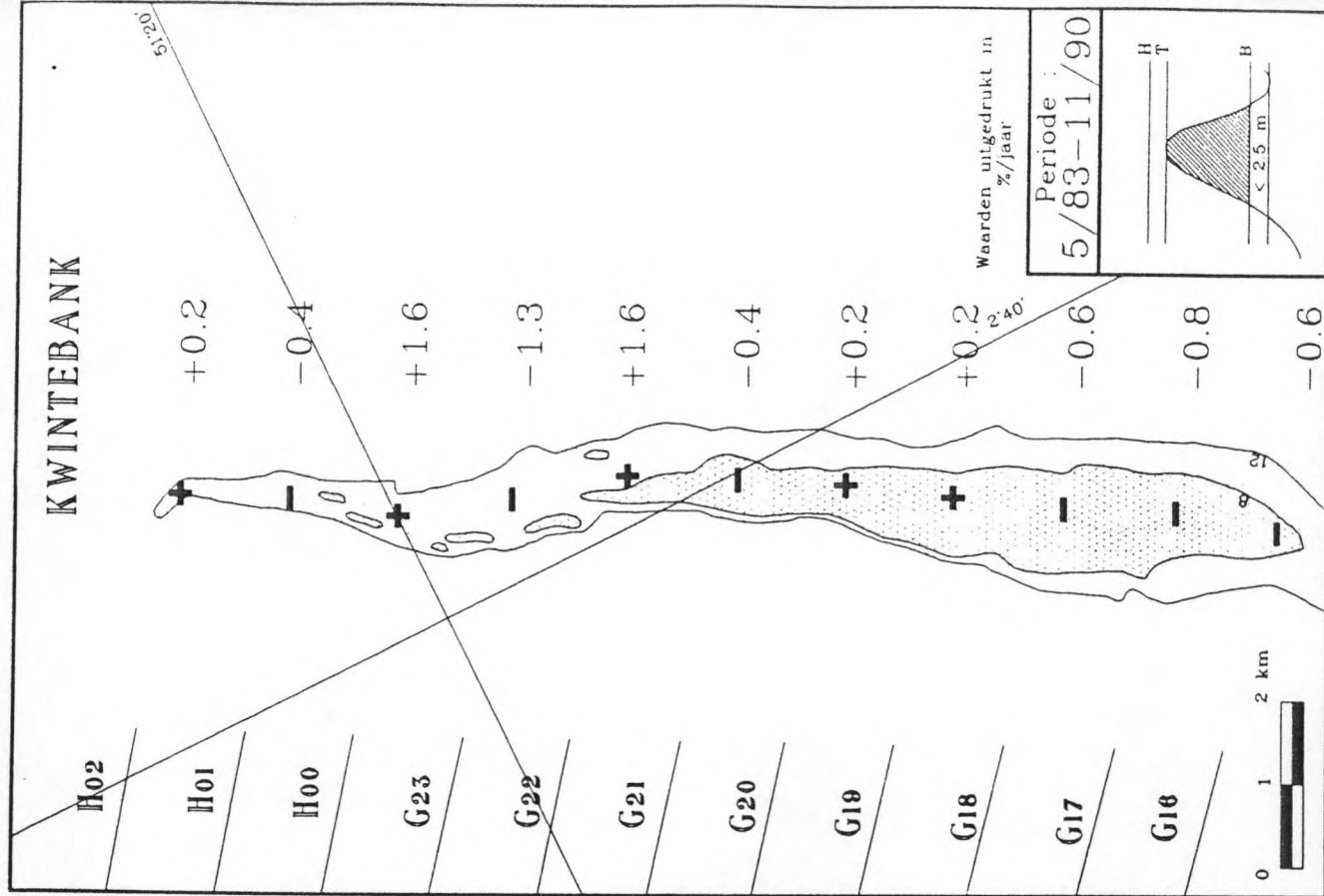
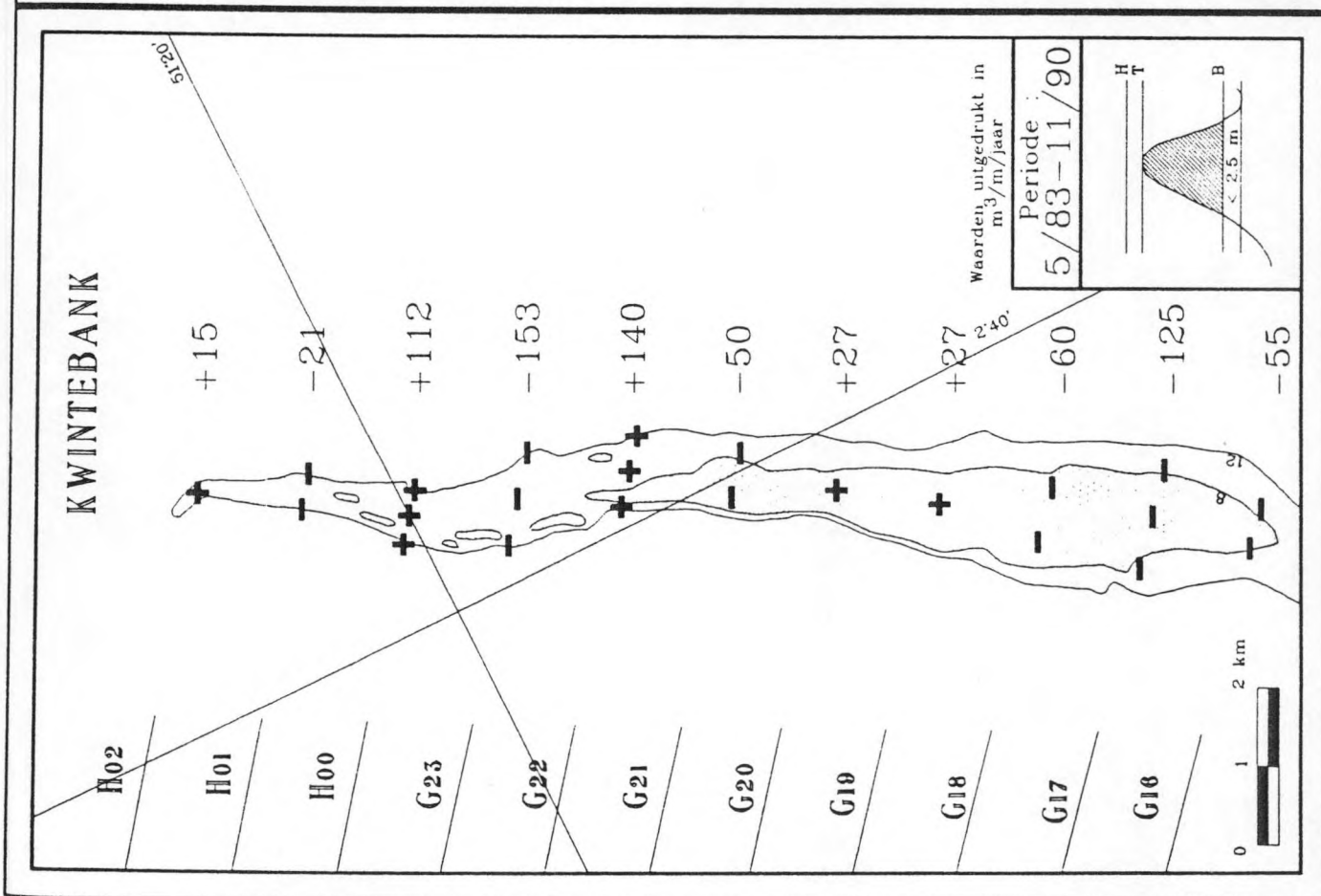


Fig. 13. Volumetrische trendkaart voor de gemiddelde jaarlijkse verandering (periode 1983-1990) van het absolute en relatieve eenheidsvolume van de totale bank langs de verschillende referentielijnen op de Kwintebank

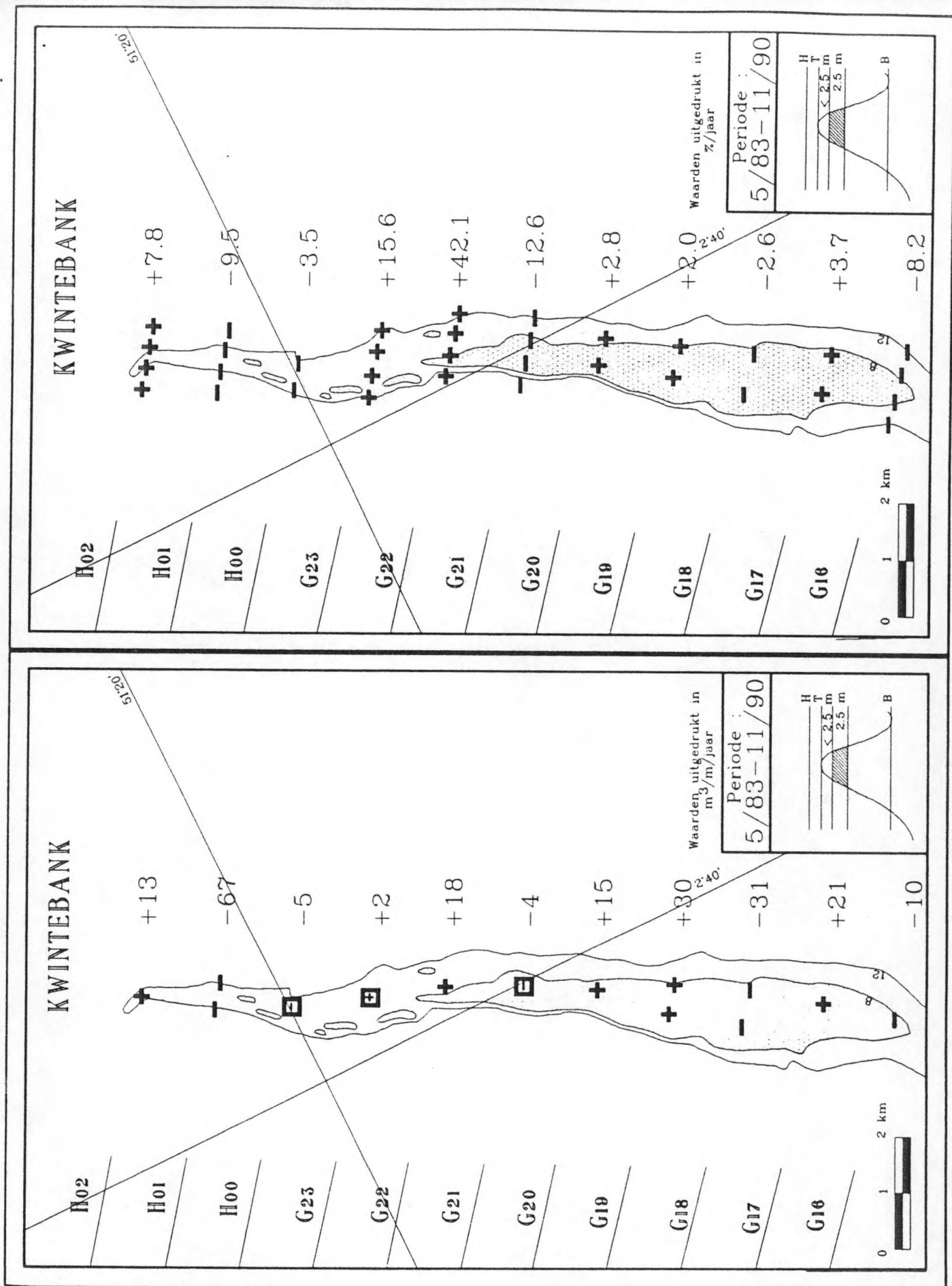


Fig. 14. Volumetrische trendkaart voor de gemiddelde jaarlijkse verandering (periode 1983-1990) van het absolute en relative eenheidsvolume van de topschijf langs de verschillende referentielijnen op de Kwintebank

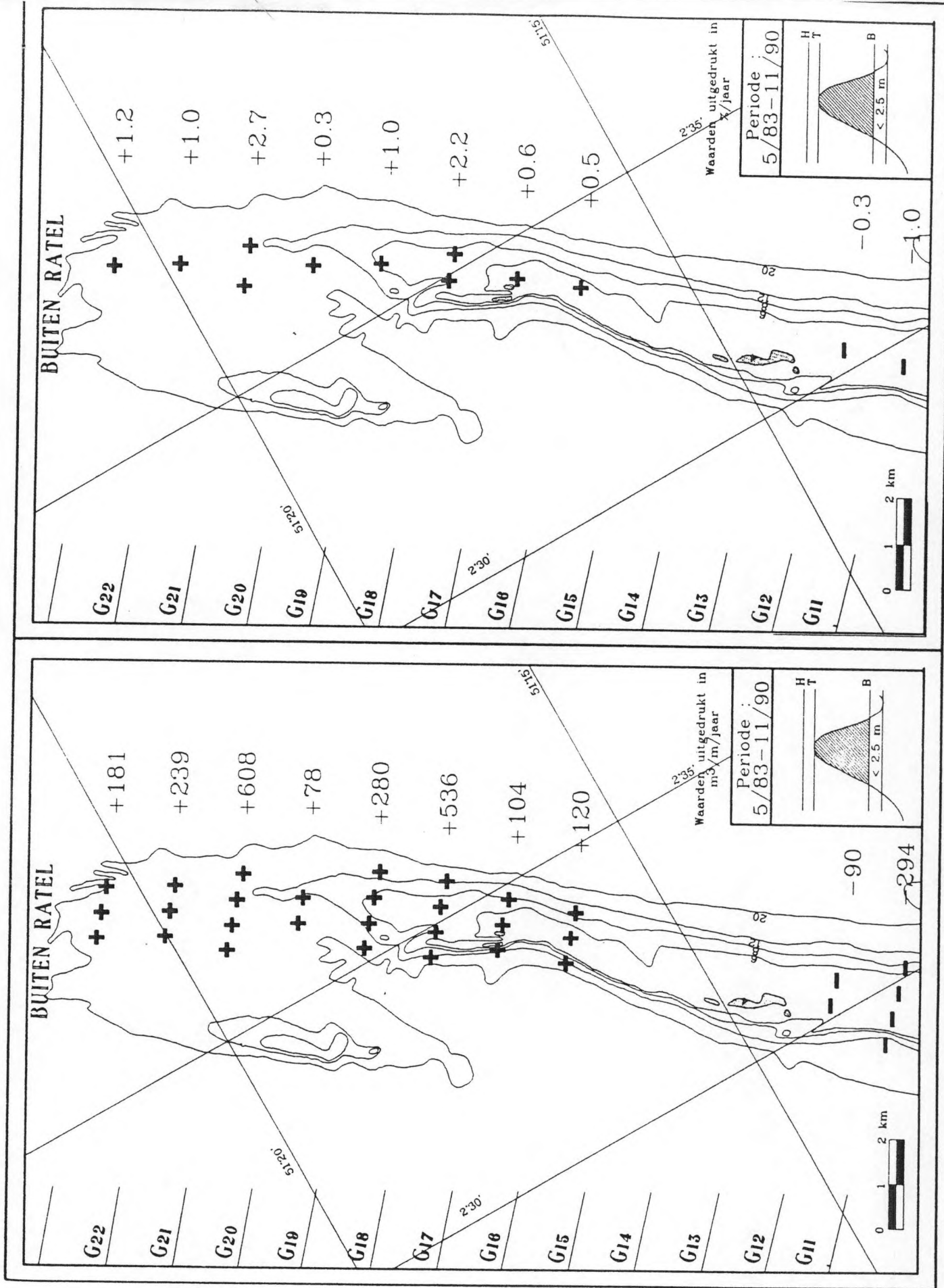


Fig. 15. Volumetrische trendkaart voor de gemiddelde jaarlijkse verandering (periode 1983-1990) van het absolute en relative eenheidsvolume van de totale bank langs verschillende referentielijnen op de Buiten Ratel

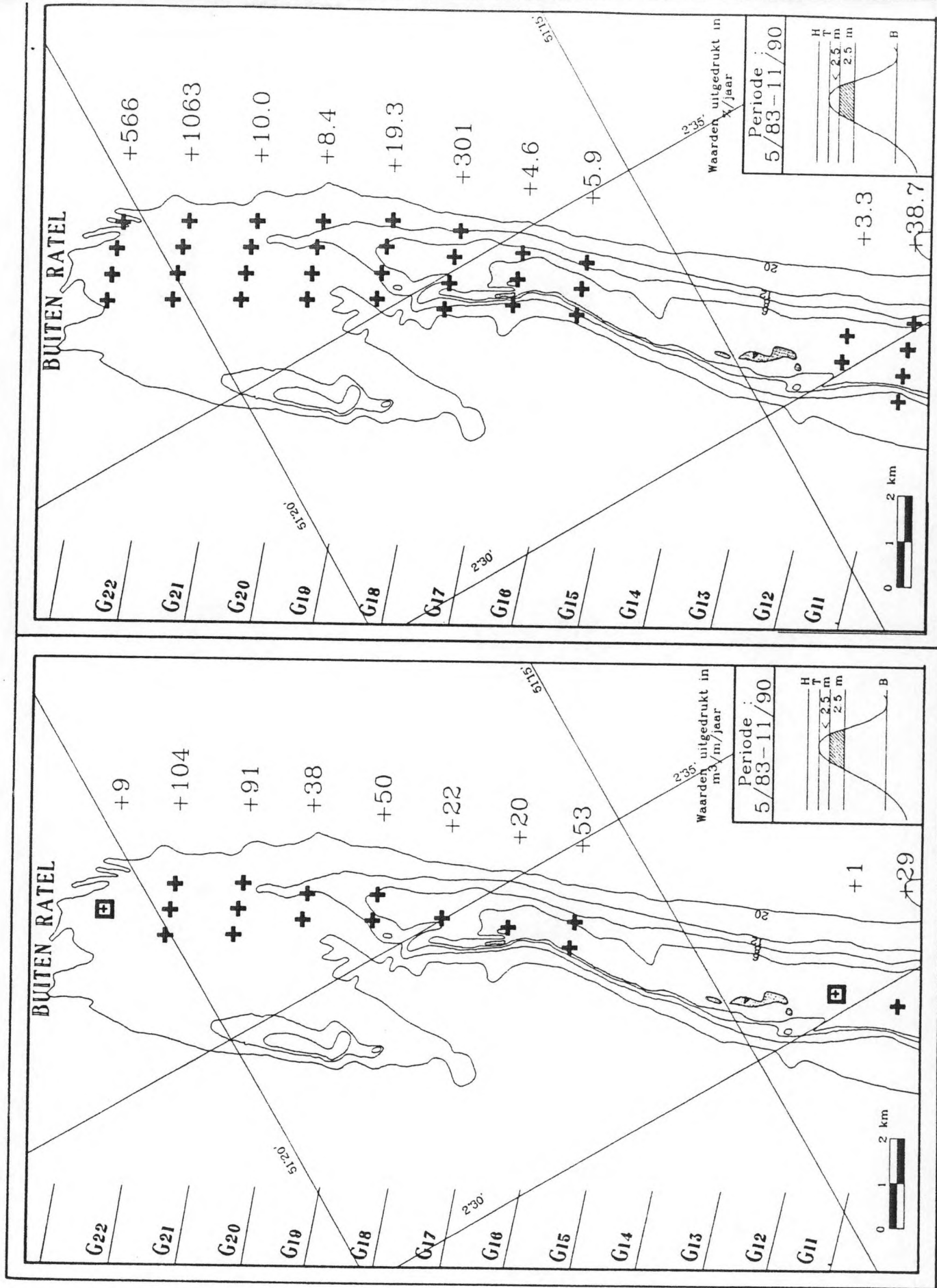


Fig. 16. Volumetrische trendkaart voor de gemiddelde jaarlijkse verandering (periode 1983-1990) van het absolute en relative eenheidsvolume van de topschijf langs verschillende referentielijnen op de Buiten Ratel

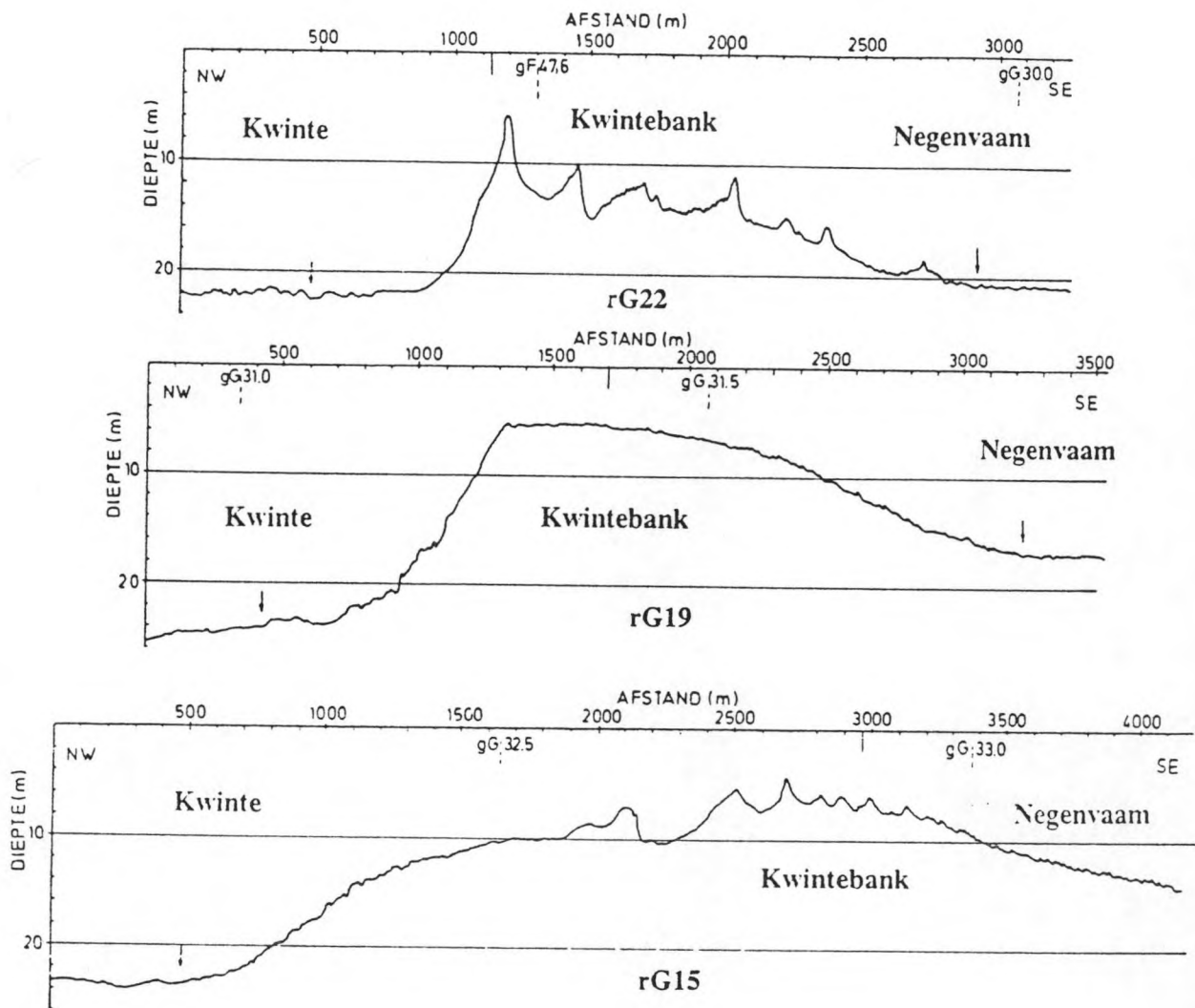
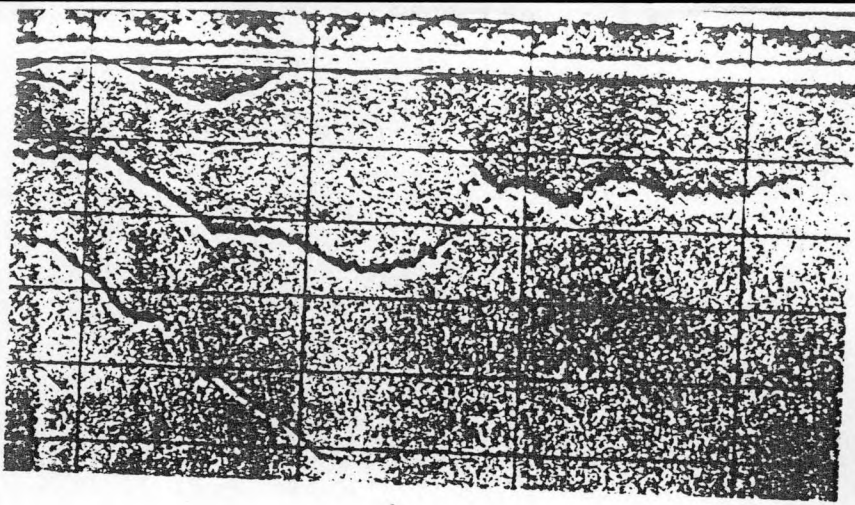
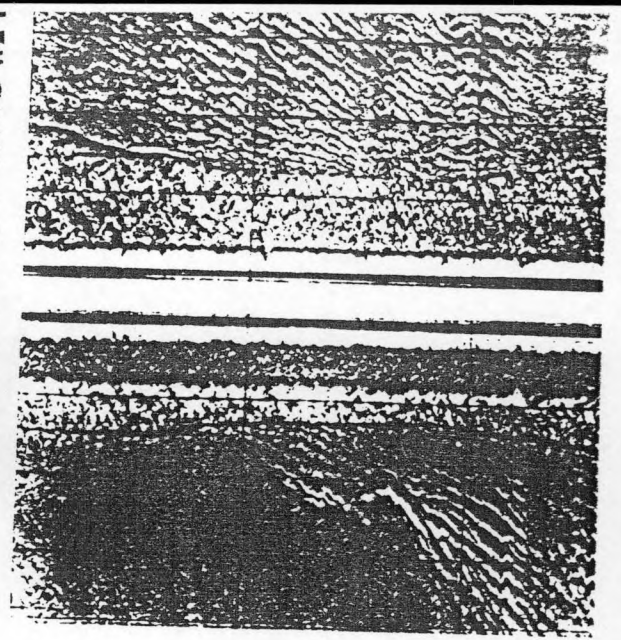


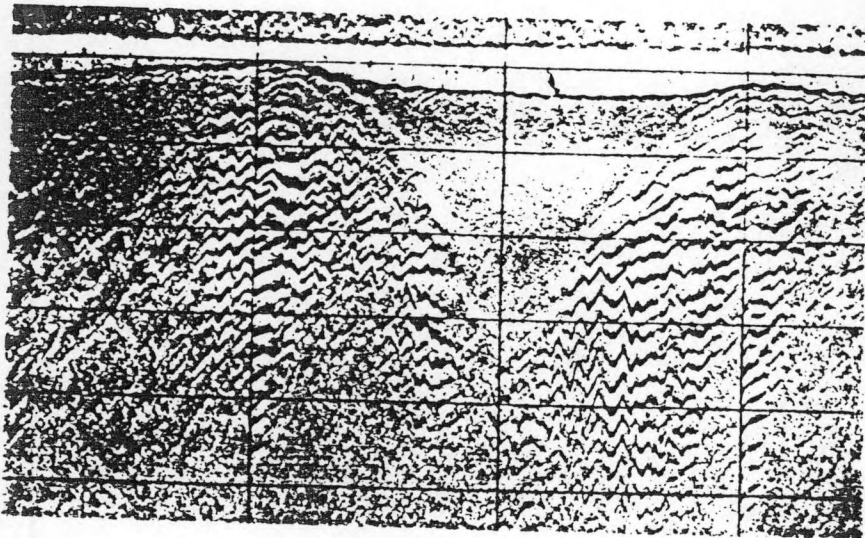
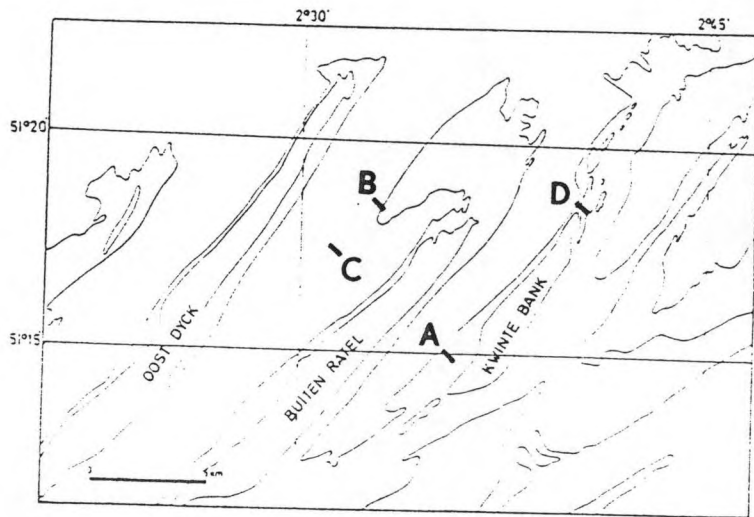
Fig. 17. Drie kenmerkende dwarsdoorsneden doorheen de Kwintebank op 13 november 1990: rG22 (noordzijde), rG19 (centrale deel) en rG15 (zuidzijde)



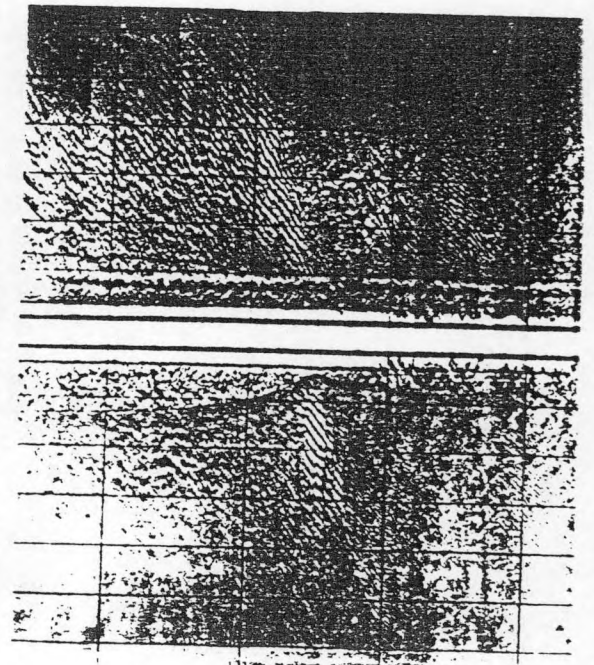
A



B



C



D

Fig. 18. Sonogrammen opgenomen op de Vlaamse Banken; A: grote megaripples; B: velden met kleine megaripples; C: barchaanvormige sandwave met gesuperponeerde megaripples; D: asymmetrische sandwaves met gesuperponeerde megaripples

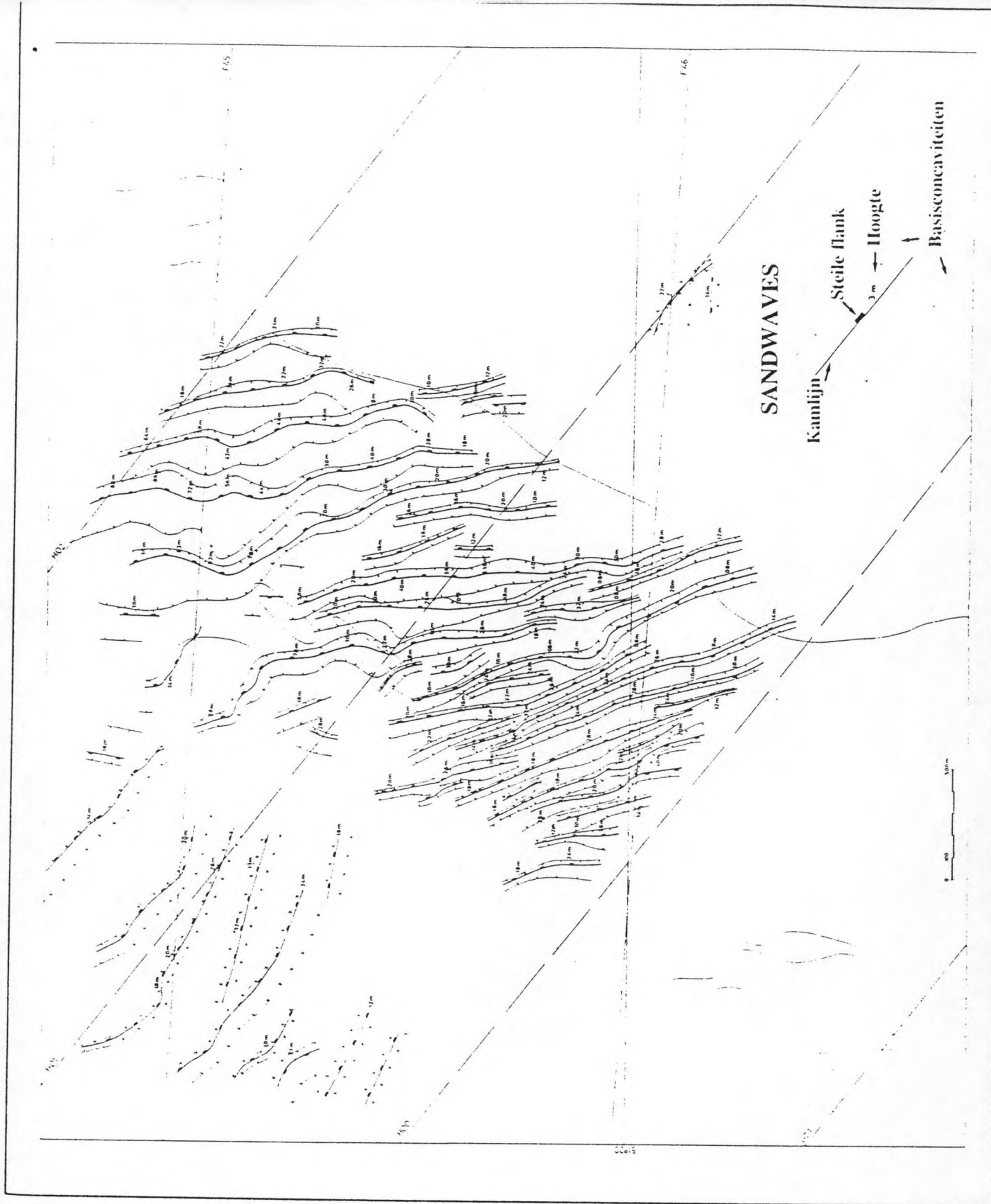
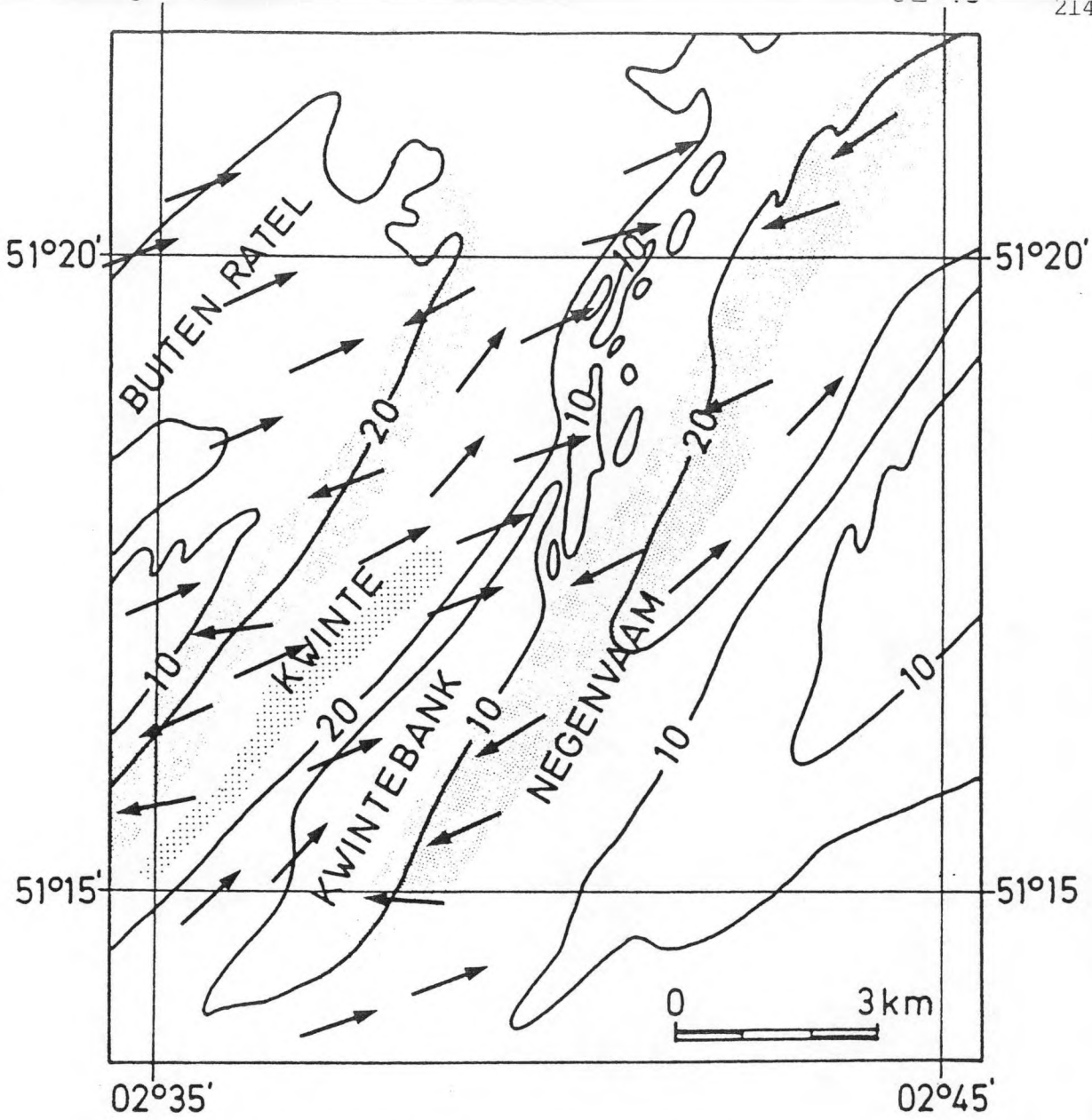


Fig. 19. Afgeleide structuurkaart (sandwaves) van de noordelijke Kwintebank, gerealiseerd op basis van sonogrammen opgenomen in juni 1989



**Richtingen van het residueel sedimenttransport
(november 1986)**

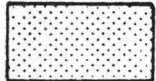
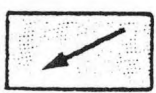

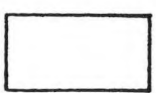
- 
Zone zonder zichtbare structuren
- 
Zone van megaripples met steile flank hellend naar het zuid-westen
- 
Zone van megaripples met steile flank hellend naar het noord-oosten
- 
Zone zonder zichtbare structuren of gesitueerd buiten het opnamegebied

Fig. 20. Tansportbanenkaart rond de Kwintebank op basis van sonogrammen geregistreerd in november 1986