

INKLINKINGSDAG VAN DE NEDERLANDSE BODEM- KUNDIGE VERENIGING

Utrecht, 20 November 1953

Samenvatting van de voordrachten en enkele beschouwingen

J. BENNEMA, E. C. W. A. GEUZE, H. SMITS en A. J. WIGGERS

INLEIDING

Reeds enkele jaren had het Bestuur van de Nederlandse Bodemkundige Vereniging het voornemen één of meer dagen te wijden aan enkele vraagstukken betreffende bodemdaling en inklinking. Dit voornemen werd doorkruist door het besluit van het Bestuur van de Geologische Sectie van het Koninklijk Nederlandsch Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap om een Symposium te organiseren, dat tot onderwerp zou hebben de kwartaire niveauveranderingen in Nederland.

Na overleg met de organisatoren van het Symposium werd overeengekomen dat de Nederlandse Bodemkundige Vereniging zich zou beperken tot een behandeling van de vraagstukken betreffende de inklinking. Deze vraagstukken kwamen aan de orde op de Inlinkingsdag, die te Utrecht werd gehouden op 20 November 1953. De organisatie en de leiding van de discussies waren in handen gelegd van PROF. DR A. J. ZUUR. De keuze van onderwerpen en sprekers werd mede bepaald door de wens de Inlinkingsdag een voorbereiding te doen zijn voor het Symposium. De inleiders en hun onderwerpen zijn in het onderstaande overzicht vermeld.

PROF. IR E. C. W. A. GEUZE :	Inklinking als mechanisch proces ;
IR H. SMITS :	Inklinking op korte termijn ;
IR J. BENNEMA :	Inklinking op langere termijn ;
DRS A. J. WIGGERS :	Inklinking op lange termijn.

Ten behoeve van de deelnemers aan het Symposium werd een samenvatting van de tijdens de Inlinkingsdag gehouden voordrachten en van de discussies opgesteld. Deze samenvatting werd eerst als voordruk, getiteld : „Soil Compaction in relation to quaternary movements of sea-level and subsidence of the land, especially in the Netherlands”, aan de deelnemers van het Symposium toegezonden; zij is tevens afgedrukt in het Juninummer 1954 van „Geologie en Mijnbouw”.

In bovengenoemde samenvatting werd uiteraard de nadruk gelegd op de voor het Symposium van belang zijnde aspecten van het inklinkingsvraagstuk. Het werd daarom wenselijk geacht voor een meer landbouwkundig geörienteerde lezerskring een nieuwe samenvatting op te stellen, waarin de voor de landbouw belangrijke zijden van het vraagstuk op de voorgrond zouden worden gesteld. In het onderstaande zal worden getracht een dergelijke samenvatting te geven. Eerst zal een resumé van de gehouden voordrachten worden gegeven en daarna zullen enkele beschouwingen en conclusies volgen.

Volledigheidshalve zij nog meegedeeld dat behalve de hiervoor genoemde voordrachten in het kader van de Inlinkingsdag nog twee inleidingen zijn

gehouden. GEUZE behandelde op 20 November 's avonds een onderwerp getiteld: „Uitkomsten van berekeningen betreffende inklinkingsverschijnselen, getoetst aan proefnemingen in het laboratorium en waarnemingen in het terrein”. BENNEMA sprak op 21 November d.a.v. over het gebruik van inklinkingsgegevens bij de analyse van niveauveranderingen.

Deze lezing van GEUZE leent zich er niet toe haar hier te refereren. Wel zijn in de meer algemene beschouwingen omtrent de voordrachten enkele onderdelen van deze voordracht verwerkt.

De bovengenoemde inleiding van BENNEMA bevatte zeer vele elementen, die door hem opnieuw zijn gebruikt bij de samenstelling van zijn bijdrage voor het Symposium over de kwartaire niveauveranderingen, in het bijzonder in Nederland. Deze inleiding, in de eerste plaats van belang voor geologisch geïnteresseerden, is eveneens in het nummer van Juni 1954 van „Geologie en Mijnbouw” verschenen. Om die reden behoeft deze inleiding hier niet nader te worden gerefereerd. Evenals dit het geval was bij de lezing van GEUZE zijn van de voordracht van BENNEMA enkele punten in het navolgende verwerkt.

SAMENVATTING VAN DE GEHOUDEN VOORDRACHTEN

Inklinking als mechanisch proces

De oorzaken van inklinking zijn drieërlei :

- 1e de veranderingen van de hydrologische toestand aan de begrenzingen van samenhangende grondmassa's ;
- 2e de samendrukking als gevolg van het eigengewicht dier massa's, als functie van de tijd ;
- 3e de samendrukking als gevolg van het aangroeien van de dikte der bodemlagen (sedimentatie en sedimentatie).

In het eerstgenoemde geval groeit de belasting met verloop van tijd aan (geleidelijke verlaging van het polderpeil, inclusief het effect der capillaire spanningen, en/of van de waterspanningen in de begrenzendende, doorlatende grondmassa's).

In het tweede geval blijft de belasting constant (eigen gewicht der bodemlagen).

In het derde geval groeit de belasting eveneens met verloop van tijd aan als gevolg van toenemend eigengewicht.

Beide eerstgenoemde gevallen zijn in de literatuur behandeld, o.a. door KEVERLING BUISMAN in „Grondmechanica”, Hoofdstuk IV : „Samendrukbaarheid en vervorming. Zettingsprobleem” en door HUIZINGA in „Geologie en Mijnbouw”, 2 (1940) 94-106.

Aan de hand van enkele voorbeelden werd aangetoond op welke wijze de veranderingen in de hydrologische toestand het samendrukingsproces bepalen en in hoeverre de mechanische eigenschappen van de grond daarin tot uiting komen.

Tevens werd aangetoond, dat een voorspelling betreffende de grootte van de inklinking gebonden is aan een experimentele bepaling van de mechanische eigenschappen, welke aan bepaalde voorwaarden moet voldoen.

Inklinking op korte termijn

Onder korte termijn wordt een periode van 80 à 100 jaar verstaan ; de inklinking in dit tijdsbestek is van belang bij vele cultuurtechnische werken.

Enkele landbouwkundig gezien belangrijke gevolgen van de inklinking kunnen zijn : het ontstaan van hoogteverschillen op korte afstand, bemoeilijking van de ontwatering, wijziging van het bodemprofiel, verbetering van de begaanbaarheid en toeneming van de benodigde trekkracht bij grondbewerking.

Bij cultuurtechnische werken heeft men in hoofdzaak te maken met de navolgende drie oorzaken van de inklinking :

- 1e het wegvallen van de opwaartse druk van het water, wanneer de grondwaterstand wordt verlaagd;
- 2e de uitdroging van de bovenste grondlagen;
- 3e de oxydatie van organische stoffen.

Afgezien van oxydatie bestaat inklinking uit samenpersing en verdichting van grondlagen. De dichtheid van grond kan worden weergegeven met het soortelijk volume (d.i. het volume, ingenomen door 1 gram droge grond in natuurlijke ligging). Als geen verlies van droge stof optreedt door oxydatie, is de inklinking evenredig met de afneming van het soortelijk volume. Op deze stelling berust een methode om de inklinking te berekenen.

Om de bovengenoemde methode te kunnen toepassen moeten de dikte van de verschillende grondlagen en hun soortelijk volume in de uitgangstoestand bekend zijn; verder moet men de soortelijke volumina na de inklinking kennen. Men kan dan de dikten van de grondlagen na de inklinking berekenen; men heeft dan natuurlijk meteen het bedrag van de inklinking.

Voor onder water gelegen grondlagen kan men aannemen, dat zij geen lucht bevatten. Bij deze veronderstelling kan het soortelijk volume worden berekend uit het soortelijk gewicht van de droge stof en het watergehalte. Verder bestaat er voor minerale gronden van ongeveer gelijke leeftijd en met een normaal humusgehalte een nauw verband tussen lutumgehalte en watergehalte, zodat men voor deze gronden het soortelijk volume kan berekenen uit het lutumgehalte.

Voor onder water gelegen gronden is de bepaling van het soortelijk volume dus betrekkelijk eenvoudig, al is het nemen van de benodigde grondmonsters kostbaar en tijdrovend. Voor de berekening van de inklinking heeft men evenwel ook de soortelijke volumina in de eindtoestand nodig. Hiervoor bepaalt men soortelijke volumina in polders van 80 à 100 jaar met goed vergelijkbare grondsoorten; ook ten aanzien van de overige omstandigheden (uitgangstoestand en ontwatering) moet de vergelijkbaarheid goed zijn. Men neemt dan aan, dat de soortelijke volumina van de gronden in het te onderzoeken gebied na 80 à 100 jaar dezelfde waarden zullen bereiken als in de vergelijkingsgebieden.

Voor Oostelijk Flevoland zijn de Waard- en Groetpolder en de Anna Paulownapolder als vergelijkingsobject gekozen. De inklinking van Oostelijk Flevoland werd uitvoerig toegelicht.

Kweldergronden hebben ten tijde van de inpoldering reeds een lager soortelijk volume dan onder water gelegen gronden met hetzelfde lutumgehalte. Kweldergronden klinken dienvolge na inpoldering betrekkelijk weinig in, te meer daar de ondergrond veelal zandig is.

Hoewel de bovengenoemde methode voor de berekening van de inklinking in beginsel ook kan worden toegepast voor de inklinking van de ondergrond, die ook na de inpoldering ongeaëreerd zal blijven, zijn de mogelijkheden van toepassing zeer beperkt. In de eerste plaats zijn de te verwachten veranderingen van het soortelijk volume in de ondergrond gering ten opzichte van de natuurlijke spreiding van de gegevens; in de tweede plaats vindt men zeer moeilijk een goed vergelijkingsobject.

Bij de inklinking van veengronden kan naast verdichting ook oxydatie een rol spelen. In de Engelse en Amerikaanse literatuur wordt aan oxydatie een belangrijke rol toegekend. Ook in Nederland kan oxydatie optreden.

Verscheidene auteurs vermelden, dat bij hoogveenontginningen de inklinking recht evenredig is met de veendikte. HALLAKORPI geeft voor de inklinking de volgende formule:

$$Z = a (0,08 D + 0,066).$$

(Z = zakking = inklinking; D = veendikte, a = constante, variërend tussen 1,00 en 4,00, afhankelijk van de dichtheid van het veen; Z en D in m).

In ons land is de inklinking van veen op korte termijn vooral van belang bij de drooglegging en ontginning van veenplassen met ribben. De snelheid van de inklinking blijkt sterk samen te hangen met de omstandigheden. Om het eindbedrag van de inklinking te vinden, werkt men met bepaalde percentages van de oorspronkelijke dikte, variërend naar de veensoort. Bij de ontginning tracht men door het geven van „overhoogte” en „onderhoogte” te bereiken, dat het maaiveld na de inklinking vlak ligt.

Inklinking op langere termijn

Het onderwerp werd beperkt tot de inklinking van profielen met veen of zware kleilagen. Hierbij stonden speciaal de verschijnselen in West-Nederland in het middelpunt van de beschouwingen.

Hoewel men bij inklinking vaak geneigd is vooral te denken aan inklinking in het cultuurlandschap, speelt de inklinking in het alluviale natuurlandschap toch ook vaak een voorname rol. Grote hoogteverschillen ontstaan hierbij in het algemeen echter niet. De hoogteverschillen, die door inklinking ontstaan, worden nl. vaak weer uitgewist, doordat de laagten door sediment of sedentaat (veen) worden opgevuld. Door deze opvulling worden de onderliggende grondlagen echter weer zwaarder belast en opnieuw ontstaat er door inklinking een laagte, waarna het proces zich kan herhalen. In wezen is dit een continu proces dat door gaat, totdat er een tijdelijke evenwichtstoestand is bereikt. Het resultaat is uiteindelijk, dat de slappe profielen worden verstevigd. In het profiel komt dit tot uiting in een diepere ligging van de oudere lagen, die weggedrukt worden, terwijl de lagen die erop zijn afgezet toen het proces zich voltrok, relatief te dik zijn. Overal kan men in de gebieden met slappe profielen deze gevolgen van de inklinking in het natuurlandschap aantreffen en zich daaruit tevens enigszins een idee vormen over de grootte daarvan. Enkele voorbeelden hiervan werden behandeld.

De *grootte van de inklinking* in het cultuurlandschap is behalve van de tijd vooral afhankelijk van de ontwateringsdiepte en van het profiel. In het West-Utrechtse bosveen-gebied blijken de peilen van de verschillende polders sterk afhankelijk te zijn van de diepte van de zandondergrond of anders gezegd, van de dikte van het veenpakket. Aangezien de gemiddelde hoogteligging van het maaiveld t.o.v. het polderpeil in de verschillende polders niet zo veel verschilt, betekent dit, dat de inklinking bij eenzelfde ontwateringsdiepte zeer sterk afhankelijk is van de veendikte. Dit kan uiteraard alleen worden aangetoond voor die gebieden, waar in het veen geen kleilagen ingeschakeld zijn. Zodra men een afwisseling van klei en veen krijgt, zijn de polderpeilen bij dezelfde diepteligging van de zandondergrond hoger. Vergelijkt men West-Utrecht met de overige delen van het West-Nederlandse veengebied, dan blijkt verder de aard van het veen en mogelijk ook de hydrologie van het vroegere veengebied een rol te spelen.

Een kwantitatieve beschouwing op landschappelijke basis van de inklinking in de droogmakerijen van Holland is moeilijk te geven, daar men hier niet weet hoe de hoogteligging van de verschillende delen vroeger bij het ontstaan is geweest. Kwalitatief gezien is de uitwerking van de inklinking zeer duidelijk. Zij is hier vooral van de mate van stevigheid van de klei- en zavelprofielen afhankelijk. Beschouwt men het gebied tussen Oude Rijn en IJ, dan ziet men, dat in het Westen in het algemeen de profielen tamelijk vast zijn en dat zij naar het Oosten toe slapper worden. De slapste profielen liggen niettegenstaande ze minder diep ontwaterd zijn, door inklinking 2 meter lager dan de wat vastere profielen. Deze inklinking is gedeeltelijk tijdens de sedimentatie van het erop ontstane oppervlakteen opgetreden.

Nadat de verschillende polders met elkaar vergeleken waren, kwamen daarna de verschijnselen *binnen één polder*, waarin slappe veen- en kleilagen voorkomen, aan de orde.

Het meest opvallend zijn de inklinkingsverschillen wel in de Oudelandpolders in Zeeland, waar een veenlaag plaatselijk door krekten is geërodeerd. De later met zand en zavel opgevulde krekten liggen door de inklinkingsverschillen plaatselijk 2 meter hoger dan de omgeving.

Veel minder evident zijn de inklinkingsverschillen binnen één polder in het West-Nederlandse veengebied. Deze verschillen bedragen meestal niet meer dan enkele decimeters, maar toch zijn zij zeer belangrijk voor de graslandcultuur. De inklinkingsverschillen kunnen te wijten zijn aan verschil in dikte der veenlaag tot op het zand, het plaatselijk optreden in het profiel van verlande stroombeddingen of van kleilagen, of aan plaatselijk diepere ontwatering tengevolge van onderbemaling, inzijging of tengevolge van de holle waterstand van de percelen in de zomer. Een enkele maal komt binnen één polder ook het verschil in veentype tot uiting in inklinkingsverschillen.

Bij de polders met veenprofielen op zand is er een duidelijk verband tussen de hoogteverschillen in de polder en de verschillen in de diepteligging van het zand. Op enkele voorbeelden werd uitvoeriger ingegaan.

Inklinking op lange termijn

In de beide voorgaande lezingen werd de inklinking behandeld, zoals deze zich voltrekt in een korte periode (± 100 jaar) en in een wat langer tijdsbestek van enkele duizenden jaren. Om verschillende redenen is het gewenst na te gaan welke inklinking kan optreden indien men met grotere diepten (hogere druk) en lange perioden rekent. Uit de literatuur zijn gegevens bekend van inklinking van kleilagen door de druk van enige duizenden meters bovenliggende sedimenten. Gebleken is o.a. dat kleilagen op een diepte van 2000 m zijn ingeklonken tot $\frac{1}{2}$ van de dikte die zij op een diepte van 100 m bezaten. Nagegaan werd welke volumeveranderingen er optreden b.v. bij de overgang van klei in kleisteen, van zand in zandsteen en van veen in steenkool. De processen, die hierbij een rol spelen, werden in het kort besproken. Ook werd nagegaan in hoeverre laboratoriumproeven met hoge druk aansluiten bij gegevens uit de natuur.

Van een aantal Nederlandse afzettingen werden enkele fysische eigenschappen, voor zover deze van belang zijn voor inklinkingsvraagstukken, genoemd, waaruit zou kunnen volgen in hoeverre deze afzettingen door verdere inklinking kunnen bijdragen tot een niveauverandering van ons land. Hierbij bleek dat o.a. de factor tijd het vrijwel onmogelijk maakt enige prognose op te stellen.

ALGEMENE BESCHOUWINGEN OMTRENT DE VOORDRACHTEN EN DISCUSSIES

In de hierna volgende beschouwingen zijn de verschillende aspecten van het inklinkingsvraagstuk, zoals deze in de inleidingen naar voren kwamen, uit een meer algemeen gezichtspunt behandeld. Tevens is hierbij gebruik gemaakt van hetgeen tijdens de vergadering in de discussies werd opgemerkt, van de in de inleiding genoemde niet gerefereerde voordrachten van GEUZE en BENNEMA en van resultaten van besprekingen, gevoerd na de Inklinkingsdag door de inleiders.

HET VERSCHIJNSEL VAN DE INKLINKING

Onder inklinking wordt een volumevermindering van de grond verstaan. Deze volumevermindering kan het gevolg zijn van verlies aan stoffen (b.v. koolzure kalk, organische stof) of van een andere rangschikking van de bodemdeeltjes. Als gevolg van de inklinking treedt meestal een verlaging van het maaiveld op, doch dit is niet altijd het geval. Stel b.v. dat door nieuwe sedimentatie of verdere veengroei de onderliggende lagen worden samengeperst. Inklinking van de diepere lagen kan in dergelijke gevallen optreden bij gelijkblijvende ligging van het maaiveld of zelfs bij stijging daarvan. Voor vraagstukken betreffende bodemdaling mogen deze gevallen van belang zijn, voor de landbouw hebben zij zelden betekenis. In de landbouw wordt dan ook vaak de term inklinking gebruikt voor de verlaging van het maaiveld.

In de landbouw is de inklinking vooral van belang bij cultuurtechnische werken. Behalve wanneer het zandgronden betreft, heeft men bij verlaging van de grondwaterstand altijd te maken met inklinking. Met deze inklinking moet zo goed mogelijk rekening worden gehouden bij de vaststelling van het toekomstige polderpeil, bij de bepaling van diepteligging en capaciteit van de gemalen en bij de bepaling van de diepteligging van kunstwerken, zoals sluisdremfels, duikers en bruggen.

Voorts kan de inklinking van belang zijn voor de interpretatie van een bodemkartering, die ten behoeve van droogmakerijen, inpolderingen of andere cultuurtechnische werken plaats vindt. Door de inklinking immers worden bepaalde lagen dunner, hetgeen een zekere wijziging van het bodemtype kan betekenen. In zulke gevallen is het daarom dienstig om zowel een bodem-

typenkaart te maken, die de toestand vóór de inklinking aangeeft als één van de toestand na de inklinking.

Door verschillen in inklinking kunnen hoogteverschillen ontstaan waar zij oorspronkelijk niet aanwezig waren of reeds aanwezige hoogteverschillen worden vergroot. Vooral bij hoogteverschillen op kleine afstand kan de exploitatie van de landerijen worden bemoeilijkt. Op veengronden wordt vaak irreversibele indroging gevonden op de relatief het hoogst gelegen terreingedeelten.

Ook bij het bouwen in terreinen, die nog zullen inklinken, dient met de inklinking rekening te worden gehouden. Gefundeerde gebouwen komen door de inklinking van de omgeving relatief hoger te liggen, hetgeen moeilijkheden kan veroorzaken met de aansluiting van riolering, waterleiding en kabels voor electriciteit en telefoon, terwijl verder de erven en niet gefundeerde schuurdelen moeten worden opgehoogd.

Begeleidende verschijnselen van de inklinking kunnen zijn de verbetering van de begaanbaarheid en de verslechtering van de bewerkbaarheid van de grond. Inklinking treedt o.a. op door indroging van de bovenste grondlagen; daardoor worden deze lagen eveneens steviger, zodat de begaanbaarheid, die aanvankelijk op veen- en kleigronden te wensen kan overlaten, beter wordt. Door de indroging komen de gronddeeltjes dichter bij elkaar. De onderlinge verschuiving van de gronddeeltjes wordt daardoor moeilijker en dit resulteert in een vergroting van de benodigde trekkracht bij de groundbewerking. Dit verschijnsel is vooral evident bij jonge kleigronden, zoals b.v. in de Dollardpolders en de IJ-polders worden aangetroffen.

DE KWANTITATIEVE BEPALING VAN DE INKLINKING

De inklinking kan, zoals uit de samenvattingen van de voordrachten moge zijn gebleken, op de volgende manieren worden bepaald:

- 1 Door gebruik te maken van de consolidatietheorie uit de leer der grondmechanica.
- 2 Door vergelijking van de soortelijke volumina (dat zijn de volumina, ingenomen door 1 gram droge grond in natuurlijke ligging) van het beschouwde sediment of sedentaat met de soortelijke volumina van overeenkomstige sedimenten of sedentaten, waarvan de hoogteligging nog niet door inklinking is beïnvloed (of omgekeerd, wanneer men de inklinking wil voorspellen).
- 3 Door vergelijkend profielonderzoek. In enkele gevallen kan hierbij van een bijzonder hulpmiddel gebruik worden gemaakt, nl. de vervorming van rietwortelstokken, zoals deze bij de inklinking van veenlagen optreedt.

Deze methoden hebben elk hun eigen verdiensten en tekortkomingen. Zo is de onder 2 genoemde methode veelal tot dusver alleen bruikbaar voor de bepaling van de inklinking van de bovenste 1 à 2 m. De consolidatietheorie biedt daarentegen juist bij uitstek mogelijkheden om de inklinking te bepalen van grondlagen, die met water verzadigd zijn, terwijl deze mogelijkheden slechts gering zijn voor de bovenste grondlagen, die aan uitdroging zijn blootgesteld. Het zal duidelijk zijn, dat een combinatie van beide methoden in vele gevallen noodzakelijk is om de inklinking van het gehele bodemprofiel te leren kennen.

Als de profielopbouw zich er toe leent, kan de methode van *vergelijkend*

profielonderzoek fraaie resultaten opleveren. Wil dit het geval zijn, dan moeten de beschouwde niveaus der samendrukbare lagen oorspronkelijk horizontaal hebben gelegen of een bekend hoogteverschil hebben gehad. Soms kan met deze methode alleen de inklinking van de onder de grondwaterspiegel gelegen grondlagen worden bepaald. De onder 2 genoemde methode kan dan evenwel in bepaalde gevallen de ontbrekende gegevens over de inklinking van de bovenste grondlagen verschaffen.

Met alleen vergelijkend profielonderzoek is het tot dusver slechts bij uitzondering mogelijk de te verwachten inklinking kwantitatief te voorspellen. Wel kunnen vaak te verwachten inklinkingsverschillen worden aangegeven. Met de onder 1 en 2 genoemde methoden kan men in beginsel wel de te verwachten inklinking voorspellen. Aangezien men met deze laatstgenoemde methoden echter slechts een wijd net van punten zal onderzoeken, is daarnaast een bodemkartering nodig om na te gaan welke punten voor onderzoek in aanmerking komen en voor welke gebieden de gegevens van toepassing zijn.

In vele gevallen moet bij de toepassing van de genoemde methoden gebruik worden gemaakt van een aantal veronderstellingen. Het is daarom gewenst om de methoden naast elkaar te gebruiken teneinde de resultaten te kunnen vergelijken en toetsen.

Bij toepassing van de *consolidatietheorie* op inklinkingsvraagstukken stuitte men op moeilijkheden, die nog niet werden overwonnen. De laatste tijd zijn evenwel belangrijke theoretische vorderingen gemaakt. Deze moeilijkheden betreffen in de eerste plaats het zogenaamde laagdikte-effect en in de tweede plaats de bepaling der samendrukkingsconstanten. Met het *laagdikte-effect* wordt bedoeld de invloed van de laagdikte op de benodigde tijdsduur om een bepaalde inklinking te bereiken. Des te dikker een laag is, des te langer zal het duren eer de inklinking een bepaald percentage van de oorspronkelijke dikte heeft bereikt. Het is met de kennis hieromtrent zo gesteld, dat het nog niet mogelijk is gebleken om te zeggen in welk stadium de consolidatie van een bepaalde grondlaag zich bevindt.

Het is gebleken, dat bij de experimentele bepaling van de samendrukkingsconstanten in het laboratorium een grote invloed wordt uitgeoefend door de snelheid, waarmede het grondmonster wordt belast. Volgens de gebruikelijke methoden worden de belastingverhogingen in eens aangebracht; bij een geleidelijk toenemende belasting, waarvan bij de inklinking meestal sprake is, blijken de samendrukkingsconstanten zodanig te verschillen van die bij een belasting in eens, dat de daarmee berekende zettingen op langere termijn tot lagere uitkomsten leiden. Derhalve zullen de vroegere berekeningen van inklinkingsbedragen moeten worden herzien.

Toetsing van de berekeningen volgens de consolidatietheorie aan de bepalingen van de inklinking volgens één der andere methoden, zal waarschijnlijk kunnen leren, welke maximale belastingsnelheid mag worden toegepast in het laboratorium, om bruikbare uitkomsten van de berekening van het verloop der inklinking te verkrijgen.

DE GROOTTE VAN DE INKLINKING

Zandgronden

Zandgronden klinken slechts zeer weinig in. Alleen vanwege de ontkalking, waarbij dus enige droge stof wordt afgevoerd, zal men enige inklinking voor

kalkrijk afgezette zandgronden moeten veronderstellen. Naarmate de grond zwaarder is, bevat deze in de uitgangstoestand meer water en heeft hij een hoger soortelijk volume. Bij het inklinkingsproces wordt het watergehalte door uitdroging en/of uitpersing verlaagd. Het zal duidelijk zijn, dat minerale gronden een des te grotere inklinking vertonen, naarmate hun lutumgehalte hoger is. Bij de inklinking van de bovenste grondlagen overweegt de invloed van uitdroging ver over de invloed van samenpersing. De grondlagen, die ook na de verlaging van de waterstand ongeaëreerd zullen blijven, hebben hun inklinking daarentegen uitsluitend te danken aan samenpersing. Voor een gelijkmatig bodemprofiel komt het vorenstaande er op neer, dat de inklinking van boven naar beneden relatief steeds kleiner wordt.

Droogmakerijen

Een grote inklinking werd gevonden in de *IJ-polders*. Deze polders werden omstreeks 1875 drooggelegd. De bodem bestond bij het droogvallen uit een slappe sliblaag met een hoog lutumgehalte. De inklinking bedroeg hier in de 75 jaar, die sinds het droogvallen zijn verlopen, 1 à 1,50 m. In de *IJ-polders* komt ook nog een 8 à 10 m diepe geul voor, opgevuld met veenslik; de bovenste lagen bestaan uit dezelfde klei als die van de omgeving van de geul. In dit geval hebben ook de diepere lagen bijgedragen tot de inklinking. De totale inklinking was hier in 75 jaar 1,80 à 2,30 m.

In *Oostelijk Flevoland*, welke polder eveneens grotendeels uit slap slib met hoog lutumgehalte bestaat, zal de inklinking volgens de berekeningen in een groot gedeelte ongeveer 1 m bedragen in de eerste 100 jaar na het droogvallen; plaatselijk zal dit nog 25 cm meer zijn. Er zijn evenwel ook gedeelten, waar de bodem uit zand of lichte zavel bestaat, die vrijwel niet zullen inklinken.

Laat men de opgevulde geul in de *IJ-polders* buiten beschouwing, dan kan men zeggen, dat de inklinking in *Oostelijk Flevoland* ook in de zwaarste gedeelten nog niet de waarden zal bereiken van de *IJ-polders*. De voornaamste reden hiervan is, dat de zwaarste gronden in *Oostelijk Flevoland* toch nog een 10 à 20% lager lutumgehalte hebben dan die van de *IJ-polders*.

Kweldergronden

Kweldergronden hebben ten tijde van de inpoldering al een lager soortelijk volume dan even zware gronden, die onder water zijn opgeslibd. Zij klinken dientengevolge na de inpoldering veel minder in dan onder water opgeslibde gronden. Een tweede reden hiervan is nog, dat bij kweldergronden op vrij geringe diepte veelal reeds lichte zavel of zand wordt aangetroffen. Zavelige kweldergronden klinken na de inpoldering in het algemeen niet meer in dan 10 à 30 cm en kleiige kweldergronden met een kleilaag van 1 m en een zandige of zavelige ondergrond ongeveer 30 à 40 cm.

Hoogveen

Bij ontwatering en ontginning van hoogveen heeft men herhaaldelijk een grote inklinking in de eerste 10 à 20 jaar waargenomen. Deze inklinking bedroeg 20 à 30% van de oorspronkelijke veendikte bij een ontwateringsdiepte van ± 1 m.

West-Utrecht

In West-Utrecht heeft de inklinking sedert het in cultuur nemen gemiddeld ongeveer 23 % van de oorspronkelijke veendikte bedragen. Was de oorspronkelijke veendikte in één polder uiteenlopend, dan ontstonden door verschil in inklinking hoogteverschillen. Hoewel deze vaak niet groter zijn dan 20 à 30 cm, zijn ze voor de graslandcultuur van grote betekenis; op de hogere gedeelten is de grond nl. vaak meer of minder irreversibel ingedroogd.

In beginsel komt het inklinkingsproces nimmer aan zijn eindpunt; de laatste fase verloopt evenwel asymptotisch. In het veengebied van Westelijk Utrecht komt dit tot uiting in de noodzaak om de polderpeilen van tijd tot tijd iets te verlagen.

In de veengebieden van Nederland heeft het veen nog lang niet zijn maximale dichtheid verkregen. Bedroeg de inklinking in Utrecht gemiddeld 23 % van de oorspronkelijke veendikte, metingen wezen uit, dat het z.g. veen op grotere diepte bij een flinke belasting wel 85 à 90 % van de oorspronkelijke dikte is ingeklonken. Ook de thans nog veelal slappe lagen oude zeeklei, die b.v. in het Centrum van Zuid-Holland in het bodemprofiel voorkomen, kunnen nog een wezenlijke bijdrage tot de inklinking leveren.

Uitgeveende gebieden

Bij de drooglegging en ontginning van veenplassen met ribben is de inklinking een vraagstuk van de eerste orde. Vóór de drooglegging zijn de hoogteverschillen tussen de ribben en de verlande trekaten of petgaten (uitgeveende gedeelten) gering. Na de afmaling worden de hoogteverschillen veel groter, doordat de ribben veel minder inklinken dan de trekaten. Waren de verschillen eerst slechts 20 à 40 cm, na enkele jaren zijn ze vaak meer dan 1 m.

De ontginning van een dergelijk landschap bestaat vooral in egalisatie van het terrein. Men tracht daarbij door het geven van „overhoogte” en „onderhoogte” zodanig te egaliseren, dat na de inklinking het terrein vlak ligt. De mate van „overhoogte” is vooral afhankelijk van het stadium van de inklinking en van de veensoorten; zij wordt in de praktijk bepaald door personen met veel ervaring. Toch is soms her-egalisatie na b.v. 10 jaar nog noodzakelijk.