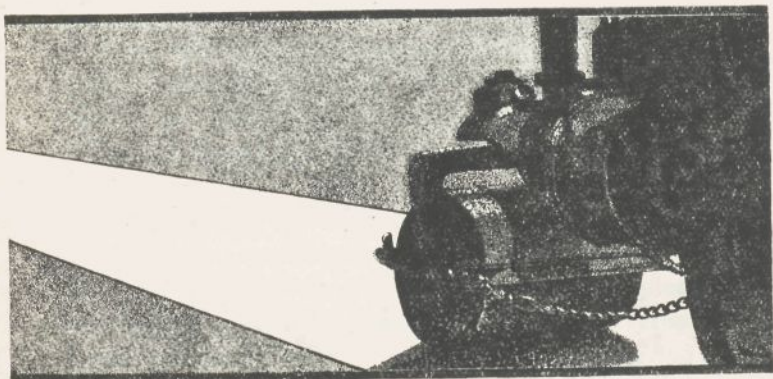


PUBLICATIE
VAN DE
NEDERLANDSCH-INDISCHE
WEGENVEREENIGING



DE GRONDSLAG EENER WEG-
VERHARDING.

No. 2



1907

ETIOP. 1896

1. 1. 1907

ETIOP. 1896

1. 1. 1907

DE GRONDSLAG EENER WEG- VERHARDING.

No. 2.

Aangezien de voorraad exemplaren der eerste publicatie over dit onderwerp uitgeput is en sedert de kennis van grondslagen in het algemeen uitgebreid is, heeft het Dag. Bestuur der N.I.W.V. het raadzaam geoordeeld, mede ter vervanging van vorenbedoelde eerste publicatie, deze nieuwe het licht te doen zien, waarin eenigszins dieper op het belangrijke onderwerp in kwestie is ingegaan.

In niet weinig gevallen is degradatie eener verharding een gevolg van ongunstige eigenschappen van den grondslag. En niet zelden wordt in dergelijke gevallen verbetering gezocht in herhaaldelijk herstel der verharding onder omstandigheden, waarin alleen verbetering van den grondslag tot blijvend goed werk kan leiden.

In verband daarmee zal hier in beknopten vorm een en ander worden medegedeeld omtrent de eigenschappen en gedragingen van verschillende grondsoorten en de middelen, welke kunnen worden toegepast, om zoo noodig of gewenscht een grondslag te verbeteren.

1. *Functie van den grondslag.*

De grond, dienende ter ondersteuning van een of andere constructie, moet de erop komende belasting kunnen dragen. Is dit het geval, dan noemt men dien grond voldoende draagkrachtig. Essentieel is daarbij, dat de vormverandering van den grond onder alle omstandigheden door de gedragen constructie moet worden gevolgd, zonder dat breuk of scheuring optreedt.

Bij wegverhardingen treedt dit temeer op den voorgrond, omdat onder de wisselende verkeersbelastingen gelijk-

matige vormverandering of zetting van den grondslag — welke in andere gevallen toelaatbaar kan zijn — uitgesloten is. Bovendien worden de vormveranderingen hierbij in belangrijke mate beïnvloed door de onvermijdelijke wisseling in vochtgehalte.

De functie van den grondslag eener wegverharding kan alzoo worden omschreven als te zijn : ondersteuning van de verharding zóó, dat de onder den invloed van wisselende belasting en wisselend vochtgehalte optredende vormveranderingen niet grooter zijn dan die, welke de verharding zelve kan ondergaan, zonder dat deze scheurt. De grondslag zal als zoodanig dus meer geschikt zijn, naarmate :

- a/ het draagvermogen grooter is en minder beïnvloed wordt door wisseling van het watergehalte ; en
- b/ de vormverandering onder invloed van de wisselende belasting en het wisselend vochtgehalte kleiner is en minder blijvend.

2. *Vershil in grondsoorten.*

Uit het oogpunt van den wegebouwer bezien, teekenen zich allereerst twee groote groepen van grondsoorten af, t.w. : zand of zanderige grond en klei of kleiachtige grond.

Zand en klei onderscheiden zich o.a. door uitwendige verschijnselen, b.v. :

	zand	en	klei
a/	is niet plastisch ;		is plastisch ;
b/	zwelt c.q. krimpt niet bij wateropname c.q. droging ; en		zwelt en krimpt daarbij wel ; en
c/	vertoont geen of weinig samenhang ;		vertoont veelal sterken samenhang.

Nadere gegevens over de samenstelling van deze grondsoorten verschaffen de resultaten van zeefanalysen, welke in dit geval eigenlijk beter als granulair-analysen zijn aan te duiden, aangezien, indien de te onderzoeken

grond zeer fijne deeltjes bevat, de mechanische analyse niet door zeefproeven is vast te stellen, en zulks daarom door slibben geschiedt. Daarbij blijkt dan, dat zand v.n. uit grove korreltjes bestaat en klei v.n. uit fijne deeltjes. Men kan nu, naar gelang van de grootte der onderscheiden deeltjes, een min of meer gedifferentieerde klasseindeeling opstellen, verloopende van grof (zanddeeltjes) naar fijn (kleideeltjes). Daar geen grondsoort echter uit één enkele granulaire fractie bestaat, zou voor het weer-geven der samenstelling steeds een tabel of grafiek noodig zijn. Ten einde nu op eenvoudige wijze van de resultaten der granulaire analyse een overzicht te kunnen geven, bezigt men hiervoor een z.g. driehoek-diagram, in de wetenschap, dat voor elk punt binnen een gelijkzijdigen driehoek, de som der afstanden tot de drie zijden gelijk is aan de hoogte van den driehoek. De verschillende granulaire fracties worden verdeeld in drie groepen en de grootten daarvan (in gewichtsprocenten van het geheele betrokken monster) kunnen dan door de bovenaangegeven afstanden tot de driehoekszijden worden voorgesteld. Op deze wijze is het mogelijk een grondsoort m.b.t. de resultaten der granulaire analyse voor te stellen door een enkel punt binnen het driehoek-diagram. In vele landen, zoo in de U.S.A. door het „Bureau of Soils” en door dat „of Public Roads”, alsook in Ned.-Indië door het Laboratorium voor „Agrogeologie en Grondonderzoek”, worden de grenzen der boven aangeduide drie groepen als volgt gesteld :

a/ zand :	korrelgrootte	> 50 μ *)
b/ stof („silt”) :	„	50 — 5 μ ; en
c/ klei :	„	< 5 μ

(Hierbij is op te merken, dat de, vooral bij den asfalt-wegenbouw wel gebruikelijke onderscheiding tusschen zand en vulpoeder naar het al dan niet blijven liggen der korrels op de 200-mazenzeef, niet geheel met boven-

*) 1 μ = 0,001 mm.

staande korrelafmetingen overeenkomt, daar bij bedoelde zeefproef de grootte der kleinste tegengehouden korreltjes ca. 74μ bedraagt).

Bovenstaande indeeling van grondsoorten geeft dus aan, dat klei bestaat uit zeer fijne deeltjes, welke kleiner zijn dan 5μ . De vraag is nu te stellen, of de specifieke eigenschappen van klei (plasticiteit, krimpen en zwellen, samenhang) veroorzaakt worden door deze fijne verdeling alleen, of dat daarvoor ook andere redenen zijn, en zoo ja, welke.

Over deze kwestie bestaat tusschen terzake deskundige onderzoekers nog geen eenstemmigheid.

Zonder alle verschillende meeningen hier te willen nagaan, kan in het kort worden medegedeeld, dat door enkelen klei wordt geacht te bestaan uit zeer fijne, schubvormige vaste deeltjes en de eigenschappen van dit materiaal worden toegeschreven aan den vorm en de afmetingen dezer partikeltjes in verband met de uitwerking van het water, dat zich bevindt in de poriën tusschen de zeer kleine schubjes.*)

Door de meerderheid der onderzoekers wordt tegenwoordig echter aangenomen, dat de „kleiachtige” eigenschappen van grondsoorten veroorzaakt worden door zich daarin bevindende colloïdale stof.**)

Volgens deze opvatting zouden in klei vaste korreltjes (van waarschijnlijk verschillende grootten) voorkomen, elk omgeven en onderling aaneengekit door een min of meer waterhoudende colloïdale gel. Het in de klei aanwezige water wordt daarbij niet gedacht als zoodanig in poriën te zijn opgehoopt, maar (ten deele) min of meer sterk gebonden te zijn door de colloïdale gel, waarvan de deeltjes, al naar gelang van de uit-

*) Terzaghi: „Erdbaumechanik”.

**) b. v.:

Ehrenberg: „Die Bodencolloïde.”

Liesegang en Kohl-Vordamm: „Kolloïdchemische Technologie”.

Ashley: „Bulletin 388. United States Geological Survey”.

wendige invloeden, die er op werken, meer of minder water kunnen vasthouden dan wel los laten.

Bij een passend watergehalte van klei geeft de vervormbaarheid der colloïdale gel aan het materiaal de eigenschap van plasticiteit, zoodat de massa onder uitwendige krachten van vorm kan veranderen, terwijl de samenhang bewaard blijft en dit bovendien zonder dat het volume der massa zich wijzigt.

Bij zandmassa's is vormverandering zonder volumeverandering slechts in uitzonderingsgevallen mogelijk, n.l., als bij een structuur met maximum poriënvolume de geheele massa met water verzadigd is. Dan gaat evenwel de samenhang verloren en de massa wordt niet plastisch, maar vloeibaar.

Bij de meeste (natuurlijke) zandophoopingën is de korelschikking van het materiaal zóó, dat het poriënvolume in grootte tusschen de beide uitersten (maximum en minimum) in is gelegen. Voor belangrijke vormveranderingen van een dergelijke massa is het noodig, dat bedoeld poriënvolume zich kan vergrooten tot (bijna) het maximum, zoodat de zandkorrels gelegenheid krijgen over elkaar te rollen of te schuiven. *) Dat wil dus zeggen, dat vormveranderingen van een zandmassa niet zonder volumewijzigingen plaats vinden, dus de zandmassa niet plastisch is.

3. *Draagvermogen.*

Bij beschouwingen over het draagvermogen en de zakking van bodemlagen onder belasting kan eveneens onderscheid gemaakt worden tusschen grond, welke geen samenhang vertoont (zandgrond) en grond, die dat wel doet (kleigrond). Als draagvermogen is daarbij te beschouwen de maximum belasting van den grond per eenheid van oppervlak, waaronder na een zekere mate van zakking een evenwichtstoestand intreedt.

*) De juistheid hiervan wordt geïllustreerd door de reeds in 1885 door O. Reynolds bekend gestelde resultaten van z.g. zandzakproeven, een beschrijving waarvan o.a. voorkomt in een artikel van dr. ir. J. Versluys in „De Ingenieur”, 1926, no. 29, blz. 592.

Aan de hand der resultaten van theoretische beschouwingen is nu wel gesteld, dat, voor zoover het de belasting betreft :

- a/ bij in het geheel niet samenhangende grondsoorten
 - 1. het draagvermogen evenredig is met de waarde van $\sqrt{F}$, indien F voorstelt de grootte van het belaste vlak ;
 - 2. de zakking onafhankelijk is van de grootte van F , doch slechts van de sterkte der belasting per eenheid van oppervlak ; en
- b/ bij samenhangende grondsoorten
 - 1. het draagvermogen onafhankelijk is van de grootte van F ;
 - 2. de zakking evenredig is met de waarde van $\sqrt{F}$.

Bij proefnemingen is vorenbedoeld verschil in het gedrag van niet en wel samenhangende grondsoorten echter tot op heden lang niet zoo groot gebleken, doch vertoonen alle grondsoorten (bij gelijke belasting per eenheid van oppervlak) een vermeerdering van de zakking bij een vergrooting van het belaste oppervlak — veelal is daarbij de zakking evenredig met $\sqrt{F}$. *)

Fig. 1 is een grafische voorstelling der resultaten van in 1915 door het „U.S. Bureau of Public Roads” genomen proeven over drukverspreiding. Daaruit blijkt, dat bij het vergrooten van een (met een gelijken druk per cm^2) belast vlak, de druk zich in de zandlaag sterker (dus, naar is aan te nemen, dieper) voortplant, zoodat verwacht kan worden, dat daarbij zich ook grootere zakkingen zullen voordoen, hetgeen door proeven van meer recenten datum is bevestigd, zoowel voor grondsoorten met hoog als met laag kleigehalte.**)

Ook wordt berekend, dat de zakking grooter moet zijn, naarmate de vorm van het belaste vlak (bij gelijke grootte)

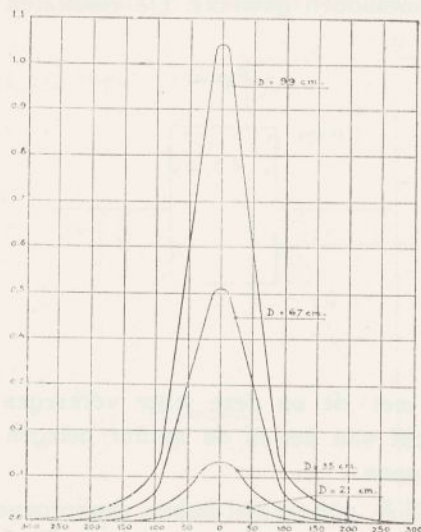
*) Föppl : „Bauingenieur” 1926. blz. 950.

Emperger : „Bautechnik” 1926 no. 27.

Wolterbeek : „Rapport No. 20 van den Nederlandschen Rijkswaterstaat”.

**) Goldbeck : „Prov. Am. Soc. Civ. Eng”. 1925 blz. 896.

Fig 1.



Drukverspreiding in een vochtige zand-massa op een diepte van ca. 1,40 m. beneden het oppervlak, bij belasting, door cirkelvormige stempels met verschillenden diameter (D) onder een druk van 2,44 kg/cm². („Prov. Am. Soc. Civ. Eng." 1925.)

meer gedrongen is (de verhouding $\frac{\text{oppervlak}}{\text{omtrek}}$ dus grooter is), doch dit is door proefnemingen nog niet op geheel bevredigende wijze bevestigd.

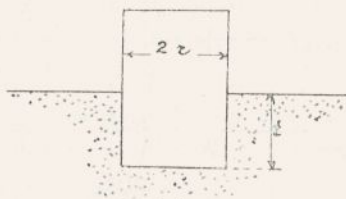
Eveneens is van de uitwendige omstandigheden de z.g. diepteverhouding $\frac{t}{r}$ van het belaste vlak (zie fig 2) nog van invloed op het draagvermogen en de zakking.

Op verschillende wijze heeft men getracht in laboratoria empirisch het draagvermogen van plastische gronden te bepalen.

In Zweden is dit b.v. geschied onder leiding van de Zweedsche Spoorweg-commissie (1914-1922). Daarbij is de indringing bepaald van een standaardkegel in verschillende kleimonsters, nadat de kegel tot rust was gekomen.

Ook in Oostenrijk heeft men volgens soortgelijke beproevingsmethoden gewerkt. De resultaten wijzen echter

Fig 2.



uit, dat met de op deze wijze verkregen gegevens de draagkracht van het in de natuur gelegen materiaal niet is na te gaan.

In de U.S.A. zijn op klei-kuben drukproeven genomen *) met geleidelijk toenemende belasting. De grafische voorstelling der resultaten van twee zulke proeven is in fig. 3 weergegeven. Hieruit blijkt het groote verschil tusschen monsters ongeroerden en geroerden grond van overigens gelijke samenstelling. Ook volgens deze methode heeft men tot dusverre voor de praktijk nog geen gegevens kunnen verzamelen, waarnaar de draagkracht van kleilagen zoude kunnen worden vastgesteld.

De groote moeilijkheid is steeds om op juiste wijze, aan de hand van de resultaten der proeven op kleine schaal, te komen tot een oordeel over het draagvermogen in de werkelijkheid. **)

Bij zandlagen wordt de vormvastheid vooral beïnvloed door de structuurdichtheid (grootte van het poriënvolume)

*) door Dr. Terzaghi.

**) Kögler : „Bauingenieur“ 1927, no. 44.

Stern : „Schweizerische Bauzeitung“ 1925, no. 15.

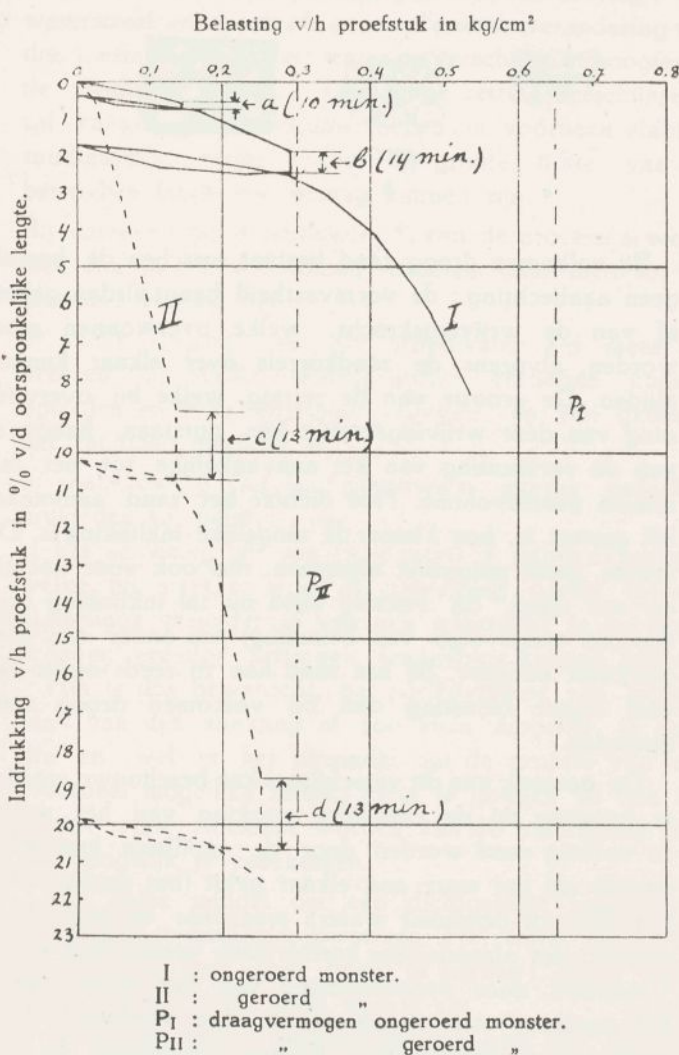
„Bauingenieur“ 1927, no. 36.

Terzaghi : „Erdbaumechanik“ Hfdst. 24.

Krey : „Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes“.

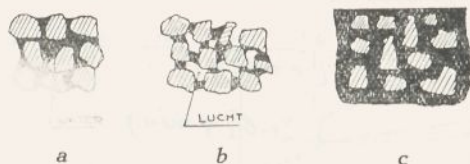
Rapporten van het „Special Committee to codify present practice on bearing value of soils“ in de Proc. Am. Soc. Civ. Eng. 1920–1922.

Fig 3.



en den toestand, waarin eventueel aanwezig water in het zand verkeert. Men kan n.l. onderscheiden: vochtig zand, waarbij het water zich in capillairen (fig. 4a), funiculairen of pendulairen toestand bevindt (fig. 4b), of nat zand, waarin phreatisch water aanwezig is (fig. 4c).

Fig. 4.



Bij volkomen droog zand bestaat tusschen de korrels geen aanhechting; de vormvastheid hangt alsdan geheel af van de wrijvingskracht, welke overwonnen moet worden, alvorens de zandkorrels over elkaar kunnen glijden. De grootte van de zetting, welke bij overwinning van deze wrijvingskracht kan ontstaan, hangt af van de verhouding van het aanvankelijke tot het minimum poriënvolume. Hoe dichter het zand aanvankelijk gestort is, hoe kleiner de mogelijke inklinking is. Dit laatste geldt natuurlijk algemeen, dus ook voor vochtig en nat zand. Bij vochtig zand nu zal inklinking (uitsluitend tengevolge van belasting) pas onder een aanmerkelijk hoogere, bij nat zand kan zij reeds onder een veel lagere belasting dan bij volkomen droog zand optreden.

De oorzaak van dit verschijnsel kan beschouwd worden te berusten op de capillaire werking van het water. In vochtig zand worden door de capillaire kracht de korrels als het ware aan elkaar gekit (het sterkst door funiculair of pendulair water), waardoor de bewegingsvrijheid der afzonderlijke korrels sterk verminderd wordt. Verandert, door vermeerdering van het watergehalte, het capillaire water in phreatisch, dan verdwijnt daarmee ook de kleefkracht. Komen vervolgens de korrels in dezen toestand niet geheel op elkaar te liggen, maar blijft een dun waterhuidje er tusschen aanwezig, dan kan dit tengevolge hebben, dat door het als smeermiddel werkende water de bewegelijkheid der korrels t.o.v. elkaar veel grooter wordt dan dit bij volkomen droog zand het geval is.

Uit het bovenstaande volgt, dat verandering van waterstand en daarmee gepaard gaande verandering van den toestand, waarin het water op verschillende hoogten in de zandlaag verkeert, plotselinge zettingsverschijnselen zal kunnen te voorschijn roepen in voorheen stabiele zandmassa's, welke vooral bij groote dikte van de betrokken lagen van belang kunnen zijn.

Bij nauwkeurige beschouwing *) van de processen, welke zich dan in zoo'n zandlaag afspelen, kan men tot de conclusie komen, dat :

a/ snelle stijging van het grondwater het meest te vreezen is, omdat daarbij groote zettingen kunnen optreden en zelfs vloeibaar worden van een gedeelte der zandlaag mogelijk is ;

b/ snelle daling van het grondwater minder nadeelige invloeden zal hebben ; en

c/ het aanwezig zijn van diepe gaten in taluds of bermen, welke bij sterken regenval aanleiding geven tot een plotselinge verandering van den waterdruk in het zandlichaam, ernstige zettingen tengevolge kunnen hebben.

Het is dus gewenscht, het poriënvolume van gestort zand van den aanvang af zoo klein mogelijk te doen zijn en wel in het bijzonder om de grootte van een eventueel mogelijke zetting klein te houden en ook het gevaar voor vloeibaar worden van de zandmassa zoo-veel mogelijk te voorkomen.

Het beste middel om een dichtgezette zandlaag te verkrijgen, is herhaald inwateren. Het water dient hierbij door de laag heen (weg) te zakken ; onder water zetten zonder meer heeft weinig zin.

Is inwateren onder omstandigheden niet wel mogelijk, dan is de aangewezen werkwijze : storten in dunne lagen, aanstampen of, wat beter nog is, inrijden. Dit laatste heeft, door het teweeg brengen van trillingen

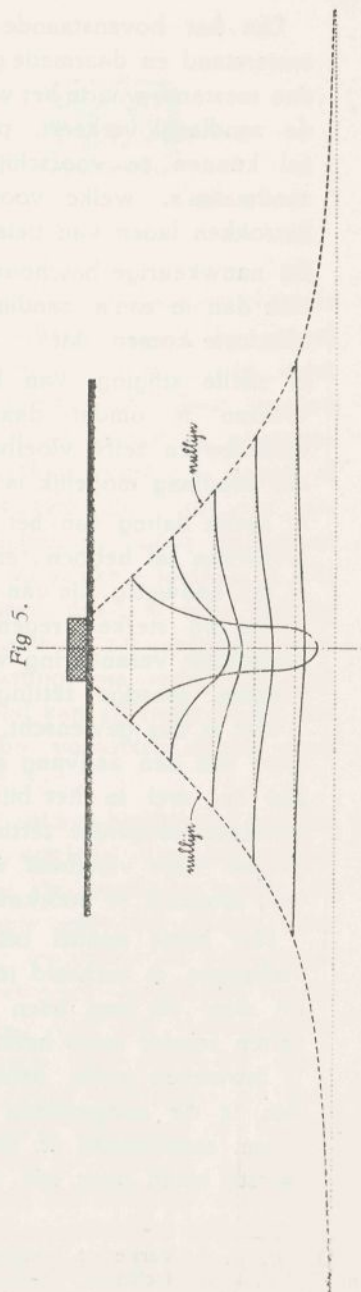
*) Dr. ir. J. Versluys : Loopzand en Drijfzand. (De Ingenieur 1926 no. 29) P. A. M. Hackstroh : Stellingen inzake den invloed van water op het draagvermogen van gestort zand. (De Ingenieur 1919 no. 44).

in de zandlaag, een zeer gunstigen invloed op het zich zetten van de korrels.

Omtrent drukverspreiding door den grond kan, afgaande op de verrichte onderzoeken in het algemeen gesteld worden, dat de druk op grootere diepte minder ongelijkmatig is en ten slotte op een eindige diepte tot nul nadert, als n.l. de begrenzingsvlakken van het drukverspreidende grondlichaam in het oneindige verloop. Fig. 5 brengt dit schematisch in beeld.

4. *Beoordeeling van grondsoorten.*

Teneinde zich een praktisch oordeel te kunnen vormen over de geschiktheid van bodemsoorten om als grondslag voor wegverhardingen te kunnen dienen, speciaal met het oog op mogelijke vormveranderingen bij wisseling van het watergehalte, bepaalde men in de U.S.A. voorheen veelal door een globale terreinproef het z.g. „vocht-equivalent” en de (lineaire) krimpmaat van den bodem.



Daartoe wordt van te onderzoeken grond een monster van 500 g. genomen (luchtdroog gewicht), dat geen klompjes grond of steentjes mag bevatten. Aan zoo'n monster wordt water toegevoegd, totdat het te kneden is tot een massa van een consistentie, gelijk aan die van zachte stopverf. Met een spatel gekneed, mag zich geen vrij water aan de oppervlakte vertoonen.

Druppelsgewijze wordt verder zoo lang water toegevoegd op het glad gestreken oppervlak, als dit geabsorbeerd wordt. Vóórdat bovengenoemd vocht-equivalent bereikt is, wordt het water gretig opgenomen; zoodra deze grens is overschreden, wordt het oppervlak natglimmend. Het monster wordt dan bij een temperatuur van 105° C. gedroogd en daarop wordt de hierbij verdampde hoeveelheid water bepaald. Deze hoeveelheid, uitgedrukt in procenten van het gewicht der droge stof, kan nu worden aangenomen het genoemde vocht-equivalent te zijn, dat verband schijnt te houden met het draagvermogen van den grond. Geconstateerd is n.l., dat bij grondsoorten met een vocht-equivalent grooter dan 20 %, een watergehalte gelijk aan het vocht-equivalent de maximum grens is, waarbij de betrokken grondslag nog behoorlijk draagkrachtig is, en dat bij hoogere watergehalten de vormveranderingen van den grond bij wijzigingen van den belastingstoestand onevenredig groot kunnen zijn.

De resultaten van uitgebreide proefnemingen, verricht door het „Bureau of Public Roads”, wijzen ten deze uit, dat de draagkracht van grond met een vocht-equivalent :

- a. van max 20 % goed is ;
 - b. van 20 tot 30 % meestal voldoende is ; en
 - c. van meer dan 30 % onvoldoende is,
- met het oog op den wegebouw.

Naast het vocht-equivalent wordt dan gewoonlijk ook bepaald de (lineaire) krimpmaat van den te onderzoeken bodem, welke laatste op de mogelijkheid van scheuren bij uitdroging duidt.

Voor de praktische bepaling der lineaire krimpmaat wordt van den te onderzoeken grond een monster geno-

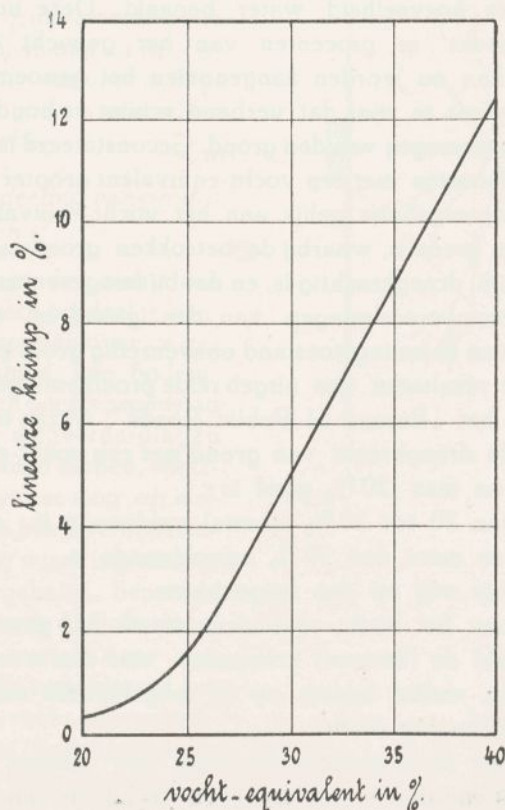
men van 300 g. en met water verzadigd tot het vocht-equivalent bereikt is. Met een houten stamper wordt die grond aangestampt in vormen (van gegalvaniseerd ijzer), metende ongeveer: $1,25 \times 3,75 \times 35,5$ cm.

De zoo gevormde grondlichaampjes worden op een (porseleinen) schaal geplaatst en gemeten. Daarna worden ze bij een temperatuur van 105° C. gedroogd en zoo weer gemeten.

Het verschil in lengte, uitgedrukt in procenten van de oorspronkelijke lengte (in natten toestand), is de lineaire krimpmaat.

De tusschen vocht-equivalent en lineaire krimpmaat gevonden betrekking is in de teekening fig. 6 afgebeeld.

Fig. 6.



5. *Middelen ter verbetering.*

Tenslotte zij hier de aandacht gevestigd op hetgeen ter verbetering van grondslagen kan worden gedaan. In het algemeen zal elke grondslag van den aanvang af te verbeteren zijn door de compactheid ervan te verhoogen, den grond dus te comprimeeren, liefst onder een grooteren druk dan later onder verkeerslasten te verwachten is. Uit de afhankelijkheid van het draagvermogen van de structuur-dichtheid (zie boven) is de gunstige invloed hiervan reeds af te leiden. *)

In den Staat Californië (U. S. A.) zijn in 1925 uitgebreide proeven genomen om na te gaan of, en zoo ja in welke mate, het werken van den (kleihoudenden) grondslag van wegverhardingen is tegen te gaan. **)

Men heeft daartoe: *a/* den grondslag over diepten van 15 tot 30 cm. omgewerkt en daarna vermengd met kalk, portland cement of asphaltolie; en *b/* een zand- of grindbed op den oorspronkelijken ondergrond aangebracht. De verschillende proefvakken zijn daarna ruim vier jaren (in de praktijk) geregeld waargenomen. Als resultaat van bedoelde waarneming stelde het Staatswegenbureau vast, dat vermenging van den grondslag eener wegverharding met eenig bindmateriaal geen economisch en evenmin een goed werkzaam middel is tot het tegengaan van „werken”; maar dat goede middelen daarvoor zijn: *a/* het aanbrengen van een zand- of grindbed op den ondergrond; en/of *b/* het constant laag houden van het vochtgehalte van het onmiddellijk onder de verharding gelegen deel van den grondslag.

Blijkt uit deze conclusies, dat het verwerken van bindmiddelen in den grondslag geen gunstige resultaten oplevert, wel kan vaak met voordeel de ondergrond met grof zand vermengd worden. Daardoor wordt dan

*) Vergelijk verder hetgeen in de Publicatie no. 27 op blz. 14 geschreven staat omtrent de definitieve consolideering van een verharding onder het verkeer.

**) Municipal and County Engineering no. 6 van 1-2-'25.

het vocht-equivalent van den grondslag verkleind en de werking van eventueel te treffen draineervoorzieningen versterkt. Een klein vocht-equivalent wijst immers op een groote waterdoorlaatbaarheid, hetgeen de drainage vergemakkelijkt, welke tenslotte meer of minder geslaagd is te noemen, naar mate het werkelijke vochtgehalte van den bodem kleiner blijft dan het vocht-equivalent.

Hetgeen door vermagering, als hier bedoeld, kan worden bereikt, spreekt uit de volgende (globale) cijfers:

			vocht-eqv.	lin. krimpm.
			in %	in %
1 deel zand op:	{	20 deelen grond	39,4	11,10
		10 " "	38,1	9,08
		5 " "	35,4	5,30
		2 " "	25,7	2,75
		1 deel "	20,1	1,64

Doorgaans zal in dergelijke gevallen eveneens de aanbrenging van een zandbed onder de verharding aanbeveling verdienen.

In Engeland brengt men veelvuldig ter verbetering van kleiachtige grondslagen een laag zeer grofkorrelig materiaal aan, waarvoor bij voorkeur slakken worden gebezigd.

In dit verband zij gewezen op het herhaaldelijk bij gewone en spoorwegen geconstateerde verschijnsel van het opstijgen van klei in grind- of steenslaglagen, onder invloed van de stootende werking van het verkeer, *) hetgeen bij nat worden van de klei onvaste ligging van verharding of spoor tengevolge heeft.

Fransche proefnemingen wezen uit, dat een zandlaag van minimum 15 cm. dikte onder steenslag dit opstijgen geheel voorkomt.

Eindelijk is het nog van belang op te merken, dat de volgorde, waarin lagen van grof- en fijnkorrelig materiaal boven elkaar voorkomen, van invloed moet zijn op de

*) Revue générale des Chemins de Fer, 1925, no^o 4.

waterhoudende en -doorlatende eigenschappen van de samengestelde laag. *) Een laag van fijnkorrelig materiaal op een van grofkorrelig materiaal kan de inzinking van water belemmeren, terwijl omgekeerd een laag van grofkorrelig materiaal, voorkomende op een van fijnkorrelig materiaal, de opstijging van capillair water kan tegen gaan, en inzakkend water spoedig loslaat.

*) Wegen, 1926, blz. 112.

