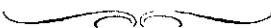


KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
AFD. VOOR BOUW- EN WATERBOUWKUNDE - SECTIE VOOR CULTUURTECHNIEK
NEDERLANDS GENOOTSCHAP VOOR LANDBOUWWETENSCHAP
STUDIEKRING VOOR CULTUURTECHNIEK



PRAE-ADVIEZEN
VAN DE
Werkgroep „LANDBOUWWEGEN”



UITGAVE NEDERLANDSCHE HEIDEMAATSCHAPPIJ - ARNHEM

1953

Deze prae-adviezen zullen worden behandeld in de 6e gezamenlijke ledenvergadering op 5 Juni 1953 te Lochem.

De prae-adviezen werden opgesteld door de leden van de werkgroep „Landbouwwegen” t.w.:

Ir H. Bijker l.i.

Ir F. L. van der Bom c.i.

Ir A. J. P. van der Burgh t.i.

Ir H. A. M. C. Dibbits c.i.

Prof. Ir W. F. Eysvoogel c.i., Voorzitter

J. Kuipers, voor Prof. Dr Ir F. J. Nellensteyn

Ir D. J. Luteyn l.i.

Ir G. A. Overdijkink l.i.

Ir A. Rienks l.i.

Ir F. van Schagen c.i., Secretaris

Ir H. J. Th. Span c.i.

Prae-advies met betrekking tot de problemen bij het ontwerpen van wegenplannen voor ontginningen, ruil- en herverkavelingen of polders.



Nomenclatuur.

1. Voor een doelmatige behandeling van het onderwerp is het noodzakelijk om te komen tot een genormaliseerde nomenclatuur.
2. Bij het ontwerpen van een wegenplan voor een nieuwe polder, ontginning of een ruilverkaveling dient men twee *hoofdgroepen* van wegen te onderscheiden:
 - 2-1. *De wegen voor doorgaand verkeer*, welke passen in een Rijkswegenplan, een provinciaal wegenplan of een tertiair wegenplan. *)
 - 2-2. *De landbouwwegen*, welke naar gelang van hun betekenis indien nodig nader kunnen worden onderverdeeld in primaire, secundaire, tertiaire of quartaire landbouwwegen.
3. Het karakter van de aldus aangegeven wegen zal voor verschillende projecten en landstreken (vgl. o.a. Noord-Holland en Drenthe) niet altijd hetzelfde zijn. Verder kent men, b.v. in de Zuiderzeepolders naast de wegen voor doorgaand verkeer slechts één type landbouwwegen.
4. Voor wat de indeling der landbouwwegen betreft zal men bij de beschrijving of de bespreking van een project het gebruik moeten vermijden van benamingen als: hoofdlandweg, uitvalsweg, landweg met interlocale betekenis, enz. Deze benamingen zeggen niets omtrent de rangorde van de weg binnen het raam van het project.
Men houde zich aan een indeling volgens 2-2.
5. Als primaire landbouwweg zou men dan kunnen betitelen de landbouwwegen, die de bedrijven met de dorpen verbinden en (of) tezamen met de wegen van een tertiair wegenplan het hoofdstramien van het wegenplan vormen waarlangs zich ook het landbouwverkeer in groter verband beweegt naar verlaadplaatsen, centrale opslagplaatsen, enz. Aan deze wegen zullen in het algemeen de boerderijen liggen. Dan volgen, na rangorde van belangrijkheid, de secundaire, tertiaire en quartaire landbouwwegen. Een nadere qualificatie van deze klassen kan in deze algemene beschouwing beter achterwege blijven, omdat zij meestal van geval tot geval verschillend zal zijn.

*) Men onderscheidt in Nederland 23 wegenplannen:

1	Rijkswegenplan (primaire wegen)
11	Provinciale wegenplannen (secundaire wegen)
11	Tertiaire wegenplannen

23 stuks in totaal.

6. Woorden als *landweg*, *bosweg*, *zandweg*, *recreatieweg* kunnen wel worden gebruikt om een zeer speciaal type weg aan te geven. Het woord *landweg* zou men b.v. kunnen gebruiken voor een onverharde weg. Deze aanduiding zegt dus niets over de *rangorde* van de weg.
7. Het schijnt niet praktisch om te trachten tot een nomenclatuur te geraken, die telkens uitsluitel geeft zowel over de *rangorde*, *betekenis* als *constructie van de weg*, omdat de aard van het object en de grondslag vele nuances kunnen vertonen.

Algemene eisen aan het ontwerp voor het wegennet te stellen.

8. Bij het ontwerpen van een wegenplan voor nieuw land of voor een herverkavelingsplan moeten 4 zaken in het oog worden gehouden:
 - 8-1. Het wegenplan moet tezamen met het plan van de waterlopen een harmonisch geheel vormen en zich voorts op een planologisch verantwoorde wijze aanpassen aan het omringende (oude) land; daarbij moet voor zoveel mogelijk rekening worden gehouden met aanwezige bruikbare elementen binnen het beschouwde blok of de nieuw gewonnen grond.
 - 8-2. Het plan moet een doelmatige exploitatie van de gronden mogelijk maken.
 - 8-3. Het wegenplan zelf moet qua uitvoering en exploitatie een minimum aan uitgaven vergen.
 - 8-4. Het plan moet landschappelijk tot een aesthetisch aanvaardbaar geheel leiden.
9. De onder 8 gegeven volgorde moet niet direct worden gezien als een preferentie bij het ontwerpen. Zonder twijfel zullen deze eisen in de meeste gevallen tegenstrijdig zijn; door zorgvuldig afwegen van de diverse belangen zal men tot een doelmatig plan moeten geraken.

De doorgaande wegen.

10. Bij het ontwerpen van een wegenplan zullen *de doorgaande verbindingen* een belangrijke rol spelen. De aard van deze verbindingen bepaalt of zij in contact zullen worden gebracht met het landbouwwegenplan en, zo ja, op welke punten dit contact tot stand zal moeten worden gebracht.
11. Men zal er naar moeten streven, dat op de wegen voor doorgaand verkeer, behorende tot een Rijkswegenplan of tot een provinciaal wegenplan *), *niet wordt uitgeweegd*.
12. Het karakter van een tertiaire weg brengt mede, dat hierop wél uitwegen worden *toegelaten*, doch dat men zal trachten het aantal dier uitwegen, waar zich daartoe de gelegenheid biedt, te *beperken*. Daartoe is vooral aanleiding als zulk een tertiaire weg als doorgaande verbinding een belangrijke taak heeft te vervullen.
13. De ligging van doorgaande wegen, waarop niet mag worden uitgeweegd, zal men voordelig langs de achtereinden van de kavels kunnen projecteren.

*) Zie noot op blz. 3.

14. Bij voorkeur zal men de plaats van een doorgaande weg langs een te graven hoofdtocht of -vaart vaststellen. De uitkomende specie kan dan worden gebruikt voor het weglichaam en de eventueel daarin voorkomende opritten. Bovendien kan de aanvoer van bouwstoffen voor aanleg en onderhoud van de weg op eenvoudige wijze plaats vinden, indien de tocht althans voor schepen bereikbaar is.
15. Voorbeelden van doorgaande wegen in polders van recente datum zijn: weg no. 7 in de Wieringermeerpolder van Lambertschaag (nabij Medemblik) naar den Oever, de weg van Ramspol naar Lemmer in de N.O.-polder en de toekomstige weg van Muidenberg naar de Zwolse Hoek door de Zuiderpolder en de Oosterpolder.
16. Typische voorbeelden van doorgaande wegen binnen een ruilverkaveling zijn o.a. de Rijksweg nabij Staphorst en de Rijksweg van Arnhem naar de grens door het Duivense broek.
17. De voordelen van de verwerving van de grond voor een doorgaande weg door middel van ruilverkaveling, boven wegaanleg zonder ruilverkaveling zijn voor beide partijen aanmerkelijk.

De landbouwwegen.

18. Bij het uitwerken van het wegenplan voor de landbouwwegen zal, voor wat het *traceren* betreft, rekening moeten worden gehouden met:
 - 18-1. De wenselijke grootte der kavels, die intussen ook mede afhankelijk zijn van het wegnnet.
 - 18-2. De ligging van de dorpen en bedrijfsgebouwen.
 - 18-3. Het bodemreliëf en de geaardheid van de grond.
 - 18-4. Het grondgebruik (klein- tegenover grootbedrijf).
19. *De constructie* van de weg is afhankelijk van:
 - 19-1. De grondgesteldheid.
 - 19-2. Het te verwachten verkeer (bedrijfsverkeer en sociaalverkeer).
 - 19-3. De beschikbare materialen.
20. Bij het vaststellen van de constructie van de wegen dient er op te worden gelet, dat de landbouwwegen mede geschikt zijn voor *rijwielverkeer*.
21. Bij de analysering van het bedrijfsverkeer zal moeten worden beschouwd:
 - 21-1. De aan- en afvoer van meststoffen, zaai- en pootgoed en van bewerkings- en oogstmachines.
 - 21-2. Het bedienend verkeer met betrekking tot het bedrijf, zoals personeel, leveranciers, post e.d.
 - 21-3. De afvoer van de producten, resp. naar de bedrijfsgebouwen of rechtstreeks naar het punt van verlading of verbruik.
22. Bij nieuw gewonnen gronden kunnen de bedrijfsgebouwen op een gunstige plaats ten opzichte van de daarbij behorende gronden worden geplaatst. Bij ruilverkavelingen of bij „interne” verkavelingen zal een harmonische ontwikkeling van het wegnnet meer zorg baren, omdat dan

in meerdere of mindere mate met bestaande bedrijfsgebouwen moet worden rekening gehouden.

23. Het *sociale of maatschappelijke verkeer* zal vooral invloed op het wegenplan hebben wanneer het desbetreffende object bestaande of nieuwe woonkernen en (of) afzonderlijk gelegen woningen zal bevatten.
24. De onderlinge afstand van de landbouwwegen zal niet meer dan 2 maal de kaveldiepte kunnen bedragen, omdat iedere kavel via een (verharde) weg bereikbaar moet zijn.
25. Het traceren van een landbouwweg langs een dijk, waterleiding, spoorlijn e.d. moet in het algemeen worden vermeden, omdat deze weg dan slechts aan één zijde aanleunt tegen een gebied dat op een veilige en doelmatige wijze van die weg een nuttig gebruik kan maken.
26. Deze overweging zal dus leiden tot de aanleg van een landbouwweg op een afstand gelijk aan de kaveldiepte uit de insteek van de *dijksloot* e.d.
27. Met het oog op de aanvoer van materialen voor het dijksonderhoud is het gewenst, dat de in het vorige punt bedoelde landbouwweg op onderlinge afstanden van bijv. 5 km door een éénsporige reed met de binnenberm van de dijk wordt verbonden.
28. Met betrekking tot het ontwerpen van het wegenplan voor een ruilverkaveling kan nog het volgende worden opgemerkt. Nu er algemeen een streven is om *alle landbouwwegen* te verharden moet er, met het oog op de beperking van de kosten van aanleg en onderhoud der wegen, meer dan vroeger op worden gelet, dat het verkavelingsplan zo rationeel mogelijk wordt opgezet.
29. De neiging van de plaatselijke commissies bij ruilverkavelingen om van dit rationalisme af te wijken, ten einde ingrijpende veranderingen in de eigendomsverhoudingen te vermijden, moet worden tegengegaan.
30. Het feit, dat niet een cultuurtechnicus doch een landmeter een belangrijke rol speelt bij het opmaken van het plan van wegen en waterlopen, dat aan Gedeputeerde Staten ter goedkeuring wordt voorgelegd, geeft wellicht eerder aanleiding tot het doen van dergelijke concessies.
31. Uit een publicatie van Prof. Hellinga **) blijkt, dat het bij de oudere ruilverkavelingen niet ongewoon is als per ha 20 tot 60 m weglengte voorkomt, zij het dat deze wegen slechts ten dele verhard zijn. Dit getal beweegt zich bij nieuwe polders in de getij-gebieden (500 tot 1500 ha), waar men rationeel kan verkavelen, om de 15 m/ha. Bij de grotere IJssel-meerpolders ligt dit getal bij 8 à 10 m/ha.

De landschappelijke zorg voor het plan.

32. Bij het opstellen van verkavelingsplannen zullen steeds 2 grondgedachten een belangrijke rol spelen, n.l.:

**) Prof. Hellinga, „Efficiency bij ruilverkavelingen”, Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde - December 1950.

- 32-1. De wens om het verkavelingsplan met het oog op de exploitatie zo doelmatig mogelijk te ontwerpen.
- 32-2. De wens om dit te doen op landschappelijk verantwoorde wijze.
33. Het ligt voor de hand, dat de grondvorm van de indeling rechthoekig zal moeten zijn, omdat de rechthoek de meest doelmatige kavelvorm is.
34. Toch behoeft deze indeling niet te leiden tot de soms obsederende lange rechte wegen, die men in menig gecultiveerd landschap aantreft en die als onvermijdelijk worden geaccepteerd. Zonder dat dit aan de praktische bruikbaarheid van het geheel afdoet, kan men in de wegen flauwe S-bochten leggen of, uitgaande van een rechte meetlijn, de wegas over afstanden van een kilometer of meer telkens de breedte van de weg doen verlopen. Dat daarbij de einden van de kavels niet loodrecht op de lange zijden van de kavels staan, of wel een gebogen vorm verkrijgen, is niet bezwaarlijk. Wel moet men met het oog op de bewerking van de grond steeds als eis stellen, dat de lange zijden van de kavels evenwijdig lopen.
35. Behalve de in het vorige punt aangegeven wijze van traceren heeft men in het aanbrengen van een beplanting bovendien een zeer werkzaam middel om de kunstmatige en strakke contouren van het nieuwe landschap te verzachten zonder het functionele karakter van het ontwerp aan te tasten. Dat functionele karakter mag en moet zelfs spreken en het streven naar een quasi-pastorale oplossing die aan een landschap met een bepaald karakter een vorm zou geven, die aan het wezen daarvan vreemd is, moet in alle gevallen worden vermeden.
36. Het ligt voor de hand, dat wanneer men te maken heeft met een uitgestrekt landoppervlak, dat geen bijzondere elementen vertoont, die een uitgangspunt voor bepaalde accenten in het toekomstige landschap zouden kunnen vormen, men eerder tot een zuiver rationele conceptie zal komen, dan wanneer zulke bijzondere elementen in de vorm van verschillen in de grond, diep ingesneden geulen of bodemverheffingen wel aanwezig zouden zijn.
37. In het eerste geval zal de ontwerper over veel gezonde fantasie moeten beschikken, gepaard gaande met een warme belangstelling voor de toekomstige werkers in het nieuwe land, om tot een goed landschapsbeeld te komen.
- In het tweede geval zal het scheppen van sfeer een eenvoudiger opgave zijn, omdat de natuur bereids een uitgangspunt verschaft, waarbij het in den regel ook rationeel zal blijken om de bestaande toestand min of meer te volgen.
38. Het spreekt vanzelf, dat in de nabijheid der woonkernen, waar het maatschappelijk leven der bewoners zich afspeelt en waar men ontspanning zal zoeken, aan het landschappelijk aspect vooral aandacht moet worden besteed; ook bij het ontwerpen van het wegenplan moet deze gedachte dan in de eerste plaats als richtsnoer worden genomen.
39. Men zal zich bij het toelaten van afwijkingen van het rationele stand-

punt voor ogen moeten houden, welke de financiële consequenties daarvan zullen zijn.

Niet alleen zal de aanleg duurder kunnen worden bij een meer speelse oplossing van het wegenplan, doch ook de exploitatie van de gronden zal daardoor ongunstig kunnen worden beïnvloed.

40. Beplantingen op overhoeken langs wegen kunnen soms leiden tot een bevredigend landschapsbeeld. Met het oog op het onderhoud van die beplantingen en ook landschappelijk gezien moeten deze beplante overhoeken zo mogelijk deel uit maken van het weggebied. Dat kan soms bezwaar op leveren, omdat dan ter plaatse van deze overhoek de afwatering van de in den regel weinig of niet boven het terrein liggende landbouwweg zou kunnen worden belemmerd. De aanleg van een dreinleuf zal daarvoor dan een oplossing kunnen geven.
41. Bij het maken van een beplantingsplan voor wegbermen dient rekening te worden gehouden met:
 - 40-1. De invloed op de cultuurwaarde van de aangrenzende grond.
 - 40-2. De beschutting van de weggebruiker tegen wind en zon.
 - 40-3. De invloed op de toestand van de weg.
42. Zo wordt het aanbrengen van een aaneengesloten *opgaande* beplanting langs de Noordkant van Oost-West lopende wegen in het algemeen vermeden, omdat de schaduwstrook op de cultuurgrond aan de Noordzijde van de weg schadelijk is. In bepaalde gevallen kan een *dichte* struikbeplanting langs de Zuidzijde van zulk een weg onjuist zijn, omdat de weg dan te lang nat zou blijven. Het meest geschikt zijn de ongeveer Noord-Zuid lopende wegen; een regelmatige beplanting met bomen op voldoende plantafstand zal als regel goed voldoen.

Normen voor het traceren van wegen.

43. Voor de *landbouwwegen* zou kunnen worden uitgegaan van een ontwerp-snelheid van 40 km/h., terwijl het daarnaast raadzaam is de toe te passen hellingen, die niet direct verband houden met de ontwerpsnelheid, niet steeper te ontwerpen dan 1 : 30. Men komt dan tot de volgende normen:
 - 43-1. Ontwerp-snelheid 40 km/h.
 - 43-2. Min. uitzicht bij een ooghoogte van 1,50 m 50—100 m.
 - 43-3. Stralen der bogen:
 - 43-3-1. Wenselijk 400 m.
 - 43-3-2. Normaal 125 m.
 - 43-3-3. Minimum 100 m.
 - 43-4. Max. helling 1 : 30.
 - 43-5. Afrondingsstralen in het verticale vlak:
 - 43-5-1. In de top van de helling 1000 m.
 - 43-5-2. Aan de voet van de helling 500 m.

Prae-advies met betrekking tot het dwarsprofiel van landbouwwegen.



Inleiding.

1. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee hoofdgroepen van wegen:
 - 1-1. *Wegen voor doorgaand verkeer*, veelal passend in een wegenplan, hetzij 't Rijkswegenplan of een secundair, dan wel een tertiair wegenplan.
 - 1-2. *Landbouwwegen*, waaronder de overige wegen worden verstaan, voor zover zij toegang geven tot landbouwbedrijven (in de ruimste zin). Ook sommige wegen voor doorgaand verkeer (vooral de tertiaire) geven toegang tot bedrijven. Het profiel wordt in dat geval vooral door de eisen van het doorgaand verkeer bepaald; daarom komen in het vervolg alleen de sub 1-2 bedoelde wegen aan de orde.
2. Hoewel de functie van de landbouwwegen in de verschillende streken dezelfde is, bestaan er grote verschillen ten aanzien van het verkeer, zowel wat betreft:
 - 2-1. De intensiteit (tonnage per tijdseenheid).
 - 2-2. De zwaarte (gewicht c.q. wioldruk van veelvuldig voorkomende zwaarste wagen).
 - 2-3. De aard (soort banden, paarden).
 - 2-4. De periode (seizoen).
3. In bepaalde gevallen kan ten aanzien van de onder 2 genoemde punten een indeling in klassen worden gemaakt; dan kan het nuttig zijn die door een zekere nomenclatuur te onderscheiden.

Intensiteit van het verkeer.

4. De intensiteit van het verkeer hangt af van:
 - 4-1. De dichtheid van het wegennet.
 - 4-2. De aard van de bedrijven.
 - 4-3. De plaats van de woningen.
 - 4-4. De ligging van de punten van afzet en bevoorrading.
- Opmerkingen:
- 4-1. In vele ruilverkavelingen komen per ha 40 en meer m weg voor; in rationeel verkavelde gebieden, waar de perceelsgrootte aanzienlijk is, zoals de IJsselmeerpolders bedraagt de dichtheid 8 à 10 m/ha.
 - 4-2. Van de aard van de bedrijven hangt de hoeveelheid per ha — en dus per m weg — af te voeren producten af. (granen en stro 5 à 8 t/ha, suikerbieten 40 t/ha).

Verder zijn er grote verschillen ten aanzien van de duur van de perioden, waarin de vervoeren plaats vinden en van de seizoenen, waarin deze vallen (graan in korte periode in gunstig seizoen, bieten in ongunstig seizoen, melk gedurende een groot deel van het jaar).
 - 4-3. Langs de wegen geplaatste woningen veroorzaken verkeer met bestelwagens enz. van de verzorgende bedrijven, die levensmiddelen, brandstoffen enz. afleveren, en verder van fietsende huisvrouwen en schoolkinderen (maatschappelijk verkeer).
 - 4-4. De punten van afzet en bevoorrading kunnen, wat het bedrijfsverkeer betreft, zijn: los- en laadplaatsen, spoorwegstations, opslagplaatsen van handelaren of coöperaties, veilingen e.d. Het maat-

schappelijk verkeer is meestal op de dorpen gericht. Dikwijls moeten deze punten behalve langs de landbouwwegen ook langs doorgaande (tertiaire) wegen worden bereikt.

5. Uit een globale schatting van de intensiteit van het verkeer aan de hand van de onder 4 aangeduide mogelijkheden blijkt, dat het zeer wel mogelijk is, dat de ene landbouwweg 10 en meer malen zoveel verkeer moet verwerken dan de andere. Het is om een inzicht te krijgen in de wijze, waarop de wegen zullen worden gebruikt, nuttig voor de verschillende wegen van een uit te voeren plan schattingen van de omvang en de aard van het verkeer op te stellen.
6. In de IJsselmeerpolders komen landbouwwegen voor met 30.000 auto's per jaar en 160 op de drukste dagen. Deze wegen staan nauwelijks ten achter bij sommige tertiaire doorgaande wegen. Een ander uiterste vormt een landbouwweg in een graslandgebied met kleine kavels met nauwelijks 10 wagens per dag of enkele duizenden per jaar.
7. Het schijnt eenvoudiger de lengte van de wegen in een zeker gebied met 50 % te verminderen, dan door het uitvoeren van een lichtere constructie 50 % te besparen.

Zwaarte en aard van het verkeer; periode, waarin het voorkomt.

8. De verkeerswetgeving kent A- en B-wegen, die o.m. zijn onderscheiden door de toegelaten wieldruk, die voor A-wegen max. 4000 kg en voor B-wegen max. 2400 kg bedraagt.
9. Er is een neiging om alle doorgaande wegen als A-weg in te richten. Het wegvervoer geschiedt met steeds groter eenheden waarvan de wielbelasting 2400 kg te boven gaat, en het is hinderlijk wanneer er een aantal wegen is, waarop zware wagens niet kunnen worden toegelaten. In vele streken worden ook landbouwproducten (stro, bieten, aardappelen) met zware auto's afgevoerd. Dit komt voor in die streken, waar de percelen groot zijn en dus het aantal meters weg per ha gering. In dergelijke gebieden dient men te rekenen op de wielbelasting van A-wegen. Deze eis leidt tot vrij zware constructies als b.v. de middelzware verharding volgens de A.V. van de Rijkswaterstaat, die ook bij toepassing van goedkope materialen en van een oppervlaktebehandeling als deklaag f 8.— à f10.— per m² zal moeten kosten.
10. Zowel de ervaring in de practijk als een berekeningsmethode als b.v. die bekend staat als C.B.R.-methode, geven de indruk, dat bij handhaving van de genoemde wiellast, zelfs bij vrij goede ondergrond geen beperking van de verhardingsdikte toelaatbaar is. De beschikbare geldmiddelen zullen in gebieden met een dicht wegnnet er vaak toe noodzaken een goedkope verharding toe te passen. Deze zal steeds een aanmerkelijk geringer dikte hebben dan de A.V. constructie en men dient zich te realiseren, dat een dergelijk verharding slechts kans van slagen heeft, zo de toegelaten wielbelastingen vrij sterk worden verminderd. Gedacht wordt aan een wielbelasting van 1200 à 1500 kg in kleistreken, resp. 2400 kg (B-weg) in zandgebieden, welke voor normaal landbouwverkeer voldoende zijn. Voor ijzeren wielbanden dienen deze waarden nog aanzienlijk te worden verlaagd (overigens zullen deze wel zelden met meer dan ongeveer 600 kg worden belast). Het schijnt mogelijk in steeds meer streken ijzeren wielbanden geheel te verbieden. Dit is aantrekkelijk. Volgens artt. 4 en 5 van het Wegenverkeersreglement (zie ook § 13 van

de bijlage daarvan) dient (voor wegen buiten bebouwde kommen niet onder beheer van het Rijk) een maatregel tot gesloten-verklaring voor voertuigen, waarvan de druk van enig wiel een zeker maximum overschrijdt, door Gedeputeerde Staten te worden genomen.

11. In dit geval sluit men dus welbewust het vervoer van grote ladingen b.v. van kunstmest, bouwmaterialen enz. uit, om een besparing op de aanleg van het wegennet te bereiken; zonder deze maatregel zou in vele gevallen de ontsluiting van het gebied niet mogelijk blijken of zou men een groot deel van de wegen onverhard moeten laten.

Onderdelen.

12. Aan de orde komen nu de volgende onderwerpen:

- 12-1. De rijbaan.
- 12-2. Het fietspad.
- 12-3. De trekkerbaan.
- 12-4. De leidingen.
- 12-5. De wegbegrenzing.
- 12-6. De beplanting.
- 12-7. De afwatering.

Rijbaan.

13. De rijbaan blijft onverhard waar de bodem gunstig is en het verkeer gering (b.v. boswegen in jonge bossen, toegangswegen tot enkele percelen). Een goed verzorgde grasmat kan een gunstige invloed hebben op de bruikbaarheid. (zie onder 12-6). Nu de grondschaaf beschikbaar is voor het frequent uit te voeren onderhoud, kan met zandwegen meer worden bereikt dan voorheen.

Een volgende stap is de z.g. stripweg, bestaande uit twee zeer smalle verharde stroken op afstanden gelijk aan de radstand van de meest voorkomende voertuigen. Deze wijze van verharding zal zelden goedkoper zijn dan een eenvoudige verharding van 2,5 m breedte.

14. Zodra het verkeer iets sterker is, zal de rijbaan worden verhard. Volstaan wordt met een enkelsporige verharding. Volgens het praëadvies uitgebracht over secundaire en tertiaire wegen van Ir W. I. C. van Veelen (Wegencongres 1949) is een dubbelsporige verharding eerst rendabel bij een dagverkeer van ± 1000 ton (200 à 300 auto's). De meest bezette landbouwwegen hebben een verkeer dat beneden deze grens blijft.
15. Volgens het Wegenverkeersreglement gelden voor A- resp. B-wegen de volgende maximum-breedten van de voertuigen (in m):

	A	B
algemeen	2,5	2,2
landbouwwerktuigen	3,0	2,6
oogstwagens	3,5	3,0

Voor brede landbouwwerktuigen wordt veelal ontheffing verleend voor de breedte-afmeting. Als maximum daarvoor geldt veelal 3,6 m. De verschillende werktuigen kunnen in hun „transportstand” tot deze breedte worden teruggebracht. Wanneer de bermen onder alle omstandigheden het uitwijken van fietsers daarop toelaten en het aantal gering is, zal de verharding 2,5 m breed zijn; is dat niet het geval, wat zal voorkomen op de drukke landbouwwegen (als de sub 3 aangeduide indeling wordt gemaakt: de primaire en secundaire landbouwwegen), dan zal een fietser een wagen op de verharding moeten kunnen passeren, waarvoor een breedte van 3,0 m nodig is.

16. Waar het uitwijken op de bermen, zij het gedurende een deel van het jaar, voor voertuigen bezwaarlijk is, moeten wisselplaatsen worden aangelegd op afstanden van 200—500 m een voorts liefst ter plaatse van de uitwegen van de boerderijen. Op de wisselplaats zal de totale breedte 4,5 à 5 m moeten zijn over een lengte van 15 à 20 m, inclusief de overgangen.
17. Bij kruisingen van landbouwwegen verdient het aanbeveling de afrondingsstralen ten minste 10 m te maken.

Fietspad.

18. Een fietspad is (afgezien van recreatieverkeer) nodig, waar de verharding van de rijbaan voor fietsers ongeschikt is, dus in de eerste plaats, waar de rijbaan niet verhard is.
In het algemeen zal het voordeliger zijn een voor fietsers geschikte verharding aan te leggen dan aan de verharding een fietspad toe te voegen. Men kan zich b.v. het geval denken, waar de kosten van verharding van veldkeien (in een bosgebied) of van een slechte bestrating plus een fietspad lager zijn dan een verharde rijbaan, voorzien van een voor fietsers geschikt verhardingstype.
De breedte van een fietspad zal tot 0,3 à 0,5 m beperkt kunnen blijven.

Trekkerbaan.

19. Hoewel in het algemeen de wielen of rupsbanden van trekkers zo zullen zijn ingericht, dat deze op de verhardingen kunnen worden toegelaten, zal men in sommige gevallen aan trekkers de gelegenheid willen geven buiten de verharding te blijven. Dan moet voor dit doel een strook van 2,0 à 2,5 m worden beschikbaar gehouden. Wanneer de verharding enigszins excentrisch wordt gelegd ten opzichte van de as van de weg, zal dit vaak mogelijk zijn zonder de wegbaan breder te maken.

Leidingen (ondergronds).

20. Waar langs de wegen woningen worden geplaatst, zal men moeten rekenen op ondergrondse leidingen voor electriciteit, water en telefoon, althans voor één of twee daarvan. Een waterleiding ligt ongeveer 1,0 m diep, een kabel 0,5 m; deze maten geven tevens de minste afstand tot de rand van de verharding aan. De breedte die de bermen uit andere hoofde verkrijgen zal voldoende ruimte bieden.

(bovengronds).

21. Met het oog op de bedrijfszekerheid is er neiging het plaatsen van spanleidingen zoveel mogelijk te beperken. Bovendien is de aanleg van kabels reeds voordeliger voor een betrekkelijk klein aantal (5 à 10) aansluitingen langs een weg. In de IJsselmeerpolders, waar nagenoeg elke boerderij een telefoonaansluiting heeft en elke woning aan het elektrische net is aangesloten, komen spanleidingen (behalve hier en daar voor provisoische voorziening) niet meer voor.
Een spanleiding zou geplaatst kunnen worden op de voor uitwijken van voertuigen bedoelde berm en dan op voldoende afstand van een eventuele bomenrij. Leidingen en bomen hebben neiging met elkaar in conflict te komen, met name als deze laatste opgroeien. De leidingen blijven beneden de kruinen van volledig opgegroeide bomen.
Een goede oplossing is (Land van Vollenhove) het plaatsen van spanleidingen dicht nabij de insteek aan de landzijde van wegsloten. De be-

trokken bedrijven kunnen op eenvoudige wijze van de boeren de medewerking voor deze plaatsing verkrijgen; moeilijkheden met de wegbeplanting worden dan vermeden; ook æsthetisch is deze oplossing aanbevelingswaardig, hoewel uit dat oogpunt kabels verre de voorkeur verdienen.

Wegbegrenzing.

22. Ten aanzien van de begrenzing van het weggebied zijn verschillende oplossingen in gebruik:

22-1. Langs de kruinen van de wegbaan.

22-2. Volgens de aslijnen van de wegsloten.

22-3. Langs de insteeklijnen van de wegsloten aan de landzijde of, om onregelmatigheden van deze lijnen af te snijden volgens lijnen, die ongeveer 0,5 m uit deze lijnen liggen.

De oplossingen sub 22-1 en 22-2 zijn alleen aanvaardbaar, zo de eigenaren van de sloten krachtens verordening of keur verplicht zijn deze schoon te houden.

Beplanting.

23. Bij beplanting aan beide zijden is het gewenst, dat de vrije ruimte tussen beide rijen tenminste 7 m bedraagt, opdat twee oogstwagens elkaar kunnen passeren.

24. Als grasmengsel voor de inzaai van wegbermen is in de Noordoostpolder gebruikelijk:

op betere, vochthoudende gronden, per ha: 10 kg Engels raaigras, 10 kg beemdlangbloem, 5 kg veldbeemdgras en 5 kg witte klaver, totaal 30 kg; op zandige gronden wordt de hoeveelheid beemdlangbloem met 5 kg verminderd en 5 kg roodzwenkgras toegevoegd.

De A.V. van de Rijkswaterstaat schrijft een kostbaarder mengsel van 40 kg per ha voor. Ook door zaadhandelaars in de handel gebrachte mengsels zijn duurder.

Afwatering.

25. De afwatering vordert hellend oppervlak van de wegbaan, buiten de bermen is de gewenste eindtoestand ongeveer 1 : 20. Omdat bij nieuwe wegen de verharding door inklinking van de ondergrond lager komt te liggen, terwijl de bermen veelal groeien, zal men goed doen bij eerste aanleg de helling sterker te nemen, b.v. 1 : 10.

26. Voor een droge ligging van de wegbaan moet worden gezorgd. Bij een grondwaterstand, die daartoe aanleiding geeft, moeten greppels of sloten langs de wegbaan worden aangelegd. Het profiel is afhankelijk van de hoeveelheid af te voeren water en eventueel van het polderpeil ter plaatse. Waar nodig zullen de bermen en zonodig het zandkip moeten worden gedraineerd.

Totale breedte.

27. Het voorgaande leidt tot de volgende breedten:

onbeplante wegbaan: 7,0 à 9,0 m,

éénzijdig beplant: 8,0 à 10,0 m,

tweezijdig beplant: 9,0 à 12,0 m.

In gevallen waarin men een zwaarder beplanting wenst, zal de breedte moeten worden vergroot.

Prae-advies met betrekking tot verhardingen in 't algemeen en die van landbouwwegen in het bijzonder.



Inleiding.

Landbouwwegen behoren in het algemeen tot die categorie van wegen die in de klassificatie geplaatst worden beneden de tertiaire wegen. Het zal dus zonder meer duidelijk zijn dat het bij deze wegen gaat om eenvoudige verhardingen, die zo goedkoop mogelijk moeten zijn van aanlegkosten en bovendien de beheerder in de toekomst weinig vragen voor onderhoud.

Hoewel deze verhardingen van het meest eenvoudige type kunnen zijn, zal toch ook hier rekening gehouden moeten worden met de algemene beginselen, die aan verhardingen ten grondslag liggen.

In het hiernavolgende zal dan ook eerst iets worden medegedeeld over wegverhardingen in 't algemeen. Dit is een zeer uitgebreid terrein van studie en het zullen slechts enkele aspecten zijn die hier naar voren kunnen worden gebracht, maar die toch van bijzonder belang zijn voor het verkrijgen van een inzicht in de bouw van verhardingen.

Bij het ontwerpen van een wegverharding heeft men in de regel drie factoren, die het ontwerp bepalen en wel:

1e — het draagvermogen van de ondergrond;

2e — de te verwachten maximale wieldruk;

3e — de intensiteit van het verkeer.

In hoofdzaak op grond van deze factoren heeft de wegenbouwer zijn wegverhardingen te construeren.

De te verwachten hoogste wieldruk en verkeersdichtheid zullen in de regel door een bestudering van de verkeersomstandigheden in het gebied waar de weg komt te liggen ten naaste bij bepaald kunnen worden.

De voornaamste factor is echter het draagvermogen van de ondergrond. Het zal nodig zijn de ondergrond te onderzoeken en haar eigenschappen te bepalen. Het draagvermogen wordt in hoofdzaak bepaald door de samenstelling van de grond, haar structuur en het watergehalte. Het draagvermogen van klei- en leemhoudende gronden varieert zeer sterk met het watergehalte. Maar ook in zanderige gronden kan een toename van het vochtgehalte veranderingen in de structuur teweeg brengen, waardoor zettingen in het wegdek kunnen ontstaan. In alle gevallen is er naar te streven de ondergrond zoveel mogelijk af te sluiten voor indringend water. Een goede kennis van het gedrag van de ondergrond is dus bij de aanleg van wegen van het grootste belang. Veel gebreken aan wegdekken zijn een gevolg van het feit dat niet voldoende rekening is gehouden met de aard van de ondergrond.

In de meeste gevallen zal het niet mogelijk zijn het verkeer zonder meer op de ondergrond toe te laten. Spoedig zullen deformaties optreden en krijgt men het bekende beeld van de onverharde zand- en kleiwegen. De grond bezit in de regel niet voldoende draagvermogen om de druk van het verkeer op te nemen en bovendien zal in de regel een intensief verkeer een te grote mate van afslijting teweeg brengen.

Wil men de ondergrond het verkeer laten dragen dan is het nodig de wieldruk over een groter oppervlak te verdelen om de specifieke druk op de on-

dergrond te verlagen. Dit bereikt men door op de ondergrond een funderingslaag aan te brengen, die op zich zelf een groot draagvermogen bezit en een goede drukverdelende werking uitoefent. In de regel zal het dan verder nog nodig zijn deze laag te voorzien van een min of meer dikke laag met een hoge weerstand tegen afslijting.

De zo opgebouwde wegverharding bestaat dan uit drie delen en wel:

1. de ondergrond als dragende laag;
2. de fundering als drukverdelende laag;
- 3 de deklaag als slijtlaag.

Verhardingstypen en hun drukverdelende werking.

In 't algemeen onderscheidt men de wegdekken in flexible en stijve dekken. Het principiële verschil tussen deze beide typen is, dat de flexible geen of weinig weerstand tegen buigen bezitten, de stijve daarentegen dit in grote mate hebben. De eerste kunnen geen trekspanningen opnemen, de laatste kunnen dit in bijzondere mate. Bij de flexible dekken wordt de sterkte in hoofdzaak bepaald door de dikte, terwijl bij de stijve dekken deze wordt bepaald door de stijfheid van de plaat.

Hoe staat het nu met de drukverdelende werking van de verschillende typen wegverharding.

De flexible dekken geven in vergelijking met een stijve een betrekkelijk geringe drukverdeling. Om zich een beeld te vormen hoe deze verhoudingen ongeveer liggen volgen hier enkele resultaten van onderzoeken, die op dit gebied in het buitenland zijn verricht.

Zo vond men dat een last (1,8 ton) geplaatst op een betonplaat van 2,40 m in het vierkant en 20 cm dik per eenheid van oppervlak op de kleiondergrond een druk uitoefende, die slechts $\frac{1}{8}$ was van de druk, die optrad als dezelfde last geplaatst werd op een laag gewalste steenslag met hetzelfde oppervlak en van gelijke dikte (fig. 1).

Een ander geval gaf aan dat een last geplaatst op een 10 cm dikke betonplaat een specifieke druk op de kleigrond uitoefende, die gelijk was aan die, welke ontstond als men dezelfde last plaatste op een laag gewalste steenslag van 1,05 m dikte.

Een geheel ander onderzoek op dit gebied leerde ons dat een last geplaatst op een 20 cm dik betondek een specifieke druk op de ondergrond uitoefende gelijk aan slechts $\frac{1}{10}$ van de druk, die men waarnam als dezelfde last geplaatst werd op een wegdek, bestaande uit een fundering van gewalste steenslag, 20 cm dik, een laagje teerzand, 5 cm dik en een klinkerdek, 7,5 cm hoog (fig. 2).

Uit deze voorbeelden blijkt wel duidelijk, dat een druk ugeoefend op een betonplaat over een belangrijk groter oppervlak verspreid wordt dan bij een gewalste fundering van dezelfde dikte. Bij gelijke belasting en gelijke dikte geeft een betonplaat een belangrijk lagere specifieke druk op de ondergrond. Bij een zelfde belasting van de verharding zal de ondergrond veel sterker belast worden in het eerste dan in het tweede geval. Dat wil zeggen, dat de betonplaat een grotere wioldruk kan dragen, voordat de ondergrond overbelast zal worden. Bij minder goede ondergrond zal dit verschil in draagvermogen van de verharding het grootst zijn en dit zal afnemen naarmate de ondergrond beter wordt en tenslotte gelijk zijn als de grondslag bijvoorbeeld bestaat uit een rotsbodem. In dit geval maakt het geen verschil of men een betonplaat of wel een gewalste fundering aanbrengt, het draagvermogen is in beide gevallen hetzelfde.

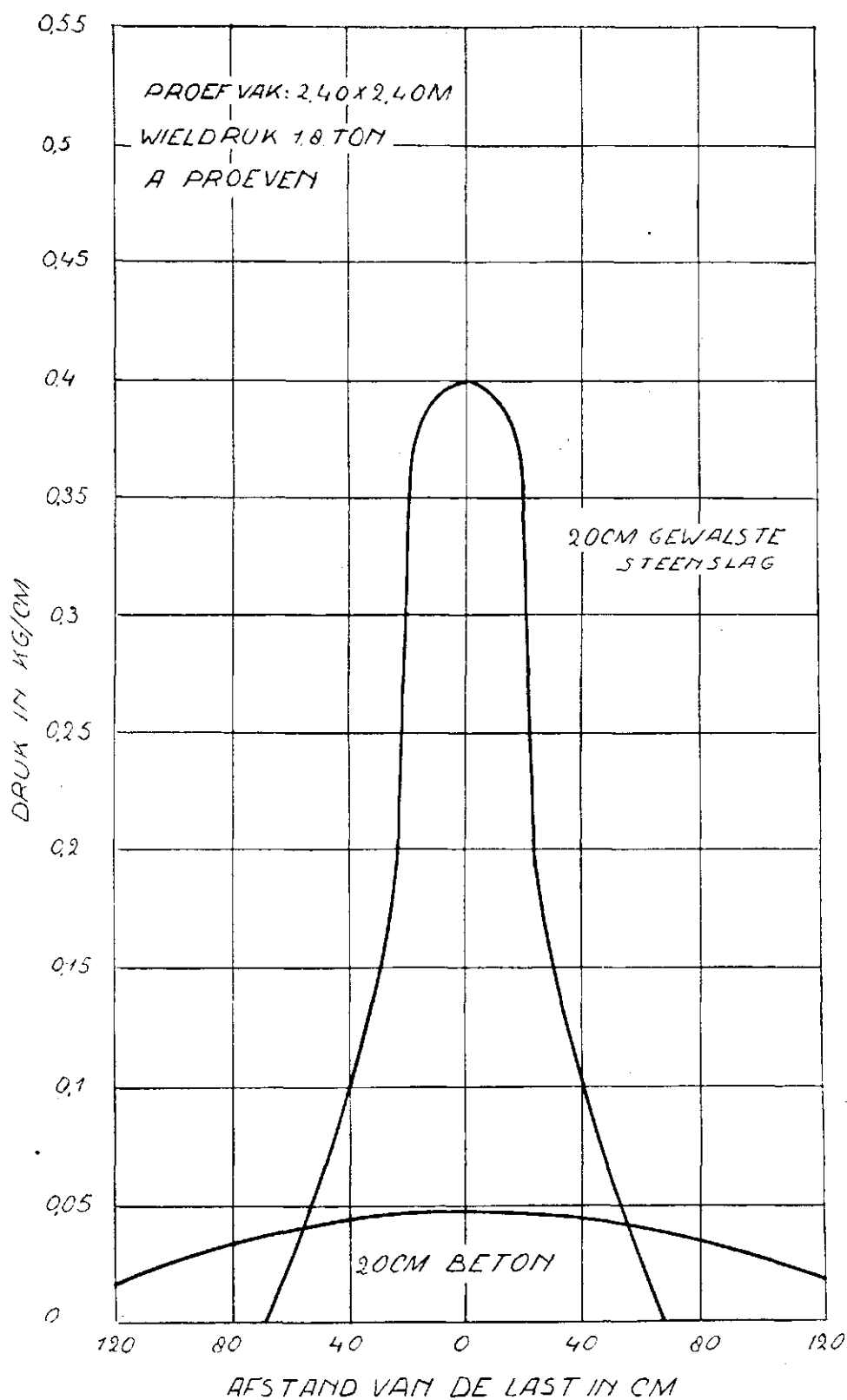


Fig. 1

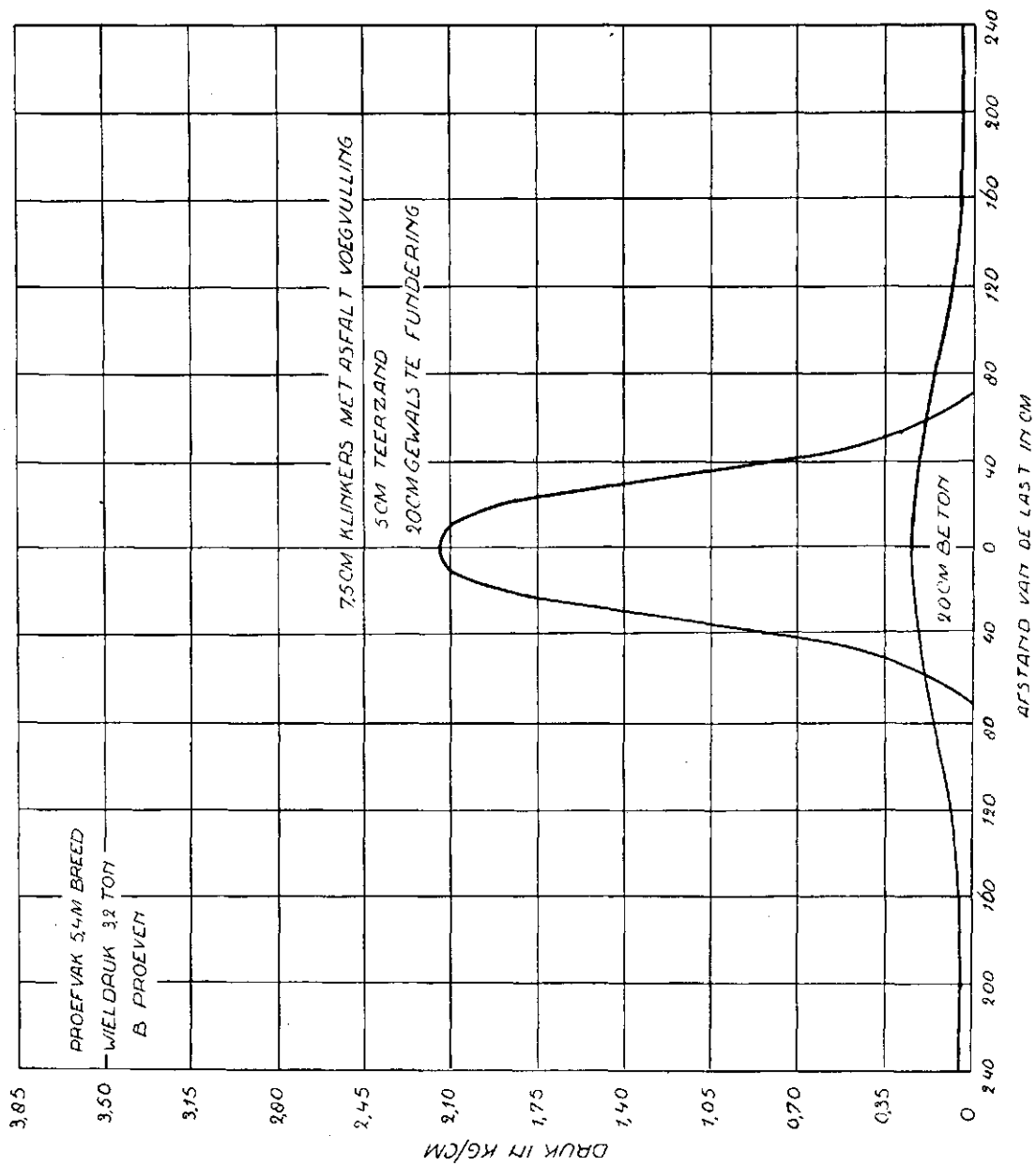


Fig. 2

Uit een en ander volgt voor de wegenbouw de belangrijke conclusie, dat het draagvermogen van beton- en steenslagdekken ongeveer gelijk zal zijn op ondergronden met een zeer goed draagvermogen. Naarmate dit afneemt, zal het verschil in draagvermogen, vanzelfsprekend bij gelijke dikte, tussen deze beide verhardingstypen steeds groter worden. Wil men dan een flexible verharding aanbrengen, dan zal de dikte daarvan belangrijk groter moeten om tot de vereiste lage druk op de ondergrond te komen.

Op zeer goede draagkrachtige ondergrond zal het daarom in de regel goedkoper zijn flexible verhardingen aan te leggen dan betonverhardingen. Het is namelijk voor verkeerswegen niet aan te raden, zelfs op zeer goede ondergrond, betonverhardingen met een geringere dikte dan 15 cm aan te leggen.

Op minder draagkrachtige gronden is, mits deze een gelijkmatig draagvermogen bezitten, in vele gevallen een betonverharding de meest economische, daar in dit geval de flexible verharding een aanzienlijk grotere dikte zal vereisen.

In sommige landen heeft men voor de aanleg van autowegen en startbanen getracht, een waarde van het draagvermogen van de grond te vinden, die een grens zou kunnen zijn, waarbij aan de ene kant de flexible verhardingen en aan de andere kant de betonverhardingen het meest op hun plaats zouden zijn. In Engeland neemt men wel aan dat de grens ligt bij CBR-waarden van 12—18 %.

Uit het bovenstaande moet men niet de conclusie trekken, dat men nu zonder meer op alle minder draagkrachtige ondergrond betonverhardingen moet aanbrengen. Wel zullen de stijve kleigronden een ondergrond vormen, waarop met succes betonverhardingen kunnen worden aangebracht en zullen deze daar dikwijls juist op hun plaats zijn, in 't bijzonder als men de voegconstructies zodanig maakt, dat geen water in de ondergrond kan dringen.

Men moet bij het voorgaande aannemen, dat de ondergrond over de lengte van het wegvak niet te sterk in draagvermogen varieert. Is dit het geval, dan zal men bij voorkeur geen betonverharding aanbrengen. Eveneens is dit het geval, wanneer de grondslag nog minder draagkrachtig wordt en zelfs het gewicht van de verharding een rol gaat spelen.

Asfaltconstructies bezitten geen grote drukverdelende werking. Men heeft in de laatste jaren enkele proeven op dit gebied genomen en gevonden, dat de drukverdelende werking $1\frac{1}{2}$ tot 2 maal zo groot is als bij gewalste steenslag. De penetratie van het gebruikte asfaltbitumen schijnt hierbij een belangrijke rol te spelen.

In 't algemeen echter spelen in de wegenbouw asfaltmengsels als deklaag in de drukverdelende lagen van de wegverharding niet zo'n grote rol, zij vormen gewoonlijk de slijtlagen, waaraan de wegenbouwer dan weer zijn speciale eisen stelt.

Het steeds zwaarder wordende verkeer vraagt om betere drukverdelende wegconstructies. In vele gevallen blijkt het, dat onder de hoge wioldrukken de oude klassieke funderingen met een paklaag als grondslag niet meer voldoen. De drukverdelende werking van een gezette paklaag is niet groot. In de laatste tijd ziet men dan ook op vele plaatsen de gezette paklaag terrein verliezen en vervangt men haar door lagen gewalste steenslag of nog beter door lagen schrale beton. Het wegdek wordt dan verder normaal op deze grondslag opgebouwd. Bij toepassing van de schrale betonfundering profiteert men van de plaatwerking van deze betonlaag en heeft men bovendien alle voordelen van een flexible verharding. Deze combinatie van asfalt en beton wordt sinds korte tijd ook in ons land toegepast.

Voor minder belangrijke wegen zal de constructie, bestaande uit een schrale betonfundering, steenslag tussenlaag en asfaltbetonwegdek, in de regel niet in aanmerking kunnen komen. De vraag is echter, gezien enkele goed geslaagde voorbeelden, of in sommige gevallen, waar geringere eisen gesteld worden een schrale betonfundering voorzien van een dubbele oppervlaktebehandeling niet tot een goed resultaat zou leiden.

Indien men wegen moet aanleggen op minder goede ondergrond, waar belangrijke zettingen verwacht kunnen worden, moet men streven naar het aanbrengen van voorlopige verhardingen in de vorm van b.v. een klinkerbestrating. Het verkeer op een klinkerweg verdicht de ondergrond na enige jaren zodanig, dat een belangrijk beter draagvermogen ontstaat. Juist de geringe drukverdelende werking van de klinkerweg is hier gunstig en veroorzaakt een sterk verdichtende werking. Hetzelfde geldt, maar in iets mindere mate, voor een laag gewalste steenslag, voorzien van een oppervlaktebehandeling. Herstellingen in verband met optredende verzakkingen, zijn bij deze soort dekken eenvoudig uit te voeren. Na enige jaren, als een meer stabiele toestand ingetreden is, kan men dan altijd nog beslissen of men de klinkers wil handhaven of een gesloten dek wil aanbrengen. Ook de gewalste steenslaglaag is dan een grondslag voor vele mogelijkheden.

Bepaling van de dikte van een verharding.

Het vinden van een verband tussen het draagvermogen van de ondergrond, de te verwachten hoogste wieldruk en de nodige dikte van de verharding is zeer urgent geworden gedurende de laatste oorlog. De wieldrukken werden steeds opgevoerd en bovenal de ontwikkeling van de grote bommenwerpers leidde tot drukken, waarvan men bij het wegverkeer nog nimmer gedroomd had. Men kan dan ook gerust zeggen, dat de ontwikkeling van de vliegtuigtechniek de grote stoot gegeven heeft tot het zoeken naar een oplossing van dit probleem. Het resultaat was, dat bij het einde van de oorlog in Amerika reeds een lange reeks methoden in gebruik waren, die ieder een zekere aanhang hadden verworven. Om een idee te vormen van de verschillen in uitkomsten, die men verkreeg al naar de methode, welke men toepaste, zijn in fig. 3 vergelijkend weergegeven de dikten van verhardingen, gevonden volgens de in Amerika het meest in gebruik zijnde methoden.

Groep-index methode.

Op enkele van de tegenwoordig meest gebruikte methoden zal iets nader worden ingegaan.

Daar is dan in de eerste plaats de zuiver empirische methode, gewoonlijk aangeduid als de „Groep-index”-methode.

Op grond van de korrelsamenstelling en de plastische eigenschappen van de grond heeft men een klassificatie van gronden in verband met hun waarde voor de wegenbouw opgesteld (tabel 1).

Door middel van een empirische formule berekent men de z.g. groep-index van de grond, d.i. een conventie-getal dat de waarde van een grond als ondergrond voor een wegverharding aangeeft.

Een algemene klassificatie bestond reeds lang voor de oorlog en deze heeft een grote rol gespeeld in de Amerikaanse wegenbouw.

Toen men tijdens de oorlog niet voldoende had aan deze indeling werd de „groep-index” in 't leven geroepen. Het is een zuiver empirisch getal, berekent

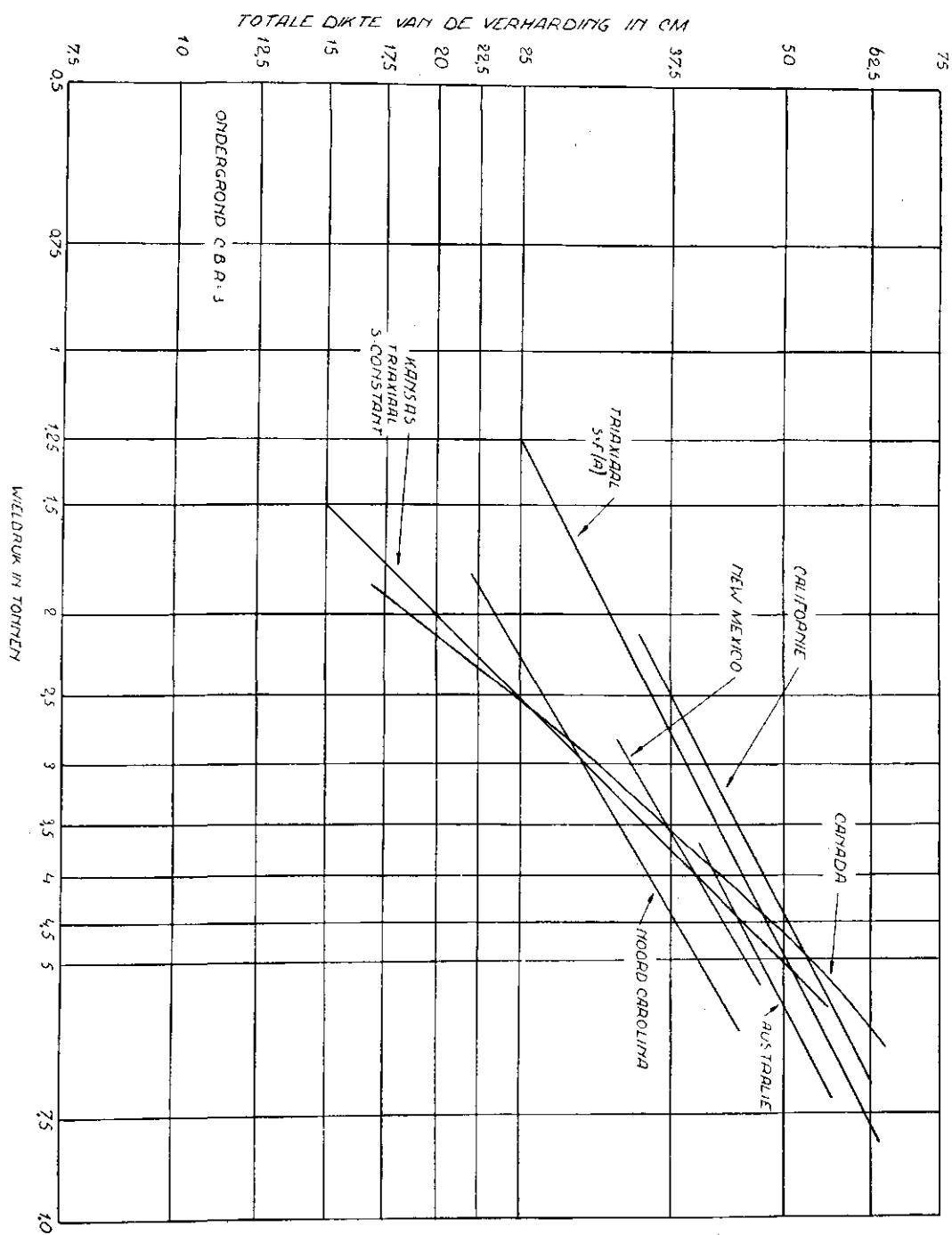


Fig. 3

TABEL I.

INDELING VAN GRONDSOORTEN VOOR WEGENBOUWDOELEINDEN.

Algemene indeling	Korrelige materialen (35 % of minder door zeef 0,075)						(meer dan 35 % door zeef 0,075) Sloef-kleimaterialen			
Groep indeling	A—1		A—3	A—2			A—4	A—5	A—6	A—7
	A—1—a	A—1—b		A—2—4	A—2—5	A—2—6				
Zeefanalyse (gew. % door de zeef) : N 480—d—2,4 —0,42 —0,075	max. 50 max. 30 max. 15	max. 50 max. 25	min. 51 max. 10	max. 35	max. 35	max. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Eigenschappen van het materiaal door zeer 0,42: Vloeibaarheidsgrens Plasticiteitsindex	max. 6	N.P.	max. 40 max. 10	min. 41 max. 10	max. 40 min. 11	min. 41 min. 11	max. 40 max. 10	min. 41 max. 10	max. 40 min. 11	min. 41 min. 11
Groep index	0	0	0	0	max. 4	max. 4	max. 8	max. 12	max. 16	max. 20
Belangrijkste samen- stellende materialen	steenstukken grind en zand	fijn zand	sloef of kleihoudend grind of zand				Sloefgronden		Kleigronden	
Algemene waarde als een ondergrond voor wegen	Uitstekend tot goed						Matig tot slecht			

uit een formule, waarin zowel de korrelsamenstelling als de plastische eigenschappen een rol spelen.

Op grond van enkele eenvoudige laboratoriumproeven bepaalt men volgens deze methode de waarde van een ondergrond. Men heeft een monogram uitgewerkt, waarin men het verband heeft aangegeven tussen de groep-index, de maximaal te verwachten wieldruk en de nodige dikte van de verharding. De dikten worden in te wijde grenzen aangegeven, hetgeen begrijpelijk is daar bij deze methode geen rekening wordt gehouden met het werkelijke draagvermogen van de grond. Beter zijn daarom die empirische methoden, die zich baseren op de uitkomsten van een of andere mechanische beproeving van de ondergrond, hetzij in laboratoria hetzij ter plaatse.

Van deze groep methoden moet in de eerste plaats genoemd worden de sinds vele jaren bekende „plaatbelastingsproef” volgens Westergaard, ter bepaling van de elastische eigenschappen van de ondergrond en waarvan de uitkomsten de basis vormen voor de berekening van de dikte van cement-beton-verhardingen en vervolgens de in korte tijd over de gehele wereld bekend geworden C.B.R.-proef, ter bepaling van de deformatie-eigenschappen van de grond, die de basis vormt voor het berekenen van de dikte van asfalt-verhardingen met een flexible fundering.

Plaatbelastingproef.

Bij de plaatbelastingsproef voor de dikte bepaling van stijve dekken wordt een stijve plaat van gewoonlijk 75 cm diameter geleidelijk toenemend belast en het verband vastgesteld tussen belasting en zakking. Westergaard berekent hieruit de z.g. beddingsconstante „k”, een grootte die een maat is voor het draagvermogen van de grond. Deze „k” is dan volgens Westergaard de verhouding tussen de belasting uitgedrukt in kg per cm² en de zakking uitgedrukt in cm. Dus bijvoorbeeld als bij een last van 5 kg per cm² een

zakking van 0,5 cm optreedt, dan is k gelijk aan $\frac{5}{0,5} = 10$ kg/cm² per cm. Gewoonlijk berekent men „k” uit de belasting waarbij een zakking van 0,125 cm optreedt. Westergaard heeft een formule opgesteld, die het verband aangeeft tussen de maximaal toe te laten spanningen in het beton, de „k”, de hoogste te verwachten wieldruk en de nodige dikte van de betonverharding.

De invloed van de waarde van „k” bij de berekening van de dikte van de betonplaat is gelukkig niet zo groot, dat een hoge mate van nauwkeurigheid nodig is. Bij normale wieldrukken is het verschil tussen de plaatdikte voor een betrekkelijk zwakke ondergrond ($k = 3$) en die voor een goede ondergrond ($k = 15$) niet groter dan ongeveer 2,5 cm. Hieruit blijkt wel duidelijk, dat kleine fouten bij de bepaling van k geen grote invloed op de plaatdikte zullen uitoefenen.

Fig. 4 is een monogram voor de bepaling van de dikte van een betonverharding op een ondergrond met een „k”-waarde van 3. Op overeenkomstige wijze heeft men ook voor andere „k”-waarden dergelijke monogrammen opgesteld, zodat het eenvoudig is na meten van de „k” de dikte van de betonverharding te bepalen.

California Bearing Ratio.

Bij de bepaling van de dikte van flexible verhardingen, zoals de asfaltverhardingen maakt men gebruik van de z.g. C.B.R.-methode, een methode die

HET ONTWERPEN VAN BETONVERHARDINGEN $K = 3 \text{ KG/CM}^2 \text{ PER CM}$

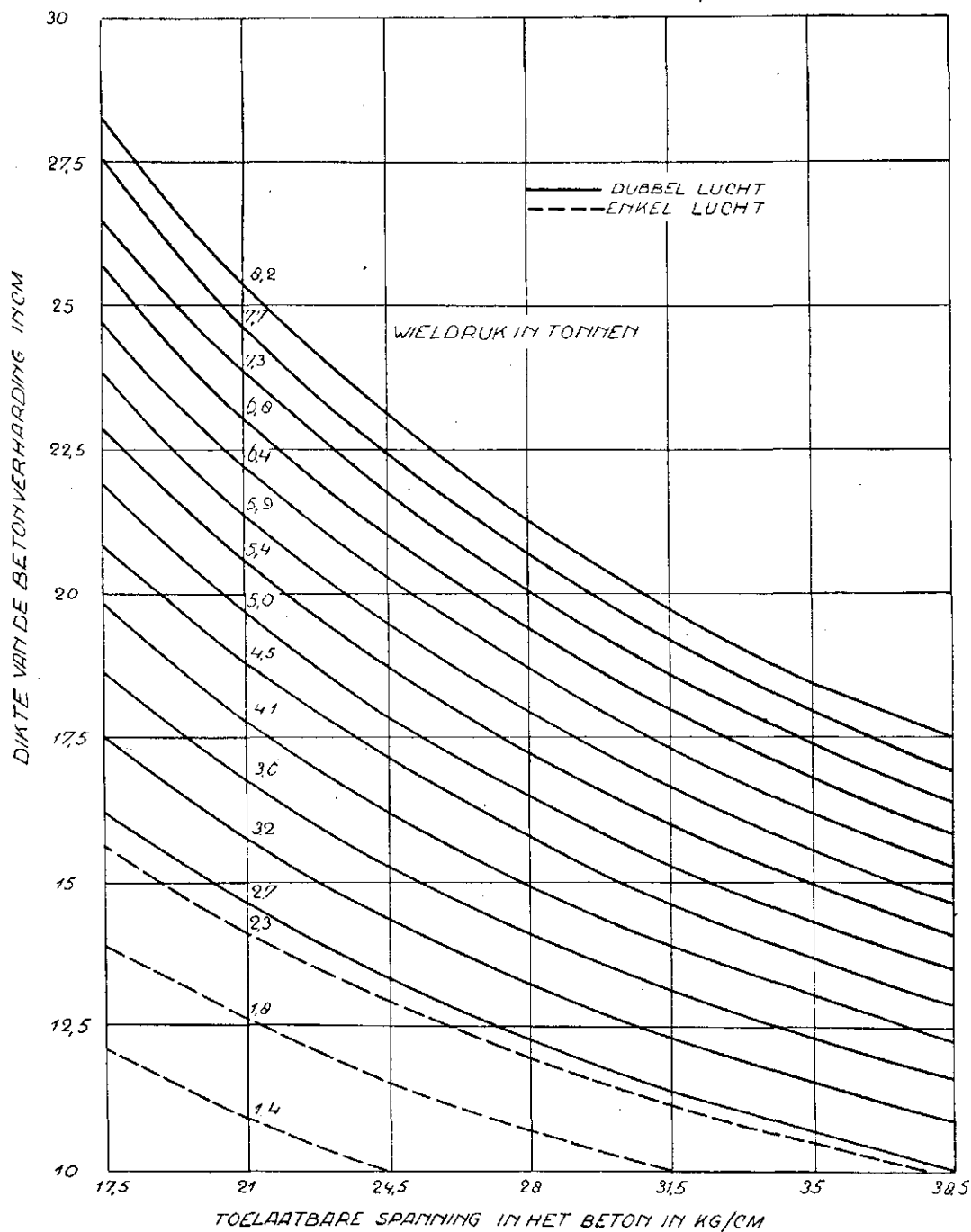
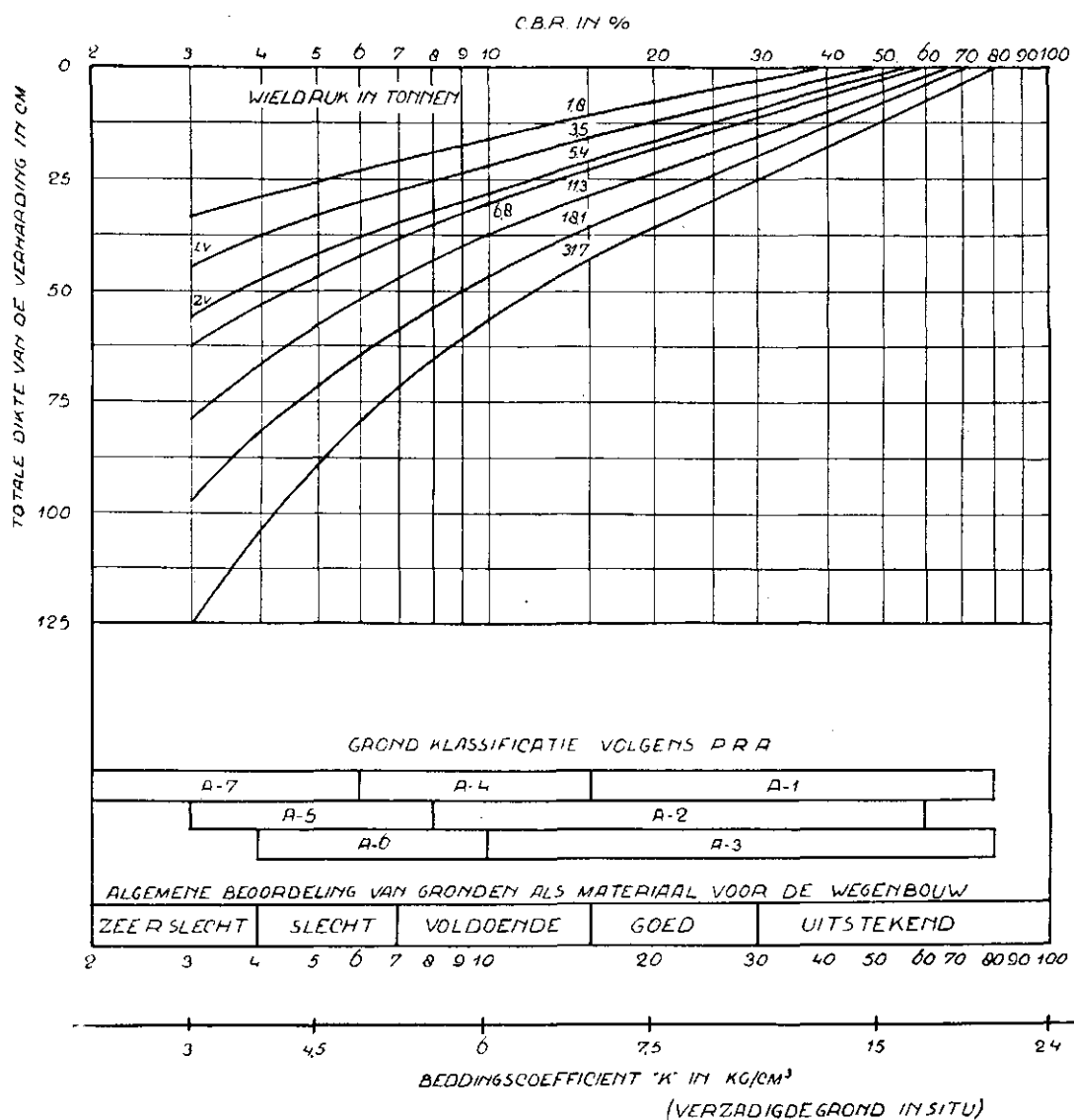


Fig. 4



HET ONTWERPEN VAN FLEXIBILE WEGDEKKEN VOLGENS DE U.S. ENGINEERS
 GEBASEERD OP DE GEGEVENS EN DE ERVARING VAN DE CALIFORNIA DIVISION OF HIGHWAYS

Fig. 5

in enkele jaren zo'n algemene toepassing heeft gevonden dat het nuttig is hier op deze methode wat meer in bijzonderheden in te gaan.

De proef, algemeen bekend als de „California Bearing Ratio” gewoonlijk afgekort tot C.B.R., is een indringings- of penetratieproef, die in de loop der jaren ontwikkeld is door het California State Highways' Department, met het doel om daarmee tot een waardebepaling te komen van de verschillende soorten ondergrond.

De proef zelf bestaat uit het bepalen van het verband tussen de belasting en de indringing van een pluiner van ongeveer 20 cm² in dwarsdoorsnede, als deze met een vastgestelde snelheid (1,25 mm/min.) gedrukt wordt in een van te voren, volgens een gestandaardiseerde methode verdicht grondmonster. Het vochtgehalte van de grond is van grote invloed op de uitkomst van deze proef. Gewoonlijk verricht men twee proeven op de grond en wel één op een grondmonster, dat verdicht is bij het vochtgehalte, waarbij de grootste dichtheid wordt verkregen en één nadat een zo verdicht grondmonster enige dagen onder water heeft gestaan en dus verzadigd is met water.

Een grond heeft nu een C.B.R.-waarde van 100 % als voor een indringing van 2,5 mm een druk nodig is van 70 kg per cm². Dit is de basis, waarvan gewoonlijk wordt uitgegaan.

De druk, nodig om bij een te onderzoeken grond eenzelfde indringing te verkrijgen, geeft men aan in % van de bovengenoemde standaarddruk en dit percentage noemt men de C.B.R.-waarde van de grond.

Zo zal dus, indien in een gegeven geval een druk van 14 kg/cm² nodig is om de pluiner 2,5 mm in de grond te laten dringen, deze grond een C.B.R.

bezitten van $\frac{14}{70} 100 = 20 \%$.

Men heeft nu gedurende jaren, door proefnemingen op en bestudering van het gedrag van bestaande verhardingen zeer veel gegevens verzameld en op grond daarvan een zeker verband kunnen opstellen tussen de C.B.R. van de ondergrond, de hoogste wioldrukken en de vereiste dikte van de verharding.

Men heeft de C.B.R. bepaald van de ondergrond van talloze wegen en startbanen, waarvan alle gegevens bekend waren. Dit heeft men gedaan voor de meest uiteenlopende soorten van ondergrond en op grond daarvan heeft men monogrammen opgesteld, waarin men direct het verband tussen C.B.R., wioldruk en benodigde dikte van de verharding afleest.

In fig. 5 ziet U een dergelijk monogram, zoals dat gebruikt wordt door het U.S. Corps of Engineers. Tevens ziet U hierop aangegeven de indeling van de gronden volgens de P.R.A. (Public Roads Administration) en een schaal, waarin ook de beddingsconstanten „k” zijn geplaatst, die, zoals hiervoor reeds is gezegd, nodig zijn voor het berekenen van de dikte van betonverhardingen. Deze schaal is alleen daarom aangegeven, om aan te tonen, dat er een zeker verband bestaat tussen de „k” en de C.B.R. Men streeft sinds lange tijd er naar de relatie tussen deze beide grootheden zo nauwkeurig mogelijk vast te stellen, daar het in de praktijk veel eenvoudiger is een C.B.R.-proef uit te voeren dan een plaatbelastingsproef.

Bij het opbouwen van een wegverharding moet iedere opvolgende laag een hogere C.B.R. bezitten, terwijl de dikte van iedere laag bepaald wordt door haar C.B.R. en de grootte van de maximum wioldruk. Men kan hier binnen deze grenzen vrij willekeurig te werk gaan, hoewel in 't algemeen enkele bijzondere eisen worden gesteld aan de bovenste 15 cm van de fundering. Deze bovenste laag moet een C.B.R. bezitten van minstens 50—80 %, afhankelijk van de grootte van de te verwachten wioldruk.

De totale dikte van de verharding is een functie van de C.B.R. van de ondergrond en is in geen geval afhankelijk van de C.B.R. van de materialen, waarmee de verharding wordt opgebouwd. Zoals reeds is gezegd, moet de verharding worden opgebouwd uit materialen, waarvan de C.B.R. geleidelijk toeneemt van het oppervlak van de ongeroerde grond af naar oppervlak van het wegdek. Daartoe wordt de verharding in een aantal lagen verdeeld met een naar boven toenemende C.B.R.

Bij een goede ondergrond, die zelf een hoge C.B.R. bezit, kan met één laag worden volstaan. Bij weinig draagkrachtige ondergrond moet men steeds trachten door verdichten de bovenste 15 cm meer draagkrachtig te maken en daarop dan de fundering aanbrengen. In vele gevallen zal dit niet voldoende zijn en is het gewenst een zandbed op de ondergrond aan te brengen. Dit moet zo goed mogelijk worden verdicht om de C.B.R. van deze laag zo hoog mogelijk op te voeren, b.v. door trillen, waarbij gelet moet worden op de keuze van het trilsysteem in verband met de samenstelling van het zand.

Vorstgevaar en opdooi.

Bijzondere aandacht moet besteed worden aan de invloed van de vorst op de ondergrond en wel in de eerste plaats bij de niet gesloten wegdekken. Is de grond vorstgevoelig en is opdooi te verwachten, dan moet om vernieling van het wegdek te voorkomen de grond tot een diepte van 0,8 m beneden het wegdekoppervlak verwijderd worden en door vorstongevoelig zand worden vervangen. Meestal zal dit te kostbaar zijn voor ondergeschikte wegen en is het aan te raden dan een gesloten wegdek aan te brengen, waarvoor slechts een zandbed van 0,3 à 0,4 m gemaakt behoeft te worden. Verder moet men dan zorg dragen voor een goede zijdelingse afwatering van het weglichaam en indien mogelijk het extra zware verkeer tijdens de dooiperiodes zoveel mogelijk weren.

Deze gevoeligheid treedt op bij zandgronden, die meer dan 5 % aandelen kleiner dan 0,05mm of meer dan 3 % aandelen kleiner dan 0,016 mm, dan wel meer dan 3 % humus bevatten.

In 't algemeen is klei niet vorstgevoelig, maar zijn het juist de leemhoudende- en löss-gronden, die de meeste last veroorzaken. Klei wordt door water echter gemakkelijk plastisch vervormbaar, het draagvermogen gaat dan sterk achteruit en verzakkingen in het wegdek treden dan zelfs onder gering verkeer al spoedig op. Het indringen van water in klei kan worden voorkomen door een lage grondwaterstand te handhaven en een gesloten wegdek aan te brengen en zodoende kan men op kleigronden tot goedblijvende resultaten komen. Ook is in de praktijk gebleken, dat ingedroogd hoogveen voor niet te zwaar verkeer een goede ondergrond kan zijn.

Ontwerpen van wegverhardingen.

Zoals hiervoor de methoden ter bepaling van de dikte van verhardingen zijn weergegeven, zou men de indruk kunnen krijgen, dat het ontwerpen van een wegverharding tegenwoordig maar een klein kunstje is. Men bepaalt een bepaalde eigenschap van de ondergrond en schuift daarna wat met een rekenliniaal en de dikte van de verharding rolt er uit. Zo eenvoudig is het echter nog niet, en ondanks al de bestaande ontwerp-methoden voor wegverhardingen is de wegenbouw naast een wetenschap toch ook in niet minder mate een kunst gebleven. Men zal zich steeds weer aan de ervaring moeten toetsen

en in de meeste gevallen zal de ervaring en het inzicht van de wegenbouwer de doorslag moeten geven bij het ontwerpen van een wegverharding.

Elk verhardingstype kan door vermeerdering van het te verwerken materiaal zo sterk gemaakt worden als men nodig acht en daarom zijn voor elk geval verschillende deugdelijke oplossingen mogelijk. Bij de keuze zullen de kosten van aanleg en van onderhoud een grote rol spelen. Ook zal rekening gehouden moet worden met de verhouding tussen aanleg- en onderhoudskosten. Soms zal er bezwaar bestaan bij de aanleg grote bedragen te investeren en levert een jaarlijkse onderhoudslast minder moeite op, soms liggen de verhoudingen juist anders om. Het is hier de deskundige, die de weg moet wijzen en die niet vervangen kan worden door een formule of monogram.

Bepalen wij ons nu verder alleen tot de C.B.R.-proef. Hierbij is de grote moeilijkheid vast te stellen, bij welke dichtheid en welk watergehalte de grond beproeft moet worden. De normale gang van zaken is, dat de grond verdicht wordt tot haar maximale dichtheid, daarna 4 dagen onder water wordt geplaatst en vervolgens de C.B.R. wordt bepaald. Het is echter door talloze voorbeelden bewezen, dat men op deze basis werkende, veel te dikke verhardingen verkrijgt. In vele gevallen zou zo volgens de C.B.R.-methode de dikte meer dan 100 % te groot worden. Een betere methode is de C.B.R. niet meer uitsluitend op het laboratorium te bepalen, maar op de weg zelf, op de aanwezige grondslag. Dit is reeds een stap in de goede richting. Doch ook dan krijgt men meestal geen uitkomsten, waarop men met vertrouwen verder kan werken. In de eerste plaats zijn de gevonden waarden sterk afhankelijk van het seizoen, waarin men de metingen verricht en bovendien is de variatie in de uitkomsten over een bepaalde weglengte dikwijls zodanig, dat het niet mogelijk is tot een goed resultaat te komen. Als voorbeeld zij vermeld, dat nog tot voor kort hier in ons land over een weglengte van 1,5 km men C.B.R.-waarden vond, variërend tussen 5 en 30.

Gaat men op deze basis de dikte van een wegverharding bepalen, dan loopt men de grote kans de verharding of te dik of te dun te maken.

De grote spreiding van deze C.B.R.-waarden wordt in 't algemeen veroorzaakt door de verschillen in vochtgehalte van de grond.

Wat men in de eerste en voornaamste plaats nodig heeft te kennen is het vochtgehalte van de grond, zoals dat zijn zal als een gesloten wegdek is aangebracht. Er zal zich na enige tijd dan een z.g. evenwichtsvochtgehalte instellen en het is juist dat vochtgehalte, dat het draagvermogen van de grond zal bepalen. De C.B.R.-waarde bepaald op deze grondslag zal een juiste basis zijn voor het bepalen van de dikte van de verharding.

Door enkele markante gedeelten van de grondslag, waarop men een verharding denkt aan te leggen, af te dekken met een waterdichte asfaltconstructie — in de regel zal met een enkele oppervlaktebehandeling kunnen worden volstaan — zal na enige tijd een toestand in de ondergrond ontstaan, die overeenkomt met die, welke later onder de verharding aanwezig zal zijn. Op deze grond verricht men dan de C.B.R.-proeven en de uitkomsten daarvan vormen het uitgangspunt voor de berekening van de dikte van de verharding.

In fig.6 ziet men duidelijk de verschillen in de watergehalten tussen afgedekte en niet afgedekte grond. Sinds korte tijd wordt in enkele landen volgens deze methode gewerkt en men hoopt op deze wijze met de C.B.R.-proef tot betere resultaten te komen.

Uit een en ander zal duidelijk zijn geworden, dat men met de verwerking van de uitkomsten van de C.B.R.-proef zeer behoedzaam te werk moet gaan en dat dit slechts zal mogen geschieden door die personen, die naast deze

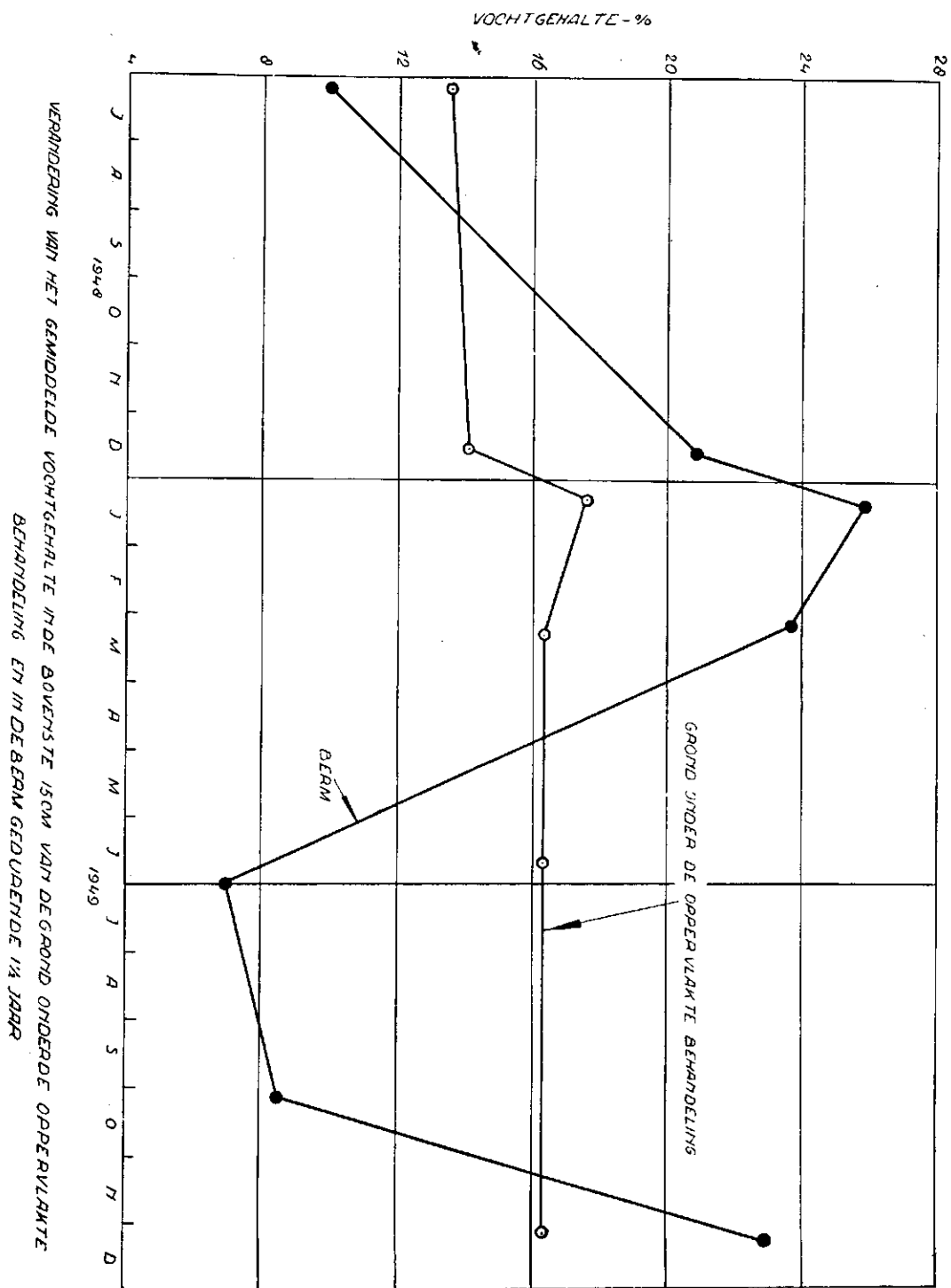


Fig. 6

gegevens hun ervaring en inzicht in wegenbouwproblemen kunnen stellen. Ook de uitvoering van de proef zelf, hoe eenvoudig die ook lijkt, moet door een deskundige en geoefende persoon geschieden, daar zeer veel factoren de uitkomsten kunnen beïnvloeden. Ook bij de constructie van eenvoudige verhardingen voor minder belangrijke wegen zal de C.B.R.-proef een rol kunnen spelen, hoewel men juist bij die gevallen er op bedacht moet zijn tot niet te zware verhardingen te komen en men steeds rekening moet houden met de geringe intensiteit van het verkeer op deze wegen.

Bij de aanleg van deze soort wegen is het echter in de allereerste plaats nodig een studie te maken van de reeds in de omgeving aanwezige verhardingen op overeenkomstige gronden en daarin het uitgangspunt te vinden voor de nieuwe constructies, de C.B.R.-proef zal daarnaast dan in enkele gevallen nog van nut kunnen zijn.

Verhardingen voor landwegen.

Wanneer nu typen van verhardingen, die voor landbouwwegen in aanmerking komen zullen worden besproken, dan moet allereerst worden opgemerkt, dat dit type wegen vraagt om een weinig kostbare eenvoudige verharding met lange levensduur en zo weinig mogelijk onderhoud. Toch moeten deze verhardingen aan zekere minimum eisen voldoen, willen zij het verkeer zonder nadeel kunnen dragen. De verharding moet van een zodanige sterkte zijn, dat ze het op de weg te verwachten verkeer in de drukste perioden zowel wat betreft het gewicht als het aantal, zonder bezwaar kan opnemen, ook al zouden bovendien de weersomstandigheden tijdens die periode ongunstig zijn.

Klinkerwegen.

Een klinkerbestrating zal in vele gevallen goed voldoen, op die gronden, waar de eerste jaren grote zakkingen verwacht worden of waar de grondslag een zeer variërend draagvermogen bezit. De klinkers, gelegd op een zandbed van ongeveer 30 cm dikte, kunnen na verloop van tijd indien nodig herstraat worden, terwijl plaatselijke verzakkingen heel eenvoudig kunnen worden hersteld. Is eenmaal de toestand geconsolideerd, dan kan men of de klinkers laten liggen of indien men dat wenst een gesloten wegdek aanbrengen en de klinkers elders gebruiken waar ze weer meer op hun plaats zijn.

Het grote probleem, dat zich bij deze klinkerverhardingen voordoet is de kostprijs. Het is de vraag hoe ver men in de lijst van de sorteringen kan afdalen en daarbij toch een goede en duurzame bestrating kan verkrijgen, terwijl bovendien niet te veel extra kosten ontstaan bij een eventueel herstraten, doordat veel breuk is opgetreden en dus een groot percentage door nieuwe klinkers moet worden vervangen.

Willen de klinkers bij landbouwwegen een goede kans hebben, dan zal men het moeten zoeken in de sorteringen III, ZG en diversen. Dan zal het mogelijk zijn bestratingen te maken, die, wat de prijs betreft, op hetzelfde niveau komen te liggen met de andere typen verhardingen. Vooral nu de straatklinkerindustrie voor dit doel op deze sorteringen speciale kortingen wil gaan geven, voor toepassing op cultuurtechnische werken, zijn op het gebied van de landbouwwegen voor de klinkers nog vele mogelijkheden aanwezig.

Met bovengenoemde sorteringen zijn bij een juiste keuze uit de partijen goede bestratingen te maken. Vooral op de sortering „diversen” moet hier in het bijzonder de aandacht worden gevestigd en wel speciaal op die partijen,

die van sortering I slechts daarin verschillen, dat zij uitwendig min of meer beschadigd zijn. Bij gebruik van deze klinkers wordt een besparing op de klinkerprijs t.o.v. sortering I verkregen van $\pm 35\%$ (f 700—f 4,50). Zou men dikke klinkers gebruiken en die op zijn plat straten, dan zou nogmaals een besparing van $\pm 30\%$ worden verkregen en komt men op een prijs voor de klinkers van $\pm f 3,20$ per m^2 .

De sortering ZG geeft een besparing t.o.v. sortering I van $\pm 30\%$ en komt per m^2 op $\pm f 5,—$, terwijl sortering III komt op $\pm f 6,—$, hetgeen een besparing geeft van $\pm 20\%$ t.o.v. sortering I.

Voor de prijs van de bestrating per m^2 moet dan gerekend worden met de vrachtprijs, de kosten van het straten en van de opsluiting.

Om de invloed van de vrachtprijs zo gering mogelijk te doen zijn, zal men steeds er naar moeten streven de klinkers te betrekken van de meest gunstig gelegen fabrieken en zal men voor ieder geval moeten nagaan, welke wijze van vervoer het goedkoopst is. Aan een opsluiting van de bestrating zal men niet kunnen ontkomen. Deze zal men zo eenvoudig mogelijk moeten houden, daar vooral bij deze smalle wegen de prijs van de verharding per m^2 er sterk door beïnvloed wordt. Goede resultaten zijn verkregen met een opsluiting bestaande uit 2 strekse lagen en één koprollaag. Bij voorkeur gebruikt men hiervoor dan dikke klinkers.

Indien men dus alle factoren zo gunstig mogelijk kiest, zal men een klinkerverharding kunnen maken, die aan de eisen voor landbouwwegen voldoet voor een prijs van $\pm f 5,50$, indien dikke klinkers op zijn plat in zand worden gestraat en $\pm f 6,75$, indien de klinkers rechtop in zand worden gestraat.

Indien de door de straatklinkerindustrie aangeboden kortingen worden toegepast, zullen deze prijzen nog lager worden.

Cementbeton.

Wat de gesloten wegdekken betreft zijn daar dan allereerst de cementbetonverhardingen. In de regel zal dit type verharding, dat op zichzelf uitstekende kwaliteiten bezit, te hoog in prijs zijn om op grote schaal als verharding van landbouwwegen te worden toegepast. Zelfs op een goede vaste ondergrond is het niet aan te bevelen de plaatdikten minder dan 15 cm te stellen.

Is de ondergrond een stijve klei, dan zal men een plaatdikte van 17 à 18 cm moeten voorschrijven en zorg dragen, dat geen water door de voegen in de ondergrond dringt. Het aanbrengen van onderlegplaten onder de voegen is dan beslist nodig om verzakkingen aan de voegen te voorkomen. Een zandbed van 15 cm tussen de kleigrond en de betonplaat is in dit geval voldoende. De prijs per m^2 van deze verharding zal $\pm f 9,—$ bedragen.

Geheel anders liggen echter de verhoudingen als men gebruik maakt van z.g. schraal beton.

Een verharding van schraal beton (d.i. beton met 100—125 kg cement per m^3) afgedekt met een oppervlaktebehandeling zal voor de landbouwwegen in vele gevallen een zeer doelmatig en tevens goedkoop wegdek vormen. Het maken van deze verhardingen is eenvoudig. Het aardevochtige beton wordt in één laag uitgespreid en door walsen verdicht. Voegen worden niet aangebracht, zodat ononderbroken kan worden doorgewerkt. Onmiddellijk na het afwalsen kan, indien met asfaltemulsie wordt gewerkt, een oppervlaktebehandeling worden aangebracht en in vele gevallen kan het verkeer, indien het niet te zwaar is, reeds de volgende dag worden toegelaten. Deze directe behandeling met asfaltemulsie heeft het grote voordeel, dat geen bijzondere maatregelen voor het nat houden van het beton behoeven te worden genomen.

Een tweede oppervlaktebehandeling kan dan, als het gehele wegvak is aangelegd, mechanisch worden aangebracht.

De schrale betonverharding is duurzaam en eist weinig onderhoud. De dikte van de verharding zal afhankelijk van de grootte van de verkeerslasten 15—20 cm moeten bedragen. In de regel zal men met een 15 cm dikke laag voorzien van een dubbele oppervlaktebehandeling kunnen volstaan. De kosten hiervan in midden Nederland bedragen ongeveer f 5,— per m².

Met succes heeft men het idee van deze schraal betonverhardingen toegepast bij het verbeteren van bestaande oude grindwegen, die, tengevolge van het steeds toenemende verkeer, jaarlijks groter wordende bedragen voor het onderhoud opeisten. Men heeft deze grindverhardingen over een diepte van 20—25 cm losgeploegd en dit materiaal, bestaande uit grind, zand en klei, in een betonmolen gemengd met een hoeveelheid cement, overeenkomende met 125 kg per m³ verdicht beton.

Daarna werd het materiaal uitgespreid en verdicht met behulp van een Delmag stamper van 500 kg of door walsen. Deze verharding, voorzien van een oppervlaktebehandeling, voldoet goed en is laag in prijs, daar als materiaal alleen het cement behoeft te worden aangevoerd. De drukvastheid van het zo verkregen schraal beton bedroeg 100—120 kg/cm². Juist de aanwezigheid van een geringe hoeveelheid klei of leem is bij de bereiding van schraal beton gunstig, daar deze een dichtende werking uitoefent.

In Zuid-Limburg heeft men, door berggrind of stoll (d.i. een natuurlijk mengsel, bestaande uit grind, zand en een geringe hoeveelheid leem) met cement te mengen, zeer goedkope verhardingen van het type schraal beton kunnen maken.

Het onderhoud van deze schraal betonverhardingen, voorzien van een dubbele oppervlaktebehandeling, beperkt zich in hoofdzaak tot in tact houden van deze slijtlaag.

Gewalste fundering met oppervlaktebehandeling.

De andere categorie van gesloten wegdekken en wel de flexible typen zullen, in de vorm van gewalste funderingen, voorzien van een enkele of dubbele oppervlaktebehandeling, heel dikwijls het meest aangewezen type van verharding voor landbouwwegen zijn.

Gezien de goede ervaringen met dubbele oppervlaktebehandeling op allerlei soort wegen, tot zelfs zeer drukke toe, zal het slechts zelden verantwoord zijn op de fundering een asfaltdeklaagje van ± 3 cm of meerdere dikte aan te brengen. De dubbele oppervlaktebehandeling, die $\pm f 1,—$ per m² kost, is goedkoop, vergeleken met deklaagjes, die f 2,— tot f 3,— per m² kosten. Heeft men het er voor over meer dan f 1,— per m² te besteden, dan is het nuttiger dit meerdere bedrag te besteden aan een verzwaring van de fundering.

In geval de ondergrond uit klei of leem bestaat is het nodig een zandbed van minstens 30 cm dikte aan te brengen en daarop de fundering te leggen.

Als funderingsmateriaal kunnen verschillende steensoorten met evenveel succes gebruikt worden. Het is echter niet nodig voor deze klasse wegen aan de materialen die hoge eisen te stellen, die men voor primaire wegen heeft voorgeschreven. Voor landbouwwegen zal kunnen worden volstaan met 2e kwaliteit materialen en zelfs in vele gevallen zal men goede resultaten kunnen bereiken met 3e kwaliteit. (Een en ander volgens de „Eisen 1950” van de Rijkswaterstaat, welke voor de gebruikelijke materialen keurings-eisen en voorschriften bevatten.) Als materialen komen in aanmerking grove

grind en ongesorteerde hoogovenslakken. Wat de dikte van de fundering betreft zal gezien de grote verscheidenheid van de landbouwwegen en de verschillen in de aard van de ondergrond, gerekend moeten worden met afmetingen van 12—20 cm.

De uitvoering moet zodanig zijn, dat door walsen een zo groot mogelijke dichtheid wordt bereikt, terwijl het oppervlak zo vlak mogelijk moet worden afgewalst. Bij harde gesteenten heeft men in de top soms wat zachter materiaal nodig om een mooi vlak en dicht oppervlak te kunnen krijgen. Indien men de fundering met zand wil opvullen mag dit slechts in geringe mate leemhoudend zijn, daar anders opdooi-verschijnselen in de fundering kunnen optreden.

Het aanbrengen van de oppervlaktebehandelingen moet bij voorkeur geschieden tijdens droog en warm weer. De eerste oppervlaktebehandeling bestaat uit het bespuiten van de onder profiel afgewalste fundering met vloeibitumen no. 3 of wegenteer no. 2 tot een hoeveelheid van 1,5—2,0 kg per m², al naar de structuur van het oppervlak. Zo spoedig mogelijk na het opbrengen van het bindmiddel moet worden afgedekt met kiezelslag 12/18 mm, waarvan per m² ca 22 kg zal moeten worden verwerkt.

Bij de tweede behandeling gebruikt men 1,0—1,3 kg vloeibitumen no. 3 per m² en als afdek materiaal ca 15 kg kiezelslag 8/12 mm.

In de laatste tijd is er een streven de hoeveelheid steenslag terug te brengen tot een aantal kg gelijk aan ca 10 × de maximum steenslagafmeting.

Als afdek materiaal is gebroken steen in alle opzichten te verkiezen boven gewone grind. De meerdere prijs van het gebroken materiaal wordt ruimschoots vergoed door de grotere duurzaamheid van de daarmee gemaakte slijtlagen.

Indien men evenwel gebruik maakt van gewone grind als afdek materiaal, dan komt de afmeting 5/15 mm (parelgrind) daarvoor het meest in aanmerking. Nodig is dan resp. voor de eerste en tweede behandeling ± 14 kg en ± 12 kg per m².

Bij de uitvoering moet als eis worden gesteld, dat het bindmiddel uit tankauto's onder druk via een sproeibalk regelmatig gelijkmatig op de weg wordt gebracht en dat het steenmateriaal mechanisch wordt gespreid. Onmiddellijk na het spreiden van het afdek materiaal moet het door een wals in het bindmiddel worden gedrukt.

Mocht na verloop van tijd de weg in betekenis toenemen, dan is het nog altijd mogelijk hierop een asfaltdeklaagje aan te brengen. Op grond van de ervaring kan men aannemen, dat een dubbele oppervlaktebehandeling weinig risico in zich draagt en weinig onderhoud vraagt.

Wat de prijs van deze soort verharding betreft, deze wordt veelal grotendeels bepaald door de vracht van het steenmateriaal.

Midden in ons land zal gerekend moeten worden voor een fundering van 15 cm dikte, bestaande uit ongesorteerde hoogovenslakken en voorzien van een dubbele oppervlaktebehandeling, met een prijs van ± f 5,— per m².

Grondstabilisaties.

Een klasse verhardingen, die een enigszins geheel aparte plaats innemen, vormen de z.g. stabilisaties. Het principe hiervan is zo veel mogelijk als materiaal voor de verharding gebruik te maken van de ter plaatse aanwezige ondergrond. De stabilisatie bestaat in de regel hieruit, dat de ondergrond gemengd wordt met een bindmiddel en daarna in een laag uitgespreid en verdicht wordt. Het resultaat is een stabiele, goed dragende laag, die als

fundering dienst kan doen en in sommige gevallen de gehele verharding uitmaakt, hoewel in de regel bij enigszins verkeer een slijtlaag moet worden aangebracht.

Door gebruik te maken van de aanwezige grond als materiaal voor de verharding zal slechts als verdere grondstof het bindmiddel moeten worden aangevoerd en zal verder de prijs per m² in grote mate worden bepaald door de dagproductie van de te gebruiken apparatuur. Indien men over moderne hulpmiddelen beschikt, waarbij het mogelijk is al rijdende de grond op te nemen, te mengen, te spreiden en te verdichten, kan men zeer grote dagproducties met zeer weinig arbeidskrachten behalen en wordt de prijs per m² laag. In ons land beschikt men echter over deze machines niet en wordt het materiaal opgenomen, in meer of minder speciale menginstallaties op een centrale plaats gemengd en daarna vervoerd, gespreid en verdicht. Daar men meestal een centrale menginstallatie heeft, biedt het verwerken van het materiaal van de aardebaan niet zo'n voordeel, daar dit dan eerst naar de centrale mengplaats moet worden vervoerd. In vele gevallen ziet men dan ook dat men daarvan geen gebruik maakt, maar andere materialen aanvoert of de menginstallatie bij een zandput plaatst. Men heeft dan in de regel de materialen niet gratis meer ter beschikking en dit maakt de prijs per m² direct weer hoger. Wil men met deze stabilisaties verhardingen maken, die wat de prijs betreft een klasse apart vormen, dan moet dit zoveel mogelijk voorkomen worden. Juist in de wijze van uitvoering moet dit prijsverschil gezocht worden, daar aan dat gedeelte van de prijs, dat bepaald wordt door de kosten van het bindmiddel, weinig te veranderen is. Is er geen prijsverschil of is het slechts gering, dan zal de wegenbouwer gewoonlijk de voorkeur geven aan een verharding van het normale type. Als bindmiddelen komen in aanmerking cement en asfaltbeton.

Zandstabilisatie met cement.

Hoewel, zover bekend is, tot nu toe geen landbouwwegen van een verharding, bestaande uit een met cement gestabiliseerde grond zijn voorzien, wordt op deze stabilisatiemethode hier toch de aandacht gevestigd, daar hiermee voor de oorlog in ons land veel ervaring is opgedaan. Op vele plaatsen zijn zand-kleimengsels met portland-cement gestabiliseerd en gebruikt als fundering, zowel voor klinker als voor asfaltwegen. Ook oppervlaktebehandelingen op dit materiaal zijn met succes uitgevoerd. Gewoonlijk werd gebruik gemaakt van het aanwezige aan zand, dit werd met klei of leem in een bepaalde verhouding gemengd en aan het mengsel werd 5 tot 7,5 gew. % cement toegevoegd. Dit cementgehalte is later gebleken te laag te zijn. De gebreken (vorstschade), die in meerdere gevallen zijn opgetreden en wel voornamelijk daar waar het water gemakkelijk in de gestabiliseerde laag kon dringen zijn aan te lage cementgehalten toe te schrijven. Om betrouwbare resultaten te bereiken is gebleken, dat men in ons klimaat ± 12 gew. % cement zal moeten toevoegen. Het gevolg hiervan was, dat de prijs zodanig kwam te liggen, dat het geen voordeel meer bood deze stabilisaties toe te passen. Dit kan anders worden, indien men in plaats van het mengen in molens, een methode kan ontwikkelen, waarbij men ter plaatse mengt. Zowel in Engeland als in Duitsland neemt de toepassing van de cementstabilisatie merkbaar toe en wordt een hoge dagproductie verkregen door het cement over het wegoppervlak gelijkmatig uit te spreiden en het door middel van cultivateurs met de ondergrond te mengen. Deze methode zou in het Westen van ons land niet aan te bevelen zijn, daar deze niet geschikt is om plastische

klei, zand en cement homogeen te mengen, maar in het Oosten van ons land, waar men op talrijke plaatsen loskorrelige leemhoudende zanden aantreft, die slechts met cement gemengd en daarna verdicht behoeven te worden om een uitstekende verharding te geven zou deze methode zeer zeker op zijn plaats zijn. In 't algemeen zijn bij diluviale gronden met deze cementstabilisatie betere resultaten bereikt dan met de alluviale kleigronden. De uitvoering van deze cementstabilisatie geeft echter in ons klimaat bijzondere risico's.

Op het ogenblik zijn er in ons land nog verschillende met cement gestabiliseerde zand-kleiverhardingen aanwezig van ver voor de oorlog, die nog in een uitstekende conditie verkeren, ondanks het betrekkelijk lage cementgehalte dat ze bevatten. Indien men rekent met een cement-hoeveelheid van 200 kg per m³ verdicht materiaal, dan zal een verharding van 15 cm dikte aan bindmiddel alleen 30 kg cement, d.i. $\pm f$ 1,80 kosten. Kan deze cement onverpakt worden aangevoerd, zoals nu reeds dikwijls geschiedt, dan is hierop nog te besparen. Heeft men de materialen verder gratis, dan zal de totaalprijs per m³ geheel afhangen van de keuze van de te volgen werkmethode. Als slijtlaag komt een dubbele oppervlaktebehandeling in aanmerking.

Zandstabilisatie met asfaltbitumen.

De stabilisaties met asfaltbitumen vormen een afzonderlijke en brede groep van constructies, waarbij verschillende asfaltproducten als bindmiddel kunnen worden toegepast. Verder strekken deze stabilisaties zich uit zowel over de meer of minder sterk klei- of leemhoudende gronden als over zandgronden. Alleen die asfaltstabilisaties, die in ons land worden uitgevoerd, zullen hier worden behandeld.

Warm gebitumineerd zand.

In de eerste plaats moet dan genoemd worden het z.g. warm gebitumineerde zand. Dit product wordt verkregen door droog en warm zand met warme asfaltbitumen 50/60 ($\pm 5\%$) te mengen, zodat elke zandkorrel met een laagje asfaltbitumen omhuld wordt. Het materiaal wordt daarna uitgespreid in de vereiste dikte en in warme toestand verdicht. De enkele proefvakken van deze verharding op een zandbaan aangelegd hebben zelfs onder zwaar verkeer goed voldaan. Men moet bij dit materiaal, wil men niet te duur uitkomen, van droog of niet te vochtig zand uitgaan, daar het drogen van nat zand zeer kostbaar is en bovendien de productie in vele gevallen zal remmen. Het is nodig na het verdichten een oppervlaktebehandeling aan te brengen, daar ook na verdichten het materiaal nog een hoog percentage holle ruimte bezit en een indringen van water zoveel mogelijk moet worden tegengegaan. De dikte van deze soort verharding direct gelegd op zand zal voor landbouwwegen op 10—15 cm moeten worden gesteld, afhankelijk van het verkeer dat men verwacht. De kosten van een dergelijke verharding zijn sterk afhankelijk van de omstandigheden. In 't algemeen zal op een prijs van minstens f 5.— gerekend moeten worden bij een verhardingsdikte van 12 cm met een oppervlaktebehandeling. Zoveel mogelijk moet dan gebruik gemaakt worden van het ter plaatse aanwezig niet te vochtig zand. Het materiaal laat zich verdichten door stampen met een dwars over de weg geplaatste badding, terwijl ook met een trilwals goede resultaten bereikt zijn. Daar voor de bereiding een complete asfalt-installatie nodig is, zal de toepassing van dit materiaal alleen dan economisch mogelijk zijn, als deze installatie

reeds uit andere hoofde aanwezig is of indien het werk een grote omvang heeft.

Nat zand stabilisatie met vloeibitumen.

Een andere methode voor zandstabilisatie met asfaltbitumen is het z.g. „nat zand”-procédé. Het grote voordeel van deze methode is, dat met het vochtige zand zoals dat ter plaatse aanwezig is, kan worden gewerkt, zonder dat dit vooraf behoeft te worden gedroogd. Vooral voor ons klimaat is dit van groot belang. De hoge kosten van het drogen van het zand, benevens de opstelling van een speciale drooginstallatie komen bij deze werkwijze te vervallen.

Het „nat zand”-procédé bestaat in hoofdzaak uit het mengen van „nat zand” met een geringe hoeveelheid gebluste kalk en een speciale vloeibitumen, die van tevoren op $\pm 90^{\circ}\text{C}$ verwarmd is. Voor het procédé zelf is een hoeveelheid van ongeveer 2 % kalk nodig. In sommige gevallen voegt men meer toe, de meerdere kalk vervult dan echter de rol van een vulstof.

De bij het „nat zand”-procédé gebruikte vloeibitumen is de z.g. S.R.O., een speciaal voor dit doel door de Shell in de handel gebracht product. Deze gedoopte vloeibitumen hecht zich aan vochtige minerale bestanddelen door het water te verdringen en wel zo goed dat met de normale beproevingsmethoden het niet weer door water te verdringen is. Dit is vooral in ons nat klimaat van grote betekenis.

Het te gebruiken zand moet schoon van korrel zijn en mag slechts geringe hoeveelheden leem of klei bevatten. Goed gegradeerde zanden zijn te verkiezen boven de eenkorrelige. Verder is het wenselijk, dat het gehalte aan zandkorrels fijner dan 0,075 mm niet meer dan 10—15 % bedraagt.

Het gehalte van S.R.O. in het mengsel is van het grootste belang, zowel uit een technisch als uit een economisch oogpunt. Dit gehalte moet zodanig zijn, dat een goede binding en tevens een goede stabiliteit wordt verkregen. Het is afhankelijk van de geaardheid en korrelsamenstelling van het zand. Een juiste bepaling hiervan kan slechts op een laboratorium geschieden. In de normale gevallen zal gewoonlijk een gehalte van 4,5 % nodig zijn, terwijl dan gewerkt wordt met een watergehalte van 5 à 10 %. In geen geval moet men de stabiliteit te veel ten koste van de duurzaamheid opvoeren, en evenmin moet men uit zuinigheidsoverwegingen te weinig S.R.O. in het mengsel brengen. Het is immers een bekend feit, dat de levensduur van een asfaltverharding in de eerste plaats afhankelijk is van de dikte van de asfalthuidjes, die de zandkorrels omhullen. Des te dunner deze zijn des te spoediger zal het asfalt verouderen en veel van zijn bindkracht verliezen. Vooral bij de open mengsels, waarmee men hier te maken heeft, is dit gevaar verre van denkbeeldig. Het is dus raadzaam zoveel mogelijk bindmiddel in het mengsel te verwerken als met de gewenste stabiliteit nog toelaatbaar is.

Het mengen van de materialen geschiedt gewoonlijk in een mengbak met een dubbele schoepenas volgens het systeem van de z.g. gedwongen menging. Een juiste dosering van de materialen en een voldoende mengtijd zodat een homogeen mengsel wordt verkregen zijn hierbij van groot belang. Voorkomen moet worden, dat in het wegdek plaatsen ontstaan, waar te weinig of te veel bindmiddel aanwezig is. Gebreken die daardoor in sommige gevallen in de verhardingen zijn ontstaan, mag men niet op rekening van dit procédé stellen, maar vinden hun oorzaak in een te weinig onder controle staande uitvoering. Met niet genoeg nadruk kan er op worden gewezen, dat de aanleg van alle wegverhardingen een voortdurend deskundig toezicht vereist, benevens een

scherpe controle op de materialen, wil men niet voor onaangename verrassingen komen te staan.

De verwerking op het werk geschiedt door het vrij stugge mengsel met rieken te spreiden op de van te voren verdichte zandbaan en daarna met een wals van ca 6 ton tussen kantbaddings te verdichten. Op deze wijze worden na elkaar twee lagen van 0,05 m dikte aangebracht, waartussen een tijdsverloop ligt van 2—4 weken, om de eerste laag gelegenheid te geven „uit te fluxen”. Voor landbouwwegen is deze dikte in 't algemeen als voldoende te beschouwen.

Gebleken is dat deze lagen vrijwel los op elkaar liggen, maar tot op heden zijn hiervan op deze wegen nog geen nadelige gevolgen gebleken.

In sommige gevallen zijn goede resultaten verkregen door in het mengsel 30 tot 40 % grind te verwerken. Men krijgt daardoor een meer duurzame en stabielere verharding, die zich gemakkelijk in één laag van 10 cm dikte door walsen laat verdichten. Daar minder bindmiddel aan het zand-grindmengsel behoeft te worden toegevoegd dan aan het zand alleen, zal het gebruik van grind, de prijs slechts weinig beïnvloeden.

Daar „nat zand”-verhardingen tot de open constructies behoren (holle ruimten 15—20 %), is het nodig een oppervlaktebehandeling aan te brengen. Deze oppervlaktebehandeling geeft tevens de verharding meer weerstand tegen afslijting door het verkeer. Goede resultaten zijn in dit opzicht ook bereikt door tijdens het afwalsen na het oppervlak, dit te bestrooien met 2,5 % S.R.O. omhuld split (12/18 mm) tot een hoeveelheid van 20 kg per m² en dit door de wals in de verharding te drukken tot een toplaag. Een goed gesloten verharding wordt hierdoor echter niet verkregen. Daartoe zal dan nog, nadat voldoende water en vluchtige olie uit de verharding verdampst is, een oppervlaktebehandeling moeten worden aangebracht. In vele gevallen zal dit dan pas bijv. na een jaar behoeven te geschieden.

De vele toepassingen van het „nat zand”-procédé in ons land (± 100 km) hebben afgezien van enkele minder goed geslaagde gedeelten, tot nu toe aan de verwachtingen voldaan. De totale prijs per m² zal bij een dikte van 2 x 5 cm met een toplaag gewoonlijk f 4,50 à f 4,75 bedragen.

Nat zand-stabilisatie met asfaltbitumenemulsies.

Een andere asfaltstabilisatie, waarbij eveneens gebruik gemaakt kan worden van nat zand is het stabiliseren van zand met asfaltbitumenemulsies. Men heeft voor dit doel een speciale asfaltemulsie in de handel gebracht en ook volgens dit procédé zijn reeds enkele zandwegen van een verharding voorzien. Het mengsel, dat bereid kan worden in elke normale betonmolen, bestaat uit zand, Portland-cement en asfaltemulsie en water. Ook deze mengsels bezitten een hoog gehalte aan holle ruimten. Een voordeel is de grote hoeveelheid cement, die in het mengsel verwerkt wordt en die naast haar invloed op de emulsie tevens een zekere verharding teweegbrengt, waardoor snel een sterke vergroting van de stabiliteit wordt verkregen.

In de meeste gevallen, vooral bij iets grote dikte, werkt men echter niet met alleen zand, maar voegt men aan hetzand 50 tot 100 % betongrind toe. Men maakt daardoor de verharding sterker en duurzamer, vooral ook daardoor dat het gehalte aan holle ruimten sterk verminderd wordt. Daar men nu minder asfaltemulsie behoeft te gebruiken, blijft de prijs practisch gelijk. Het verwerken van het materiaal is zeer eenvoudig en te vergelijken met dat van betonspecie. Men spreidt het materiaal tussen een eenvoudige bekisting uit, men verdicht het door stampen met een dwarsbalk, waarmee

men het vervolgens ook afrijdt. Een wals is bij deze verhardingsmethode niet nodig, hetgeen ook een grote vereenvoudiging betekent. Gewoonlijk heeft men deze soort verhardingen 6 cm dik gemaakt, hetgeen wellicht voor zeer weinig bereden wegen en licht verkeer (1500 kg wieldruk) voldoende is, maar zal te dun zijn zodra er van enigszins zwaar verkeer sprake is. Per m² verwerkt men $\pm$ 9 kg asfaltemulsie en $\pm$ 5 kg cement. Gezien de geringe dikte, die men toepast komt men met deze verharding op een lagere prijs dan bij het „nat zand“-procédé en wel op f 3,50 per m², hierbij is dan inbegrepen de oppervlaktebehandeling, die voor afdichting moet worden aangebracht.

Stabilisaties veel belovend, maar meer ervaring gewenst.

Van al de hiervoor genoemde zandstabilisaties met asfalt, waarbij de verharding zonder steenfundering direct op een zandgrond wordt aangebracht, bezit men in ons land nog slechts betrekkelijk korte tijd enige ervaring. Weinig weet men nog omtrent het gedrag bij strenge en langdurige vorst en daarop volgende dooiperiodes. Eveneens is de mate van verouderen van deze asfaltverhardingen ook nog een factor, die niet voldoende bekend is. Een hoopvol teken is echter, dat de zandstabilisaties met asfalt zich deze winter onder sneeuw, vorst en dooi, voor zover bekend is, uitstekend hebben gehouden. Aantasting van enige betekenis is niet waargenomen.

Het is moeilijk een antwoord te geven op de vraag, hoe deze verhardingen zich zullen houden in de loop der jaren en wat men over zal hebben als men 20 jaar verder is. Bij gebruik van steenmateriaal weet men, dat zelfs na vele jaren dit nog steeds haar waarde als funderingsmateriaal blijft behouden. Men kan dan ook volkomen begrijpen, dat zij, die met de aanleg van wegen belast zijn, bij gelijke of ongeveer gelijke prijs aan bijv. een klinkerverharding of een gewalste steen- of slakkenfundering met oppervlaktebehandeling de voorkeur geven. Men is dan voor de toekomst verzekerd. Zo lang nog niet een voldoende lange ervaring in ons klimaat en tevens onder weinig verkeer verkregen is, zal alleen een belangrijk prijsverschil een reden kunnen zijn, deze stabilisaties op grote schaal toe te passen.

Slechts zeer oppervlakkig zijn enkele puntenbetreffende het maken van verhardingen en meer in 't bijzonder, die voor landbouwwegen naar voren gebracht. Een en ander moge een indruk geven van enkele problemen, die ten grondslag liggen aan de wegenbouw in 't algemeen en tevens een overzicht vormen van de typen van verhardingen, die voor landbouwwegen in aanmerking komen.

Prae-advies met betrekking tot de beplanting langs landbouwwegen.



In het praeadvies over de planologische aspecten van de landbouwwegen is reeds een en ander ten aanzien van de beplantingen langs wegen opgemerkt.

Daarbij is vooral aandacht gewijd aan de landschappelijke functie van de beplantingen. Dit is echter niet de enige functie. De beplanting kan van veel belang zijn voor verbetering van het klimaat door de windkerende werking, terwijl daarnaast de houtproductie een belangrijke factor kan zijn. Dit laatste is in het bijzonder in ons land van betekenis. De bosbouw is hoe langer hoe meer tot de armste gronden teruggedrongen, waardoor de bosbouw de voorziening in de behoefte aan loofhout steeds moeilijker kan volbrengen. In veel streken, die door zeer goede gronden zijn gekenmerkt, kunnen de wegbermen voor de houtproductie worden benut, waar ook van de meereisende loofhoutsoorten een goede groei valt te verwachten.

De intensivering en rationalisatie van de landbouw brengt mee, dat het accent van de beplanting meer en meer naar de wegen wordt verschoven. Het is zeer de vraag, of dit onder alle omstandigheden wel juist is. Uit landschappelijk oogpunt bezien, betekent dit ongetwijfeld in vele streken van ons land een achteruitgang. Maar ook wordt de verbetering van het klimaat, dat zeker tot de landbouwkundige belangen behoort, daardoor verwaarloosd. In het algemeen wordt in ons land aan dit vraagstuk nog onvoldoende aandacht besteed.

Voor het aanbrengen van beplantingen is ruimte nodig, zodat het noodzakelijk is de wegbreedte aan te passen aan de behoefte, die in de betrokken streek aan beplantingen bestaat. In het algemeen valt op te merken, dat bomen minder ruimte in het dwarsprofiel vereisen dan struiken of hakhout.

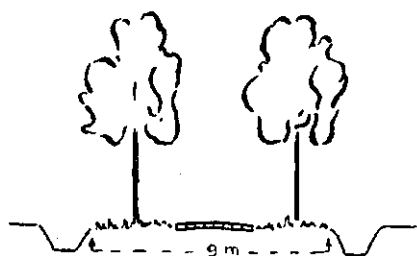
Uit landschappelijk oogpunt bezien komen zeker niet alle wegen voor beplanting in aanmerking. Ook uit landbouwkundige overwegingen zullen beplantingen langs wegen soms tot nadelige gevolgen kunnen leiden voor de naastgelegen gronden. De vraag, of en op welke wijze een weg zal worden beplant zal in breed verband moeten worden bezien.

Bij een normaal profiel voor landwegen verdient uit schoonheidsoverwegingen een indeling in de verhouding van 1 : 1 : 1 voor onbeplante wegen en voor wegen met symmetrische boombeplanting in de volgorde berm, verharding, berm de voorkeur. Bij een wegbreedte van 9 m, zonder berm sloten, zal een boombeplanting op 0,50—1 m, afhankelijk van de diepte van beworteling van de te gebruiken boomsoort, uit de insteek van de sloot moeten komen.

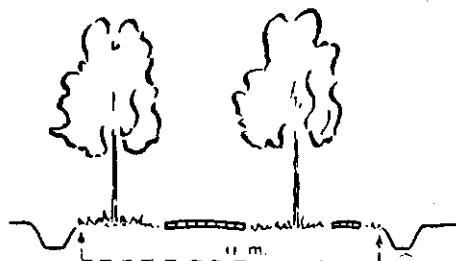
Indien een afzonderlijk rijwielpad wordt nodig geoordeeld, hetgeen bij onverharde wegen veelal nodig zal zijn of bij een verharding, die slecht met rijwielen valt te berijden, zoals bijv. keien of veldkeien, zal het in het algemeen gewenst zijn, dit binnen de bomenrijen aan te brengen. Fietspaden buiten de bomen zijn voor de meeste wegen pas bevredigend te projecteren bij wegbreedten die boven 10 m uitgaan. Bij smallere wegen wordt namelijk de ruimtewerking in het wegbeeld geschaad. Bovendien zouden dan de bomen een te kwetsbare plaats innemen.

De afstanden tussen de bomen in de rij zijn afhankelijk van de plaatselijke situatie en van de houtsoort b.v. wilg en populier op 5—8 m, eik en es op 7—8 m. Bij meerrijige beplantingen zal de plantafstand vergroot moeten worden, afhankelijk van de rijenafstand en van het gewenste wegbeeld. Bij

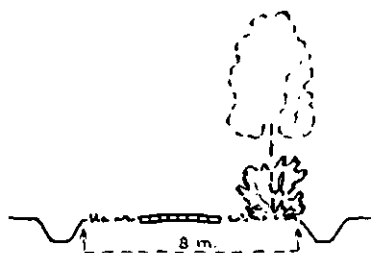
BEDPLANTING en DWARSPROFIELEN



dubbelzijdige boombeplanting



idem met rywielpad
buiten de bomen



eenzijdige singelbeplanting
van struiken, eventueel
met bomen



eenzijdige houtwal door
greppel gescheiden van
de ryweg



beplanting van een hoofdweg
door ontginningsgebied met
vrijliggende houtwal enerzijds
en anderzijds bomenry

0 5 m.

beplantingen ter weerszijden van de weg zal een afstand in de rij van 7—10 m worden aangehouden.

Het aanbrengen van struikbeplantingen tussen rijweg en fietspad zal in de regel zijn af te raden. Daarvoor is namelijk veel ruimte vereist, ten einde niet genoodzaakt te zijn de breedtegroei van de struiken regelmatig in te perken. Gewoonlijk maakt dit geen fraai effect en is bovendien duur in onderhoud.

Indien aan struikbeplanting behoefte bestaat, hetzij voor het verkrijgen van luwte voor gewas of wielrijder, hetzij voor het bereiken van een gesloten wegbeeld, of anderszins, zal de aangewezen plaats voor de struiken de buitenbermen zijn. Bij wegen van 8 m breedte zal slechts aan één zijde struikbeplanting mogelijk zijn, waarbij een asymmetrisch profiel nodig is om de struiken voldoende ruimte te kunnen geven. Bij voorkeur worden de struiken in tenminste 2 rijen aangebracht met afstanden tussen de rijen van 60—80 cm en in de rij op 1 m. In het algemeen geldt dit ook voor hakhout, zoals van wilg, els, es, eik en berk. Eventueel kunnen in een dergelijke singel ook nog opgaande bomen worden aangebracht. Blijft de beplanting tot een éézijdige boombeplanting beperkt ook dan is een asymmetrisch wegprofiel aan te bevelen.

In nieuwe ontginningsgebieden zijn dikwijls singelbeplantingen van belang. De zandkip zal ook hier uit praktische overwegingen asymmetrisch worden gehouden voor het geval een plantstrook aan één zijde wenselijk is, of plantstroken ter weerszijden, doch van ongelijke breedten. Ook is denkbaar de combinatie van struikbeplanting aan één zijde en een bomenrij aan de andere zijde. Het aanbrengen van een afscherpende greppel langs de beplantingsstrook aan de wegzijde kan aanbeveling verdienen, in verband met het toenemend gebruik van de wegschaaf bij het onderhoud van zandwegen. Deze greppel, die eventueel ook het van de weg komende water kan opvangen, kan zo dicht mogelijk langs de beplanting worden gelegd om geen hinder aan het verkeer te bezorgen.

Bij zeer brede en belangrijke hoofdwegen door een ontginning verdient het soms aanbeveling een forse windsingel bestaande uit struiken en hakhout met opgaande bomen, aan de zijde van de meest heersende wind aan te leggen, die een breedte van 3 m, doch liever nog meer moet bedragen. Op de andere berm kan dan nog een rij bomen worden geplant, waardoor de grotere belangrijkheid van de weg in de beplanting tot uitdrukking kan worden gebracht. In een dergelijk geval is een totale wegbreedte van tenminste 14 m vereist.

De verhouding tussen breedte van de verharding en de bermen is ook bij onbeplante wegen belangrijk voor het verkrijgen van een visueel bevredigende situatie. Smalle bermen geven in het algemeen een weinig welvarende indruk.

Bij smalle onverharde wegen moeten de fietspaden niet breder zijn dan 1 m. Soms kan het gewenst zijn ter bescherming van het rijwielpad tussen weg en fietspad houten paaltjes te plaatsen of grondhopen van zoden aan te brengen.

Nu meer en meer wordt overgegaan tot verharding van landbouwwegen, zal de behoefte aan afzonderlijke rijwielpaden langs die wegen afnemen, mits de verharding zich goed leent voor rijwielverkeer.

Ook uit die overweging zal het aanbrengen van deze paden buiten de beplanting, wat een grotere wegbreedte vraagt dan bij de aanleg binnen de beplanting minder doelmatig zijn tenzij valt te verwachten, dat de onderhavige weg op den duur een functie zal verkrijgen, die uitgaat boven de normale landbouwweg en een afzonderlijk rijwielpad uit verkeersoogpunt wenselijk zou maken.

Enkele voorbeelden van dwarsprofielen met beplanting zijn gegeven in bijgaande vijf schetsen.