

ERFVERHARDING

YARD PAVEMENT

DOOR

J. A. GELS

PUBLIKATIE No. 17 – FEBRUARI 1963

*UITGAVE VAN HET INSTITUUT
VOOR LANDBOUWBEDRIJFSGEBOUWEN – WAGENINGEN*

INHOUD

	blz.
Voorwoord	3
Inleiding	4
Het verharden van erven	6
Aanwijzingen in verband met de uitvoering	6
Materialen	7
Puinverharding	8
Bestrating met klinkers	10
Beton	12
Betontegels	14
Nabeschouwing erfverharding	14
Het verharden van kavelwegen	17
Puinverharding	17
Klinkerweg	18
Rijstroken van beton	19
Nabeschouwing kavelwegverharding	21
Bodemstabilisatie	22
Vóóronderzoek bij zand-cement stabilisatie	23
De werkwijze bij zand-cement stabilisatie	24
Voorlopige bevindingen van de proeven met zand-cement stabilisatie	26
De kosten van zand-cement stabilisatie	27
Proef met stabilisatie van lichte zavelgrond	28
Proef met stabilisatie van kleigrond	29
Nabeschouwing bodemstabilisatie	30
Samenvatting en conclusies	31
Summary	32

VOORWOORD

De mechanisatie van de werkzaamheden in de landbouw vindt nog steeds voortgang ten gevolge van de schaarste aan arbeidskrachten en de hoge arbeidslonen.

Zoals bekend bestaan de werkzaamheden op een landbouwbedrijf voor een belangrijk gedeelte uit transportwerkzaamheden. Vandaar dat het transport nauw bij de bovengenoemde ontwikkeling is betrokken.

Het is zonder meer duidelijk dat men de voor het transport benodigde tijd kan verminderen door het opvoeren van de rijsnelheid en door het vergroten van de hoeveelheid te vervoeren materiaal per rit. Een eerste vereiste is daarbij dat de aard en de toestand van de kavelwegen en de erven hiertoe de mogelijkheid bieden; bovendien moeten de wegen en de erven onder alle weersomstandigheden tegen de transporten bestand zijn.

Het is dan ook geen wonder dat de belangstelling voor de erf- en kavelwegverharding de laatste jaren sterk is toegenomen.

Ons instituut heeft reeds geruime tijd een onderzoek ingesteld naar de voor- en nadelen en de kosten van diverse soorten verhardingen. Wij menen er thans toe te moeten overgaan om de ervaringen in de vorm van een publikatie onder de aandacht van de belangstellenden te brengen. Wij vertrouwen dat deze publikatie in een behoefte zal voorzien.

Tot slot willen wij nog een woord van dank richten tot de Cultuurtechnische Dienst, de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij en de Verkoopassociatie Enci-Cemij N.V. voor de ondervonden medewerking bij een aantal experimenten en voor de waardevolle adviezen.

Wageningen, februari 1963

ir. L. H. HUISMAN
Directeur Instituut
voor Landbouwbedrijfsgebouwen

INLEIDING

Wanneer men de arbeidsboekhouding van een landbouwbedrijf nauwlettend bekijkt valt het op dat een belangrijk gedeelte van de beschikbare arbeidstijd wordt besteed aan het verrichten van transportwerkzaamheden. Dit transport omvat niet alleen het vervoer van benodigdheden en produkten, maar ook het transport van machines en werktuigen waarmee werkzaamheden op het veld moeten worden verricht.

De schaarste aan arbeidskrachten en de hoogte van de arbeidslonen noopt de landbouwers tot verhoging van de arbeidsproductiviteit. Dit geldt ook ten aanzien van het transport op het landbouwbedrijf.

De aan het transport bestede tijd is te verminderen door het opvoeren van de rijsnelheden, het vergroten van de vrachten of een combinatie van beide. Het is daarbij uiteraard een eerste vereiste dat de kavelwegen en de erven in een zodanige staat verkeren dat snel kan worden gereden en dat het vervoer van behoorlijk zware vrachten mogelijk is. Een weg met veel kuilen laat nu eenmaal geen hoge snelheid toe of dit gaat ten koste van het materieel. Op wegen en erven met een slappe bovenlaag kan men niet met zware vrachten komen in verband met de kans op verzakken.

De behoefte aan een goede verharding van kavelwegen en erven doet zich zowel op de akkerbouwbedrijven als op de gemengde- en de weidebedrijven gevoelen.

Men heeft op de beide laatstgenoemde bedrijfstypen vooral in de winter vrij veel transport om en tussen de gebouwen, waarbij veelvuldig gebruik wordt gemaakt van kleine transportmiddelen zoals kruiwagens, handwagens e.d. In die gevallen heeft een goede verharding gemakkelijker en sneller werken tot gevolg.

Op vele gemengde en weidebedrijven is men ertoe overgegaan om tijdens de weideperiode op stal te melken. Ten behoeve van een hygiënische melkwinning en een rationele bedrijfsvoering zal verharding van de wegen tussen de stal en de percelen gewenst zijn.

Aan de constructie van de verharding zullen bepaalde eisen moeten worden gesteld in verband met de bodemgesteldheid en de bedrijfsomstandigheden, terwijl de investering, het onderhoud en de duurzaamheid eveneens een rol spelen.

Zo zal op kleigrond soms een andere constructie nodig zijn dan op zandgrond, terwijl op een weidebedrijf vaak andere eisen gelden dan op een akkerbouwbedrijf. Indien de koeien geregeld over de verharding moeten lopen, bijv. bij het melken op stal gedurende de zomer, dan zal de afwerklaag niet uit los scherp materiaal als steenslag mogen bestaan. De scherpe steentjes kunnen gemakkelijk in de vrij weke hoeven van de dieren dringen en klauwontstekingen veroorzaken.

Een constructie als voor de grote verkeerswegen zal uit het oogpunt van levensduur en onderhoud bezien wel, doch uit het oogpunt van investering voor de boer niet aantrekkelijk zijn.

Voor erfverharding en verharding van kavelwegen zal moeten worden getracht een compromis te vinden ten aanzien van de diverse eisen.

Het bovenstaande heeft naar onze mening de behoefte aan goede kavelwegen en goede erfverhardingen voldoende geïllustreerd. Het behoeft dan ook geen verwondering te wekken dat de belangstelling voor het verharden van erven en wegen

sterk is toegenomen. Daarom zullen in deze publikatie achtereenvolgens de erfverharding en de kavelwegverharding worden behandeld.

Het hoofdstuk over erfverharding begint met een opsomming van de algemene punten die van belang zijn bij het verharden van een erf, terwijl daarna wordt ingegaan op enkele constructies die vaak worden toegepast, zoals een verharding met puin al dan niet voorzien van een deklaag, een bestrating met klinkers, ter plaatse gestort gewapend of ongewapend beton enz.

In het hoofdstuk over de verharding van kavelwegen wordt speciaal gewezen op gewapend betonnen rijstroken.

Het laatste hoofdstuk heeft betrekking op de bodemstabilisatie. Bij bodemstabilisatie wordt een stabiliseermiddel door de grond gemengd om op deze wijze een verharding te verkrijgen.

De zand-cement stabilisatie is enigszins uitvoerig behandeld omdat de tot heden genomen proeven er op duiden dat hier mogelijk enig perspectief in zit.

HOOFDSTUK I

HET VERHARDEN VAN ERVEN

Aanwijzingen in verband met de uitvoering

Alvorens over te gaan tot bespreking van enkele constructies en materialen zullen eerst enige aanwijzingen worden gegeven, die in het algemeen van belang moeten worden geacht en waaraan in de praktijk dikwijls onvoldoende aandacht wordt geschonken.

De voornaamste punten zijn:

- De hoogteligging van de verharding of de voorzieningen in verband met de afwatering dienen zodanig te zijn, dat de waterafvoer van de gebouwen en het erf ongestoord kan geschieden. Bij nieuwbouw is het daarom van belang de bedrijfsgebouwen voldoende hoog te plaatsen.
- Het profiel van de verharding moet zodanig zijn, dat er geen plassen op blijven staan.
- De ondergrond waarop de verharding is aangebracht moet goed kunnen ontwateren. Niet alleen een voldoende lage grondwaterstand is van belang, maar ook een drainage van bijv. het zandbed onder een verharding. Vooral op zware grond verdient het aanbeveling vanuit het zandbed naar de sloot enkele sleuven te maken. In de sleuven worden buizen of takkebossen gelegd. Aan de ontwatering wordt over het geheel genomen te weinig aandacht besteed.
- De bochten bij uitritten en wegen dienen vloeiend te verlopen, zodat met lange voertuigen of treinen, zoals een trekker met twee wagens er achter, in de bochten niet naast de verharding wordt gereden.
- Bij het aanbrengen van een gesloten dek, bijv. puin met asfaltdeklaag of een betonverharding, is het wenselijk dat op plaatsen waar rioleringen en andere leidingen liggen een opneembaar materiaal wordt toegepast als klinkers of tegels.



AFB. 1. Op een dergelijk onverhard erf kan men moeilijk vlot werken.

Work is hampered by an unmetalled yard.

Eventuele reparaties aan de leidingen kunnen dan worden uitgevoerd zonder dat bij het opbreken schade aan de verharding ontstaat.

- Verder dient er rekening mee te worden gehouden dat de aanleg van een verharding meestal betekent dat er meer en soms ook zwaarder verkeer wordt aange-trokken. Als voorbeeld kan de situatie dienen van een boerderij die op enige af-stand van de verharde openbare weg is gelegen. Werden, vóórdát de toegangsweg was verhard, veevoeder, kunstmest e.d. niet per vrachtauto aan huis geleverd, na verharding van de toegangsweg zal dit waarschijnlijk wèl het geval zijn. Er zal dan bij de toe te passen constructie niet alleen rekening moeten worden ge-houden met het eigen verkeer van landbouwwagens, trekkers enz., maar ook met zwaarder verkeer zoals van beladen vrachtwagens.

Materialen

Voor erfverharding worden diverse materialen toegepast, o.a.:

- puinfundering voorzien van een losse of vaste deklaag in diverse uitvoeringen
- gebakken en betonnen klinkers
- ter plaatse gestort beton, gewapend en ongewapend en betontegels in diverse af-metingen.

Het is bij de keuze van het materiaal uiteraard van belang welk verkeer er op de verharding komt en welke werkzaamheden er moeten geschieden.

Een verharding tussen silo en stal op een weide- of gemengd bedrijf waarop da-gelijks met krui- of handwagens moet worden gereden dient onder alle weersom-standigheden gemakkelijk berijdbaar te zijn. Zo voldoet beton aan deze eis en bijv. puin met een losse afwerklaag niet. Laatstgenoemde verharding is bij gunstige weersomstandigheden al zwaarder berijdbaar en zeer zeker bij nat weer en opdooi. Zo zijn er uiteraard meer voorbeelden te noemen.

Worden op het erf tijdelijk produkten opgeslagen, bijv. suikerbieten op een akkerbouwbedrijf, die later mechanisch moeten worden geladen met behulp van een grijper, dan dient de verharding te bestaan uit een materiaal, dat niet door dit werktuig wordt beschadigd. In dit geval zal beton de voorkeur verdienen.

AFB. 2. Het spreiden en walsen van puin voordat een deklaag van koud as-falt wordt aangebracht.

Spreading and rolling of crushed stone before a sur-face dressing of cold bitumen is applied.



De prijzen van de verhardingsmaterialen variëren nogal, mede omdat voor erfverharding in vele gevallen minder courante materialen worden gebruikt, zoals puin van een afbraak in de omgeving, uitgesorteerde klinkers en tegels, gebruikte klinkers, afvalmateriaal van steen- en betonfabrieken e.d. Ook ontstaan prijsverschillen door de verschillen in de transportafstand, de te verhardende oppervlakte enz.

Zo is het aanbrengen van een asfaltdeklaag op een erf vaak voordelig uit te voeren als een wegenbouwer in de omgeving bezig is met de aanleg van een weg. Het zal van belang zijn dat men zich ter plaatse oriënteert omtrent de mogelijkheden en de prijzen van de diverse constructies.

In het navolgende zijn richtprijzen vermeld doch deze dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd.

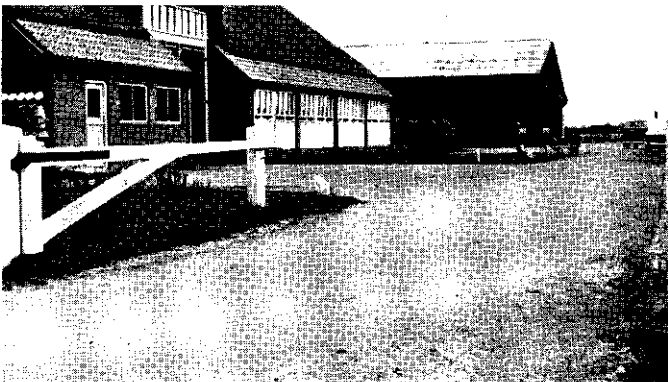
Puinverharding

Puin is een veel gebruikt verhardingsmateriaal voor erven. Op klei- en veengronden moet onder de puinlaag een zandbed worden aangebracht om te voorkomen, dat het puin in de vrij zachte grond wordt weggedrukt. De dikte van het zandbed hangt af van de bodemgesteldheid ter plaatse en zal doorgaans minimaal 20 tot 25 cm moeten bedragen. Nadat het zandbed is verdicht, bijv. met behulp van een trekker, wordt het puin ca. 25 cm dik gespreid, de grove delen bij voorkeur onder en de fijne delen bovenop.

De puinlaag wordt verdicht met behulp van een wals en daarna wordt zand of leemzand ingewassen om de openingen tussen het materiaal op te vullen en een gesloten oppervlak te verkrijgen. Bij de uitvoering van kleine objecten kan men dikwijls niet over een wals beschikken. Het grove puin dient dan verkleind te worden tot stukken van 5 à 6 cm hetgeen uiteraard meer arbeid vraagt. Het wordt gespreid op een zandbed dat voordien goed onder profiel is gebracht en vervolgens licht wordt aangestampt en tenslotte met zand ingewassen. Dit betekent zand over de puinlaag strooien, natspuiten en vaststampen.

Op zandgrond zal in vele gevallen weinig of geen zand behoeven te worden aangevoerd, terwijl bovendien met een puinlaag van 20 cm dikte kan worden volstaan. Hierdoor is een verharding met puin op zandgrond vaak belangrijk goedkoper dan op andere grond.

Is het puin gespreid, onder profiel gebracht, gewalst en is zand of leemzand ingewassen dan kan een losse of een vaste deklaag worden aangebracht. Een losse deklaag aanbrengen betekent afstrooien met steenslag, grind, fijne hoogovenslakken

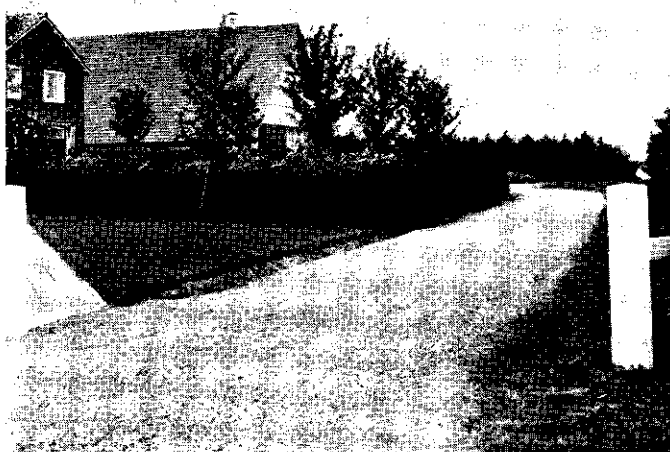


AFB. 3. Puinverharding met deklaag van koud asfalt.

Crushed stone pavement with surface dressing of cold bitumen.

AFB. 4. Puinverharding afgestrooid met grind; vooral op zware grond heeft een afstrooilaag bezwaren.

Crushed stone pavement coated with gravel; on heavy soil in particular a coating layer may present difficulties.



e.d. Een vaste deklaag kan bestaan uit een slijtlaag van bijv. $1\frac{1}{2}$ à 2 kg wegenteer en 15 kg parelgrind per m^2 of een dikkere deklaag van warm- of koudasfalt, lava-beton, beton enz. Vaak wordt koudasfalt toegepast in een hoeveelheid van tenminste 60 kg per m^2 .

Op zware gronden heeft een losse deklaag bezwaren omdat het oppervlak moeilijk is te reinigen. Bij natte weersomstandigheden blijft aan de wielen van trekkers, wagens en werktuigen klei kleven, die op de verharding loslaat en deze verontreinigt. Ook kleeft het losse materiaal wel aan de vuile wielen en wordt het zodoende opge-raapt. Eén en ander heeft tot gevolg dat een dergelijke losse deklaag op kleigrond vrij veel onderhoud vraagt. Hetzelfde geldt voor enkel een dun slijtlaagje van wegenteer en parelgrind of split aangebracht op een puinfundering. Op de zware grond is men al gauw genoodzaakt een vaste deklaag aan te brengen in de vorm van warm- of koudasfalt.

Op zandgrond heeft men uiteraard veel minder last van verontreiniging, waardoor de puinverharding daar dan ook minder bezwaren oplevert. Dit geldt niet voor plaatsen waar bijv. met hand- of kruiwagens e.d. wordt gereden.

De omschreven dunne slijtlaag van wegenteer en parelgrind is alleen bruikbaar op een nieuwe puinverharding. Op een oude puinfundering die verontreinigd is zal een dergelijke dunne deklaag onvoldoende hechten en spoedig worden stuk gereden.

Een dikkere deklaag van warm- of koudasfalt is op een dergelijke oude puinverharding meer geschikt, evenals een betonlaag van bijv. ca. 8 cm dikte. Uiteraard moet de puinlaag vooraf zo goed mogelijk worden gereinigd.

Het komt ook wel voor dat een fundering wordt gemaakt van hoogovenslakken in gemengde gradering van 0 tot 30 mm in plaats van puin. Men past dan een laag van \pm 30 cm toe zonder dat men vooraf een zandbed aanbrengt. Deze laag wordt met een wals verdicht waarna men de bovenlaag afsluit met een slijtlaagje bestaande uit een bitumenemulsie en parelgrind. Deze hoogovenslakken hebben een enigszins samenklittende (hydraulische) werking, waardoor een behoorlijke vaste laag (plaatwerking) ontstaat.

Ter oriëntatie wordt in tabel 1 een kostenbegroting gegeven van een verharding

met puin op zand- respectievelijk kleigrond. Hierbij is uitgegaan van een puinprijs van f 10,— per m³ franco boerderij. Het is moeilijk een juiste prijs aan te geven omdat ze sterk varieert tengevolge van diverse omstandigheden als soort puin, transportafstand, partijgrootte enz.

Het grondwerk is niet in de berekening opgenomen, omdat de kosten daarvan sterk afhankelijk zijn van de plaatselijke omstandigheden. In het algemeen is deze post voor zware grond groter dan voor zandgrond.

Het zand is berekend op f 5,— per m³, de vervoerkosten inbegrepen.

TABEL 1. *Begroting van de aanlegkosten van een puinverharding in guldens per m² exclusief het grondwerk*

Omschrijving	Kleigrond	Zandgrond
Zand (20 cm dik)	1,—	—
Puin (resp. 25 en 20 cm dik)	2,50	2,—
Walsen, zand inwassen, afstrooien met grind of sintels . . .	1,50	1,50
Totaal	5,—	3,50

Wordt een slijtlaagje van wegenteer en split aangebracht in plaats van grind of sintels dan zal de prijs op klei- en zandgrond respectievelijk komen op f 5,50 en f 4,— per m².

Een dikkere deklaag van bijv. 3 à 4 cm koudasfalt (60 kg per m²) kost ± f 3,50 per m². De totale prijs wordt dan ca. f 8,— per m² op kleigrond en f 6,50 op zandgrond (het afstrooien vervalt).

Op zandgrond is de puinverharding zonder vaste deklaag van f 3,50 per m² voor toegangswegen e.d. aanvaardbaar.

Op kleigrond is men al gauw aangewezen op een puinverharding met een vaste deklaag van ca. f 8,— per m².

Op sommige veengronden zullen bij de constructies met een puinverharding nog wel eens verzakkingen optreden, omdat de slappe ondergrond te weinig draagkrachtig is. Als verzakkingen optreden zal dit veel onderhoud ten gevolge hebben. Voor deze slappe gronden is een ander materiaal vaak doelmatiger dan puin.

Bestrating met klinkers

Klinkers, gestraat in een zandbed, geven op alle bodemtypen een goede verharding. Wel moet op slappere gronden een dikker zandbed worden aangebracht, terwijl herstraten daar ook vlugger nodig zal zijn dan op vastere gronden.

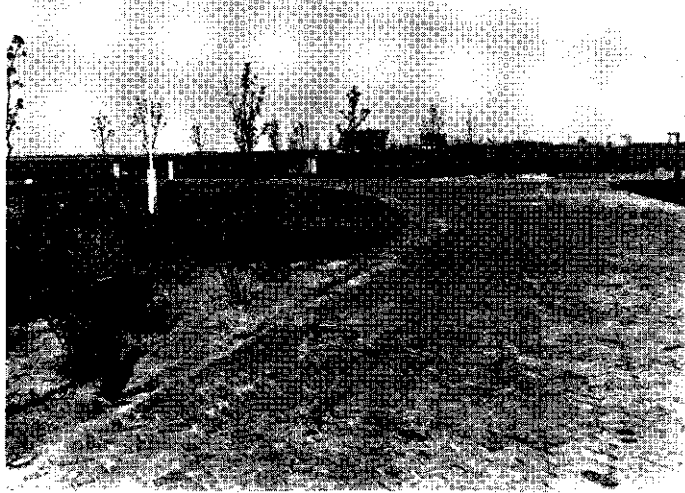
Het voordeel van deze constructie is, dat het materiaal zo nodig opnieuw kan worden gelegd en dat dan alleen een ondervulling met zand behoeft te worden aangebracht, terwijl deze onderhoudswerkzaamheden desgewenst door de boer of zijn personeel kunnen worden verricht.

Bij een puinverharding daarentegen zal bij verzakking verhardingsmateriaal moeten worden aangebracht. Als een asfaltdeklaag aanwezig is, kan dit alleen door een wegebouwer op bevredigende wijze worden uitgevoerd.

De grotere klinkers, waarvan er 50 tot 52 stuks in de m² gaan, zijn voor bestrating doelmatiger dan de kleinere metselklinkers. Klinkers zijn verkrijgbaar als gebakken en als betonnen stenen. Betonnen stenen hebben vaak andere afmetingen dan de gebakken klinkers. Meestal zijn ze groter, zodat er minder nodig zijn per

AFB. 5. Erf bestraat met klinkers.

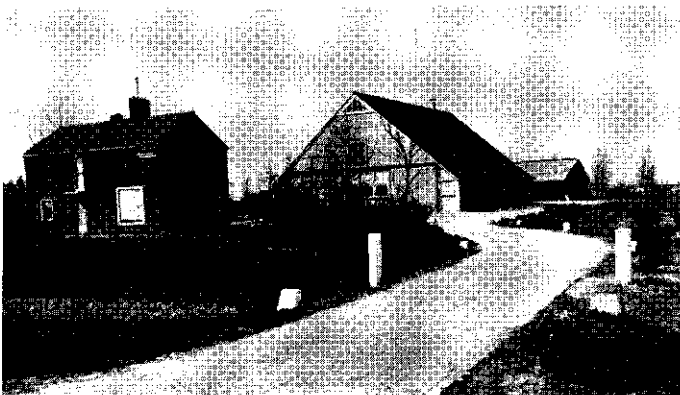
Brick-paved farmyard.



m², terwijl ze in verschillende dikten verkrijgbaar zijn nl. van 7 t/m 10 cm. Ook zijn er betonstenen met een speciale vorm in de handel o.a. de Ipro kei en de Waco steen. Deze hebben een zodanige vorm, dat ze in elkaar grijpen en daardoor in vele gevallen beter blijven liggen dan de keien met de normale rechthoekige vorm.

De prijzen van de klinkerbestratingen variëren nogal sterk. In de eerste plaats zijn gebakken stenen iets duurder dan betonnen stenen. Bovendien bestaat er uiteraard enig prijsverschil tussen de fabrikaten. Voorts is ook de transportafstand tussen fabriek en afnemer van invloed op de prijs franco boerderij en tenslotte is er bij de betonstenen nog enig prijsverschil door de kleur van de stenen; grijs is meestal het laagst in prijs.

Ter oriëntatie wordt in tabel 2 een overzicht gegeven van de prijs van de aanleg van een bestrating. Hierbij is uitgegaan van betonnen stenen ter dikte van 8 cm. De prijs van normale kwaliteit betonklinkers – geleverd op de boerderij – bedraagt al gauw f 7,— à f 8,— per m². Af fabriek zijn de stenen belangrijk goedkoper; ze kosten in dat geval ca. f 6,— per m². De transportkosten en de aannemersprovisie zijn dan buiten beschouwing gelaten.



AFB. 6. Erf bestraat met Ipro keien; zie ook afb. 7.
Farmyard paved with "Ipro" bricks (see also picture 7).

TABEL 2. *Begroting van de aanlegkosten van een bestrating met betonnen klinkers in guldens per m² exclusief het grondwerk*

Stenen	f 7,50
Zand (20 cm dik)	- 1,—
Leggen	- 0,75

Totaal	f 9,25
	=====

Naast normale kwaliteit stenen zijn ook uitgesorteerde kwaliteiten in beperkte mate verkrijgbaar. Dit zijn bijv. stenen waar een hoekje af is of die niet geheel zuiver van vorm zijn. Deze stenen zijn, al naar gelang de afwijkingen, af fabriek vaak 10 à 20% goedkoper. Ze kunnen voor erfverharding uitstekend dienst doen.

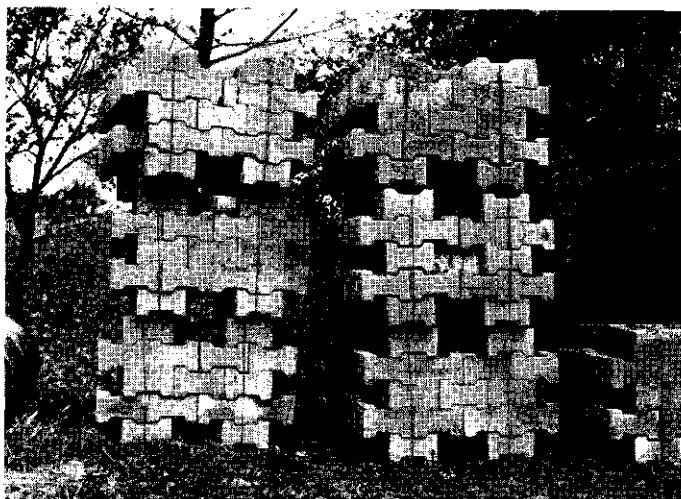
Beton

Beton geeft in het algemeen een doelmatige verharding, die gemakkelijk is te reinigen. Een zandbed is doorgaans niet nodig. Wel is het gewenst een dun laagje schoon zand aan te brengen, zodat het beton op een schone bodem kan worden gestort. Op een vaste, niet geroerde ondergrond kan worden volstaan met ongewapend beton ter dikte van minimaal 12 cm. Op een zeer vaste ondergrond, bijv. een oude puinverharding, is een dikte van 8 à 10 cm wel voldoende.

Om kripscheuren te voorkomen is het gewenst op afstanden van ca. 4 m schijnvoegen met rubberoid en op afstanden van ca. 16 m uitzetvoegen van board aan te brengen. Om dezelfde reden verdient het aanbeveling het betonmengsel niet te nat te maken. Heel belangrijk voor de kwaliteit van de verharding is dat men deze de eerste week na aanleg nat houdt, bijv. door haar af te dekken met een laag stro en geregeld nat te spuiten; ook een laagje vochtig zand kan als bedekking dienst doen.

Op een minder vaste bodem en geroerde grond zal de betonverharding moeten worden gewapend. De zgn. bouwstaalmatten zijn hiervoor zeer geschikt.

Bij voorkeur moet deze wapening onder en boven in de verharding liggen (zie

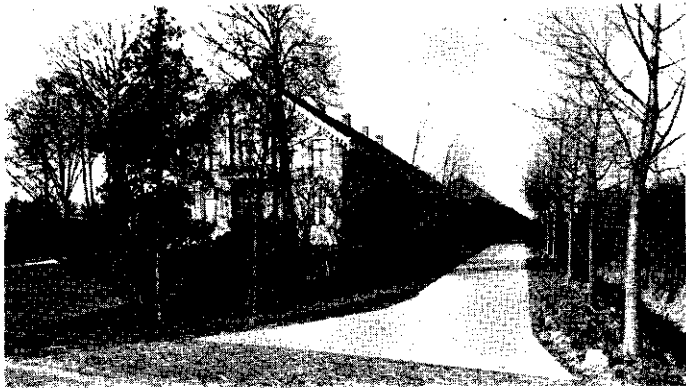


AFB. 7. Ipro keien staan voor het gebruik gereed; de wijze waarop de stenen in elkaar grijpen is duidelijk te zien.

"Ipro" bricks ready; the way in which the bricks interlock can be clearly seen.

AFB. 8. Erf verhard met beton.

Farmyard paved with concrete.



tekening op blz. 21), t.w. 2 cm van de onderzijde en 2 cm van de bovenkant. In geval van wapening is een goede samenstelling van het beton: 1 deel cement – 2 delen zand – 3 delen grind. Per zak cement is bij deze verhouding nodig 80 liter zand en 120 liter grind. In die gevallen dat ongewapend beton kan worden toegepast kan worden volstaan met de verhouding 1 : 2,5 : 4. Dus per zak cement 100 liter zand en 160 liter grind.

De prijs van het cement ligt veelal tussen *f* 4,— à *f* 4,50 per zak franco bedrijf. De prijzen van de toeslagmaterialen – rivierzand en grind – variëren nogal. Rivierzand kost vaak in de orde van *f* 8,— à *f* 10,— per m³ en grind *f* 15,— à *f* 20,— per m³.

Woont men in de omgeving van een zand- of grindwinning dan blijken de prijzen dikwijls aanmerkelijk lager te liggen. Gaat men uit van de verhouding 1 : 2,5 : 4 dan kost beton aan materiaal *f* 37,— à *f* 45,— per m³. Voert de boer zelf alle werkzaamheden uit dan zal een ongewapende betonverharding ter dikte van 12 cm ca. *f* 5,— per m² aan materiaal kosten. Hierbij komen dan nog het grondwerk, de overige arbeid, enig bekistingshout en eventueel de huur van een betonmolen. Bij de verhouding 1 : 2 : 3 kost beton aan grondstof *f* 42,— à *f* 50,— per m³.

Sinds enige jaren bestaat ook de mogelijkheid het betonmengsel kant en klaar thuis bezorgd te krijgen met een betonmortelauto van een betonmortelcentrale.

De prijs van dit beton is nogal sterk afhankelijk van de transportafstand, de hoeveelheid en het cementgehalte. Een richtprijs bij de samenstelling 1 : 2 : 3 is *f* 55,— per m³.

In vergelijking met zelf mengen, vervalt de huur van de betonmolen, de arbeid verbonden aan het mengen en het transport naar de stortplaats. Over het geheel genomen geeft het aangevoerde beton van de mortelcentrale een grote mate van zekerheid omtrent de kwaliteit en de menging. Wordt het beton kant en klaar aangevoerd dan kost de uitvoering nog circa 20 manuren per 100 m² verharding. Bij gunstige omstandigheden is dit ongeveer de helft t.o.v. ter plaatse mengen met een betonmolen. Verzorgt een aannemer het gehele werk – behalve het grondwerk – dan kost een erfverharding van ongewapend beton ter dikte van 12 cm dikwijls in de orde van *f* 9,— à *f* 10,— per m² en van gewapend beton *f* 11,— à *f* 12,— per m². Er is in beide gevallen gerekend met een betonsamenstelling van 1 : 2 : 3 en bij gewapend beton met een wapening van een dubbel net bouwstaal, maaswijdte 15 cm en draaddikte 4,2 mm.



AFB. 9. Aanleg van erfverharding van ongewapend beton. De mortel wordt aangevoerd van een betonmortelcentrale.

Construction of a yard pavement of non-reinforced concrete. The mortar is supplied by a mortar distribution centre.

Het grondwerk en de eventuele aanvoer van zand zijn buiten beschouwing gelaten.

Betontegels

Maakt men gebruik van betontegels dan moeten deze worden gelegd in een zandbed. Voor looppaden, bijv. naar de woning, kan worden volstaan met tegels van 4 cm dikte. Voor erfverharding – waar zwaarder verkeer op komt – dienen de tegels 8 cm dik te zijn. De meest voorkomende afmeting van tegels is 30×30 cm. Er zijn 11 stuks per m^2 nodig. Bij een dikte van 8 cm en meer zijn er ook van grotere afmetingen dan 30×30 cm verkrijgbaar.

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de prijs per m^2 van een verharding met tegels van 8 cm dikte.

De prijs van betontegels varieert evenals bij betonklinkers naar dikte, kleur, fabriek, transportafstand enz. Ze ligt dikwijls in de orde van f 7,50 à f 8,50 per m^2 .

TABEL 3. *Begroting van de aanlegkosten van een verharding met betontegels ter dikte van 8 cm in guldens per m^2 exclusief het grondwerk*

Tegels	f 8,—
Zand (20 cm)	- 1,—
Leggen	- 0,50
	<hr/>
Totaal	f 9,50

Evenals bij klinkers geldt ook hier, dat uitgesorteerde tegels meestal goedkoper zijn dan de normale kwaliteit, terwijl ze voor erfverharding goed bruikbaar zijn.

Nabeschouwing erfverharding

In het voorgaande zijn enkele constructies en materialen voor erfverharding besproken, die veel worden toegepast. De constructie is in zeer sterke mate afhankelijk van de bodemgesteldheid ter plaatse.

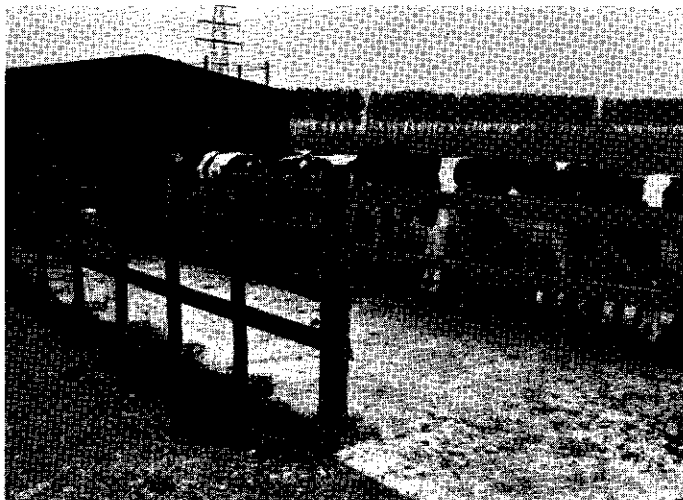
AFB. 10. Voor het verharden van een uitloop bij een open loopstal is beton het aangewezen materiaal.

Concrete is the most satisfactory material for metalling the open yard of a yard and parloursysteem.



Een gewalste puinverharding aangebracht op een verdicht zandbed, daarna ingewassen met zand en/of leemzand en voorzien van een afstrooilaag van grind geeft een redelijk draagkrachtige verharding. Ze vraagt echter regelmatig onderhoud, vooral op zware grond. Daarom is deze wijze van verharden op zware grond dan ook minder doelmatig.

Dit geldt eveneens voor lichte grond op die plaatsen van het erf, waar geregeld



AFB. 11. Een betonnen plaat bij een doorloopmelkstal in de weide is gemakkelijk te reinigen.

In a field milking parlour a concrete pavement is easy to clean.

moet worden gereden met hand- of kruiwagens, bijv. tussen silo en stal. Op plaatsen, waar regelmatig koeien en varkens moeten lopen en waar de verharding moet worden gereinigd is deze constructie minder op zijn plaats.

Vele boerenerven zijn verhard met puin; de laatste jaren ziet men evenwel meer en meer dat de puinverharding met afstrooilaag wordt voorzien van een deklaag. Soms volstaat men met alleen een slijtlaagje van wegenteer en parelgrind. Hoewel dit op een nieuw aangelegde verharding in sommige gevallen nog wel redelijk slaagt, geeft het op een oude, vervuilde puinverharding meestal een teleurstellend resultaat. Na enige jaren vraagt het vaak weer onderhoud.

Een dikkere laag warm- of koudasfalt is uiteraard duurder, maar ook aanzienlijk beter. Er moet voor worden gewaarschuwd de deklaag dunner te nemen dan 3 à 4 cm. In dat geval bestaat er op minder intensief bereden plaatsen de kans dat er begroeiing door heen komt en beschadiging optreedt. Bij elke deklaag geldt, dat de fundering redelijk draagkrachtig moet zijn, terwijl aan de ontwatering aandacht moet worden geschonken.

Ook beton kan men als deklaag op een puinverharding aanbrengen; de laag moet echter een redelijke dikte hebben, minstens 8 cm.

Klinkerkeien geven in het algemeen een goede erfverharding, gebruikte en uitgesorteerde klinkers zijn hiervoor zeer geschikt en bovendien goedkoper dan nieuwe, geheel gave klinkers.

Op plaatsen, waar veel verkeer is van vee en die dus dikwijls moeten worden gereinigd, zijn klinkers door de vele naden minder doelmatig. Daarom kan men op een uitloop bij een loopstal voor rundvee, een uitloop voor varkens, een melkplaats in de weide of op het erf enz. beter een betonverharding toepassen.

Beton geeft over het geheel genomen een doelmatige verharding, die gemakkelijk is te reinigen. Op een vaste ondergrond kan met ongewapend beton worden volstaan, terwijl op slappere gronden gewapend beton nodig zal zijn. Het oppervlak van een erfverharding van beton dient niet al te glad te worden afgewerkt om slippen van trekkers en uitglijden van vee te voorkomen. Dit laatste is wel eens een bezwaar bij tegels, omdat die meestal erg glad zijn.

Tot slot zij er nogmaals op gewezen, dat de vermelde prijzen richtprijzen zijn en dat plaatselijk nogal belangrijke afwijkingen kunnen voorkomen.

HOOFDSTUK II

HET VERHARDEN VAN KAVELWEGEN

Op zwaardere gronden, vooral op akkerbouwbedrijven waar veel aardappelen en bieten worden verbouwd, gaat men er meer en meer toe over om – behalve het erf – ook de toegangswegen tot de percelen te verharden. De oogst moet met steeds minder mensen worden geborgen. Het oogsten wordt meer en meer verricht met machines met een grote capaciteit, die het produkt meteen op de wagen deponeren. Op een aantal bedrijven worden reeds zelflossende wagens gebruikt. De noodzaak om per rit een behoorlijke hoeveelheid produkten te kunnen transporteren neemt toe. De toestand van de rijweg is daarom van groot belang. De toegangswegen tot de percelen en de toegangsweg tussen de openbare verharde weg en het erf dienen verhard te zijn.

Men kan voor kavelwegverharding dezelfde materialen gebruiken als voor erfverharding, nl. puin, klinkers en beton. Voor kavelwegverharding hebben sedert enkele jaren betonnen rijstroken nogal opgang gemaakt.

Puinverharding

Indien men een puinverharding, al dan niet voorzien van een deklaag, wil aanbrengen dient het zandbed wat breder genomen te worden dan de verharding, nl. minstens 25 cm aan weerszijden. De verharding moet minstens 2,30 à 2,50 m breed zijn. Bij een puinverharding voorzien van een deklaag is een kantopsluiting van



AFB. 12. Een onverharde kavelweg bij natte weersomstandigheden.
An unpaved farmroad in wet weather.



AFB. 13. De toepassing van klinkers als kavelwegverharding.

The construction of a brick-paved farmroad.

bijv. betonbanden gewenst, omdat de randen van deze vrij smalle weg anders gemakkelijk door het verkeer worden beschadigd. Door de kantopsluiting wordt de prijs nogal verhoogd. Een puinverharding zonder deklaag heeft vooral op zware grond betrekkelijk veel bezwaren.

Klinkerweg

Een klinkerbestrating neemt men minstens 2,30 à 2,50 meter breed. Vooral betonstenen met een speciale vorm voldoen op deze betrekkelijk smalle wegen goed. De stenen grijpen in elkaar, waardoor het straatwerk een beter gesloten geheel blijft.

Voorbeelden hiervan zijn o.a. de Ipro kei en de Waco steen. Deze zijn echter wat duurder dan klinkers van de normale vorm en afmetingen.

Onder de klinkers moet een zandbed worden aangebracht, waarvan de dikte afhangt van de bodemgesteldheid ter plaatse. Een dikte van ± 10 cm zal echter als minimum overal nodig zijn. Het zandbed dient wat breder te worden genomen dan



AFB. 14. Een toegangsweg tot de percelen verhard met enkel puin heeft nogal bezwaren.

A farmroad only paved with crushed stone will often prove unsatisfactory.

de bestrating, aan weerskanten bijv. 25 cm, dit om te voorkomen dat de klinkers aan de kant worden weggedrukt in de zachte grond.

In tabel 4 worden de aanlegkosten per strekkende meter weg vermeld. Hierbij is uitgegaan van een wegbreedte van 2,50 m terwijl voor de klinkers dezelfde richtprijs als in het voorgaande hoofdstuk is aangehouden nl. f 7,50 per m².

TABEL 4. Begroting van de aanlegkosten van een klinkerverharding in guldens per m¹ weg, bij een breedte van 2,50 m exclusief het grondwerk

Klinkers	f 18,75
Zand (20 cm dik)	- 3,—
Leggen	- 1,75
	—
Totaal	f 23,50

Het voorafgaande grondwerk is bij deze berekening buiten beschouwing gelaten. Ook hier geldt weer, dat de toepassing van uitgesorteerde of gebruikte stenen, korte transportafstanden enz. tot een lagere prijs kunnen leiden.

Rijstroken van beton

Een betonweg geeft een ideale rijweg; ze is echter vrij duur. Een belangrijke besparing op de kosten wordt verkregen als men de weg niet over de volle breedte verhardt, maar alleen ter plaatse van de wielsporen.

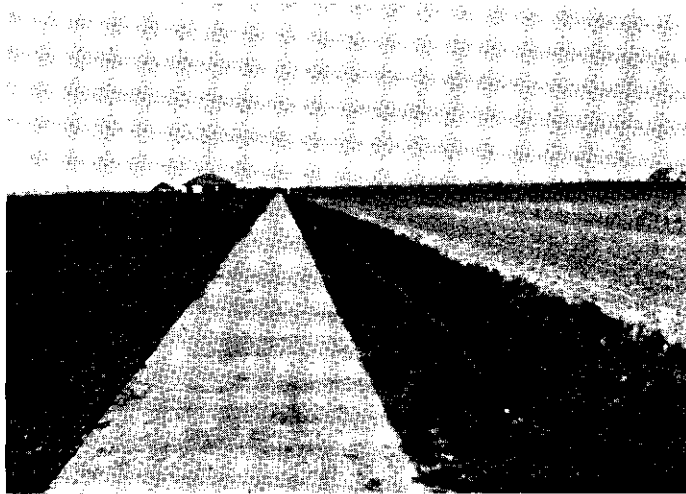
Rijstroken van gewapend beton blijken in de praktijk goed te voldoen. Andere materialen lenen zich voor dergelijke banen minder goed. Men maakt de rijstroken gewoonlijk 60 cm breed en 12 cm dik. De breedte van de onverharde ruimte, tussen de beide evenwijdig lopende banen, wordt meestal aangehouden op 90 cm. Deze breedte is gebaseerd op de spoorbreedte van de landbouwwagens, welke overwegend 1,44 à 1,50 m h.o.h. bedraagt. Op deze wijze wordt de breedte van de weg $0,60 + 0,90 + 0,60 = 2,10$ m. Soms maakt men de onverharde ruimte tussen de banen wel iets groter, bijv. 1 m. Dit doet men als ook met vrachtauto's op de

AFB. 15. Hier werd de kavelweg over de volle breedte verhard met ongewapend beton.

Het werk werd door de boer zelf uitgevoerd.

This farmroad has been completely paved with non-reinforced concrete.

The work was done by the farmer himself.





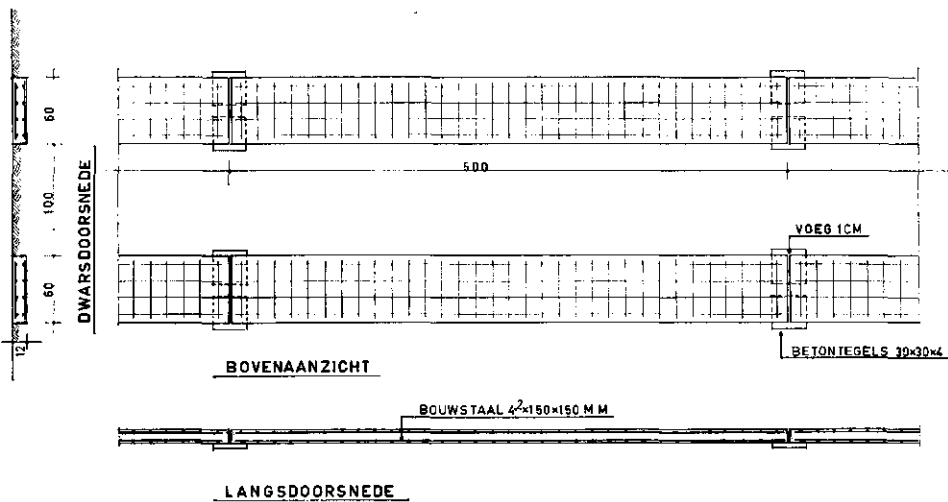
AFB. 16. Kavelwegverharding van ter plaatse gestorte rijstroken van gewapend beton.

Farmroad of reinforced concrete tracks, cast in situ.

verharding moet worden gereden, zoals in verband met de afvoer van bieten, bietenkoppen en lucerne van het land. Op plaatsen waar men vaak vanuit het naastgelegen perceel op de banen komt, bijv. bij dammen, verdient het aanbeveling ook de ruimte tussen de banen te verharderen. Dit geldt eveneens voor bochten.

Voor bewapening van de betonbanen worden dikwijls bouwstaalmatten gebruikt met een maaswijdte van 15 cm en een draaddikte van 4,2 mm (zie afb. 17). Om de 5 m brengt men voegen aan door er een stukje zachtboard of iets dergelijks tussen te zetten. Op de plaatsen waar de voegen komen te liggen graaft men twee normale betontegels van 4 cm dikte in of men stort er een betonplaatje in de ondergrond. Hierdoor blijven de einden van de stroken ten opzichte van elkaar beter vlak liggen. Op de betontegels of het betonplaatje legt men een stukje bitumen papier om het uitzetten en het krimpen van de betonstroken mogelijk te maken.

De normale betonsamenstelling van 1 deel cement, 2 delen zand en 3 delen grind kan worden toegepast. Na het storten wordt het beton zoveel mogelijk verdicht door porren met een stok of door trillen met behulp van een trilnaald en daarna vlakgestreken (afgereid). Het betonoppervlak dient ook hier gedurende een week nat te worden gehouden, bijv. door het af te dekken met stro en het nat te spuiten. Op kleigrond behoeft in het algemeen geen zandbed onder deze verharding te worden aangebracht. Wel is het gewenst een kleine hoeveelheid zand aan te voeren om eventuele zachte plekken in de bodem te verbeteren en laagten op te vullen. Om gemakkelijk van het land op de banen te kunnen rijden is het van belang dat de bovenkant van de banen niet hoger ligt dan het maaiveld. Het is verder gewenst om beide banen even hoog te leggen of de baan aan de slootzijde iets lager in verband met de ontwatering. De afstand tussen de buitenste baan en de slootkant moet 75 à 100 cm bedragen. Ligt de baan dicht bij de sloot dan is het moeilijker om



AFB. 17. Constructie van gewapend betonnen rijstroken.
Construction of reinforced concrete tracks.

van het land op de baan te rijden, terwijl de kans op verzakken van de baan aan de slootzijde groter wordt.

Op een vrij vaste grond worden ook wel ongewapende betonstroken toegepast. Bij dezelfde dikte en breedte als de gewapende maakt men de stukken dan maximaal 1 meter lang. Voorts zijn grote tegels (60 × 40 cm) verkrijgbaar die voor dit doel geschikt zijn. Deze tegels moeten uiteraard in een zandbed worden gelegd.

De langere, gewapende stroken liggen echter stabielier dan de kortere ongewapende en de tegels.

De aanlegkosten van de banen variëren uiteraard in verband met de aan te leggen lengte, de bereikbaarheid van het object enz. In een gebied als de Noordoostpolder – waar deze betonbanen als kavelwegverharding veelvuldig zijn toegepast – bedraagt de prijs voor gewapende betonstroken van 60 cm breedte ca. f 15,— per strekkende meter weg. Bij deze prijs is er van uitgegaan dat het grondwerk wordt uitgevoerd door de boer en het overige werk door een aannemer.

Nabeschuwing kavelwegverharding

Een klinkerweg als kavelwegverharding blijkt in de praktijk goed te voldoen. Per strekkende meter is deze verharding duurder dan betonbanen. Het voordeel is echter dat er gemakkelijker uit dwarsrichting op te rijden is dan op betonstroken. Bij betonstroken zal dit bezwaar gering zijn als de bovenkant niet hoger wordt gelegd dan het maaiveld. Op plaatsen waar herhaaldelijk van opzij op de baan moet worden gereden, bijv. bij dammen en toegangsplaatsen tot de percelen, is het beter ook de ruimte tussen de banen te verharderen.

HOOFDSTUK III

BODEMSTABILISATIE

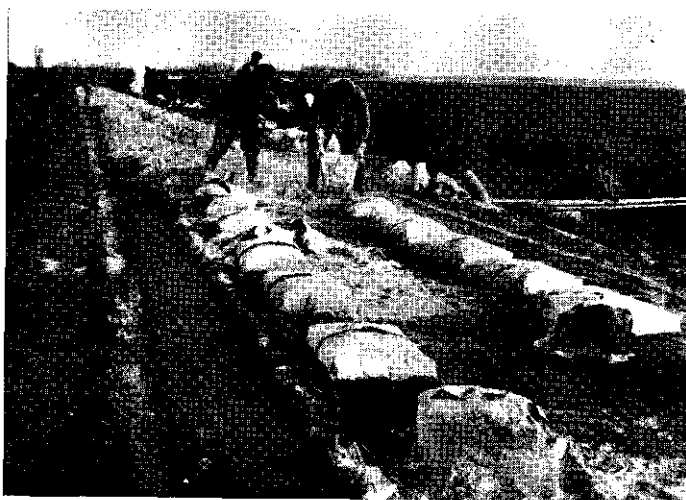
Bodemstabilisatie werd voor het eerst op grote schaal toegepast in de tweede wereldoorlog bij de aanleg van vliegvelden en wegen. Sindsdien wordt in de wegenbouw de stabilisatie met cement en kalk in toenemende mate gebruikt als ondergrondverbetering en fundering. Onder bodemstabilisatie wordt verstaan het toevoegen van een bindmiddel aan de ter plaatse aanwezige grond met het doel deze te versterken of te verharderen. Zo wordt cement gebruikt als bindmiddel voor een zandige bodem en kalk als middel bij de versterking van kleigrond. Stabilisatie, zoals die in de wegenbouw wordt toegepast, kan leiden tot kostenbesparingen daar geen of minder funderingsmateriaal behoeft te worden aangevoerd; bovendien kan de uitvoering geheel worden gemechaniseerd.

Een en ander was aanleiding om door middel van proeven te onderzoeken of de bodemstabilisatie misschien ook met voordeel zou kunnen worden toegepast voor de verharding van erven of kavelwegen op landbouwbedrijven.

In het navolgende zal eerst de wijze van uitvoering van de zand-cementstabilisatie worden besproken; daarna zal nog een en ander worden vermeld over de stabilisatie van zavel- en kleigronden.

De werkwijze bij de uitvoering is in het algemeen als volgt:

- losmaken en onder profiel brengen van de bodem, mits deze uit geschikt materiaal bestaat
- cement of kalk uitstrooien
- met behulp van een frees het bindmiddel door de grond mengen
- water toevoegen en nogmaals frezen
- onder profiel brengen en verdichten
- beschermen tegen uitdrogen
- deklaag aanbrengen.



AFB. 18. Het verdelen en uitstrooien van cement voor bodemstabilisatie.

Distributing and spreading the cement for stabilization.

AFB. 19. Het door de grond frezen van het cement met behulp van een kleine frees.

Mixing the cement with the soil by means of a small type rotating cultivator.

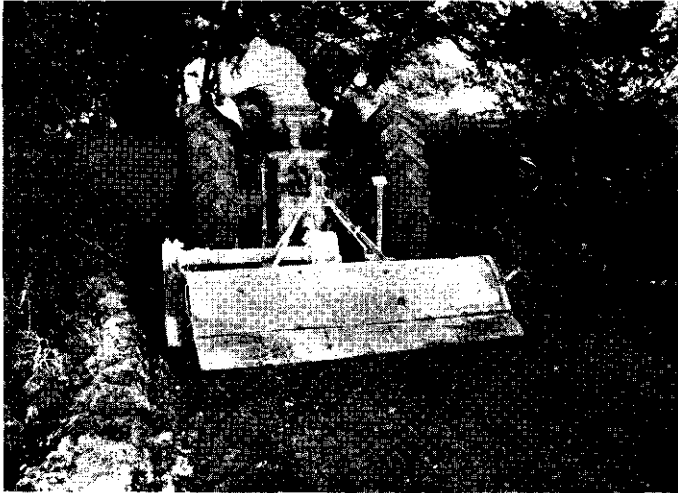


Er zijn stabilisatiemachines die het grootste deel van deze werkzaamheden uitvoeren in één werkgang. Ze zijn in verband met de hoge transportkosten in het algemeen te duur voor het aanbrengen van een erfverharding, waarvan de oppervlakte gewoonlijk vrij gering is. Daarom werd getracht de proeven met zand-cementstabilisatie voor erfverharding met eenvoudige hulpmiddelen uit te voeren; bovendien werd de gestabiliseerde laag als verharding gebruikt, zonder dat een deklaag werd aangebracht. Het losmaken van de grond en het mengen van het stabilisatiemiddel gebeurde met een kleine zelfrijdende tuinbouwrees of met een landbouwrees aangedreven door een trekker. Voor het verdichten werd een kleine trilwals of trilplaat gebruikt.

Vóóronderzoek bij zand-cementstabilisatie

Alvorens tot stabilisatie kan worden overgegaan moet worden onderzocht of het betreffende zand hiervoor geschikt is. Men dient na te gaan welke hoeveelheid en welk soort cement moet worden toegepast, welk vochtgehalte voor het mengsel gewenst is enz. Een en ander kan slechts door middel van een laboratoriumonderzoek worden vastgesteld. De geschiktheid van het zand voor stabilisatie wordt bepaald door diverse factoren, o.a. humusgehalte, zuurgraad, korrelgrootte enz.

Veelal zal de op het erf of in de weg aanwezige grond niet geschikt zijn om te stabiliseren met cement. Meestal zal ze teveel verontreinigd zijn door humus en andere organische bestanddelen. In dat geval zal men voor de stabilisatie schoon zand moeten aanvoeren. Vooral grof zand of grinderig zand, zoals berggrind, zijn voor dit doel zeer geschikt. Aanvankelijk werden voor zand-cementstabilisatie de normale kwaliteiten hoogoven- en portlandcement gebruikt. Naderhand heeft de



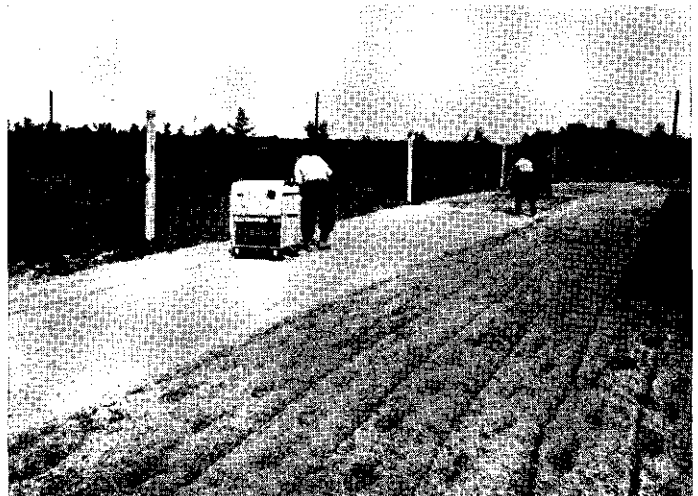
AFB. 20. Het verdelen van het cement door de grond met behulp van een landbouwfrees aangedreven door een trekker.

Distributing the cement in the soil with a tractor-mounted rotating cultivator

Enci te Maastricht een stabiliseermiddel ontwikkeld dat vooral op enigszins verontreinigde grond betere resultaten geeft.

De werkwijze bij zand-cementstabilisatie

Leent de bestaande bodem zich niet voor stabilisatie, doch is deze wel redelijk draagkrachtig, dan gaat men hierop een laag schoon zand aanbrengen van ca. 20 cm dikte. Vooraf dient het oorspronkelijke oppervlak onder profiel te worden gebracht. Op de zandlaag wordt het cement verdeeld en vervolgens met een frees door de grond gemengd. Het mengen met een frees geeft een minder volkomen menging dan bijv. in een betonmolen. Een goede menging is echter van grote invloed op het verkrijgen van een goed resultaat. Daarom dient een goed werkende frees te worden gebruikt die voldoende diep kan werken. Tenminste vier keer frezen tot een diepte



AFB. 21. Het verdichten van de te stabiliseren bovenlaag met behulp van een trilwals.

Compaction by means of a roller.

AFB. 22. Na het verdichten worden de voegen aangebracht en opgevuld. Het is ook mogelijk de voegen in de verharding te zagen.

After compaction the joints are filled up. Another possibility is to saw the joints in the metalling.



van minstens 15 cm is gewenst. Vervolgens wordt er water op gesproeid en nogmaals enkele keren gefreesd. Er moet op worden gelet dat het mengsel het juiste vochtgehalte bezit. Het vochtgehalte kan met speciale apparaten vrij nauwkeurig worden bepaald. (In het werk volstaat men echter vaak met de zgn. balproef. Men neemt een handvol van het mengsel en drukt dit samen. Er moet dan een „bal” kunnen worden gevormd, die niet vanzelf uiteen mag vallen.)

Na de laatste keer frezen wordt de laag onder profiel gebracht en verdicht. De mate van verdichten heeft ook een grote invloed op het te behalen resultaat. Het verdichten kan het best met een trilwals geschieden. Eerst wordt een keer gewalst zonder trileffect en dan 3 à 4 keer met trileffect en vervolgens nogmaals zonder trileffect. Tijdens het walsen moet worden gezorgd dat de verharding goed onder profiel komt te liggen. Te lage gedeelten moeten worden aangevuld en hoogten geëffend.



AFB. 23. Het beschermen van de gestabiliseerde laag tegen uitdrogen.

Protecting the recently stabilized road against drying-out.

In de verharding dienen op afstanden van 5 à 6 meter voegen te worden aangebracht. Bij de eerste proeven met zand-cementstabilisatie werden deze na het verdichten er met de schop ingestoken, gevuld met een dubbele strook rubberoid en vervolgens afgewerkt met een handstamper of de wals. Later is men met het oog op arbeidsbesparing overgegaan tot het mechanisch zagen van de voegen in de gestabiliseerde laag. Dit gebeurde als de laag reeds was verhard. De gezaagde sleuf werd opgevuld met een vloeibaar bitumen produkt. De voegen kunnen ook met een dun mes in de verse laag worden gemaakt. Men legt dan een plank, waarin een zaagsnede is aangebracht, op de gestabiliseerde laag. Op de plank staande steekt men het mes door de zaagsnede en trekt dit door de laag. Na het verdichten moet het oppervlak zo nodig tegen uitdrogen worden beschermd. Men brengt een laagje vochtig zand aan of men sproeit de gereed gekomen stabilisatie af met een bitumenemulsie. Ook kan men in plaats van zand of een asfalemulsie stro of ruigte aanbrengen en dit geregeld nathouden. Na 2 à 3 weken kan er verkeer op de verharding worden toegelaten.

Voorlopige bevindingen van de proeven met zand-cementstabilisatie

De eerste proef met zand-cementstabilisatie als erfverharding werd bijna drie jaar geleden genomen. Het betreffende erf werd in 1957 opgehoogd met geel zand. In 1960 werd een gedeelte van dit erf gestabiliseerd nadat eerst het bovenste laagje, begroeiing en verontreinigingen waren verwijderd.

Daar het zand vrij zuur was (pH 5,2) werd een voorbehandeling uitgevoerd met cementmelk. Vervolgens werden proefvakken aangelegd met variërende hoeveelheden cement, terwijl variaties werden aangebracht in de werkmethoden. Bij de uitvoering bleek o.a. dat het verdichten met handstampers technisch wel mogelijk doch in het algemeen te arbeidsintensief is. Er werden vakken aangelegd met respectievelijk 26 kg en 38 kg cement per m²; enkele van deze vakken werden voorzien van een slijtlaag van een bitumenemulsie met parelgrind. Na enkele jaren gebruik blijkt deze erfverharding redelijk slijtvast en vorstbestendig te zijn. Weinig verschillen werden geconstateerd tussen de vakken met een hoog en die met een laag cementgehalte. De waarde van een slijtlaag kwam hier niet tot uitdrukking.



AFB. 24. Overzicht van een aantal proefvakken met zand-cementstabilisatie.

Some test strips with sand-cement stabilization.

Bij een andere proef waar gebruik werd gemaakt van op het bedrijf voorkomend rivierzand bleek een vak, gestabiliseerd met 21 kg cement per m² minder slijtvast te zijn dan een vak gestabiliseerd met 32 kg cement per m². Zoals reeds vermeld is de benodigde hoeveelheid cement echter afhankelijk van de hoedanigheid van het te stabiliseren zand.

De kosten van zand-cementstabilisatie

Stabilisatie van betrekkelijk kleine proefvlakjes is onevenredig duur; het heeft dan ook niet veel zin daarvan de kosten op te geven. Het lijkt ons daarom beter de aanlegkosten te vermelden van de stabilisatie van het erf op de C. R. Waiboerhoeve te Millingen, waar een oppervlakte van 6040 m² werd behandeld. Alhoewel deze oppervlakte groter is dan gemiddeld op landbouwbedrijven nodig zal zijn, wordt daardoor o.i. toch een beter beeld van de aanlegkosten verkregen dan bij kleine proefvakjes. De stabilisatie van de 6040 m² erf werd uitgevoerd door 5 man in totaal 13 werkdagen.

In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de kosten van de gebruikte machines, zandaanvoer e.d.

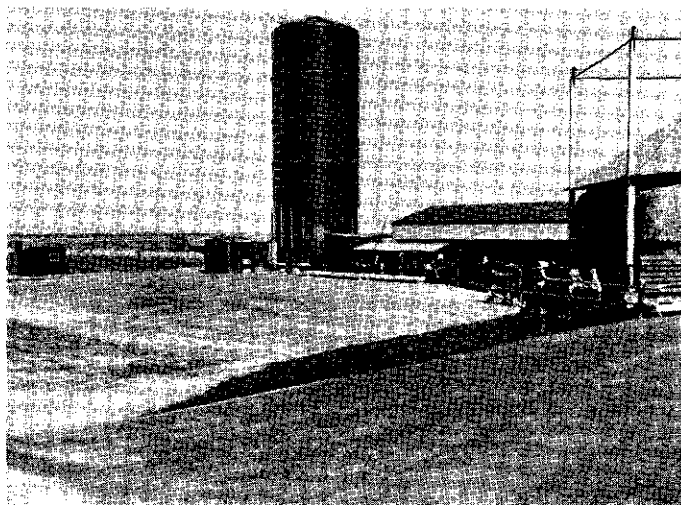
TABEL 5. *Kosten van machines, zandaanvoer e.d. bij de zand-cementstabilisatie op de C. R. Waiboerhoeve te Millingen*

Huur trilwals en frees 13 × f 165,— . . .	f 2.145,—
Transport trilwals en frees	- 200,—
Zandaanvoer: 1208 m ³ à f 2,10/m ³	- 2.536,80
Huur bulldozer: 13 uur à f 25,— per uur .	- 325,—
Transport bulldozer	- 150,—
Voegen aanbrengen met zaagmachine . . .	- 420,—
Asfaltpapier en voegvulling	- 150,—
Totaal	f 5.926,80

Afgerond ca. f 1,— per m².

AFB. 25. Een gedeelte van het gestabiliseerde erf op de C. R. Waiboerhoeve te Millingen.

Part of the stabilized farmyard on the C. R. Waiboerhoeve at Millingen.



Als stabiliseermiddel werd cement gebruikt. De toegepaste hoeveelheid bedroeg gemiddeld 31,5 kg per m²; de stabilisatie werd grotendeels uitgevoerd met 30 kg cement per m² en voor een klein deel met 40 kg per m². Het cement is gecalculeerd à f 80,— per ton.

Er waren voor de uitvoering van de stabilisatie 11 manuren per 100 m² verharding nodig. De kosten van een manuur zijn gesteld op f 3,—.

In tabel 6 wordt tenslotte nog een overzicht gegeven van de totale aanlegkosten per m².

TABEL 6. *Kosten van zand-cementstabilisatie op de C. R. Waiboerhoeve te Millingen in guldens per m².*

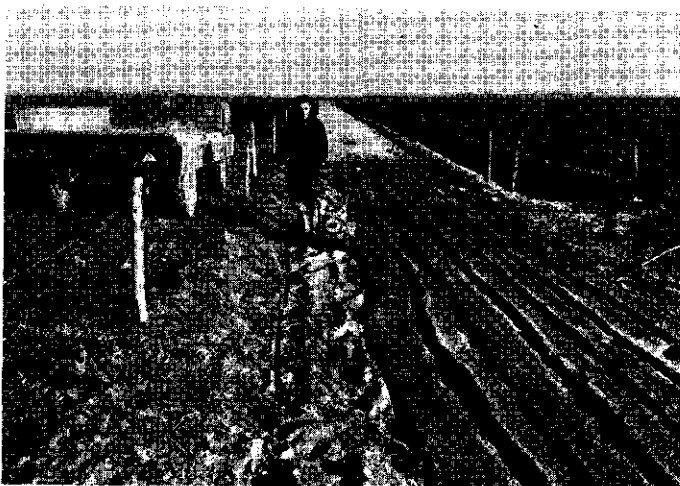
Machinekosten, zandaanvoer ¹ e.d.	f 1,—
Stabiliseermiddel 31,5 kg à f 0,08 per kg	- 2,52
Arbeidsloon à f 3,— per uur	- 0,33
	<hr/>
Totaal	f 3,85

¹ Zand was op het bedrijf beschikbaar, zodat alleen het opladen en het transport tegen een prijs van f 2,10 per m³ in rekening werd gebracht.

Proef met stabilisatie van lichte zavelgrond

Op de proefboerderij „De Waag” in de Noordoostpolder werd in 1960 100 m van de kavelweg gestabiliseerd. De grond bestond uit lichte zavel. De ene helft van de weg werd uitgevoerd met 25 kg cement per m² en de andere helft met 37 kg cement per m². Nadat het bovenste laagje (5 cm) in verband met de daarin aanwezige verontreinigingen was verwijderd, werd de grond geploegd en gefreesd en vervolgens op de gebruikelijke wijze met cement gestabiliseerd. Er werd geen deklaag aangebracht, maar op een gedeelte wel een slijtlaag van 2 kg bitumenemulsie per m² met parelgrind in een gradering van 3-8 mm.

Al spoedig na de aanleg bleek het gedeelte met de geringere cementhoeveelheid zachter te blijven dan het proefvlak met de grotere hoeveelheid cement. Laatstvermeld vak had enigszins een betonkarakter. Gedurende het eerste jaar na aanleg waren geen beschadigingen te constateren.



AFB. 26. Het door lichte zavelgrond frezen van cement.

Mixing cement with light sandy clay.

Na de winter van 1961–1962 bleek het proefvak met 25 kg cement per m² beschadigd te zijn door vorst; het bovenste laagje, 1 à 2 cm dik, was weer zacht geworden. Bij het vak met 37 kg cement per m² was dit niet het geval. Naarmate het slibgehalte in de grond hoger is schijnt de vorstgevoeligheid toe te nemen, terwijl kennelijk meer cement moet worden toegevoegd. Dit komt ook tot uiting bij de proeven met stabilisatie van kleigrond, waarover hierna een en ander wordt medegedeeld.

Proeven met stabilisatie van kleigrond

Klei-kalkstabilisatie is reeds vrij lang bekend. Door ongebluste kalk door de grond te frezen treedt er een zodanige structuurverandering op in de klei dat het mogelijk is deze te verdichten. Er ontstaat dan na verdichten een vaste laag die moet worden afgesloten met een waterdichte deklaag. De met kalk gestabiliseerde laag is wel vrij vast doch niet hard, zoals bij zand-cementstabilisatie. Kan water toetreden, dan verweekt de gestabiliseerde laag langzaam aan en spoelt de kalk uit.

In 1961 werd in Groningen een proef aangelegd met klei-kalk-cementstabilisatie. Hierbij werd getracht naast kalk ook cement aan de klei toe te voegen om een hardere, minder watergevoelige laag te verkrijgen. Een bepaald gedeelte werd voorzien van een dunne slijt- of deklaag en een ander deel niet.

Klei moet eerst worden voorgestabiliseerd met kalk, omdat ze zich anders niet goed laat mengen met cement of stabiliseermiddel. Door de toevoeging van ongebluste kalk verkrijgt men een sterke verkrumeling van de klei, zodat ze daarna te mengen is met cement.

Bij de proef in Groningen werd 15 kg ongebluste kalk door de grond gefreesd, terwijl een aantal vakken werd nagestabiliseerd met cement. Er werden hoeveelheden cement toegepast van 15 en 35 kg per m². Een aantal proefvakken werd voorzien van een deklaag. Nastabilisatie met cement geeft inderdaad een stabielere en minder vervormbare laag dan enkel kalk. Na de vorst in de winter 1961–'62 bleek echter het bovenste laagje van alle vakken zonder deklaag beschadigd te zijn door de vorst. Dit was ook het geval bij een proef op zware zavelgrond in de Noordoostpolder. Hier was voorgestabiliseerd met 6 kg ongebluste kalk per m² en



AFB. 27. Een gestabiliseerde kavelweg op lichte zavelgrond.

Stabilized farmroad on light sandy clay.



AFB. 28. Een gestabiliseerde kavelweg op zware zavelgrond.

Stabilized farmroad on heavy sandy clay.

nagestabiliseerd met 38 kg cement per m². Het oppervlak was voorzien van een slijtlaag van een bitumenemulsie met parelgrind. Aan de objecten met deklaag bij de proef in Groningen kon op het oog geen schade worden geconstateerd.

Nabeschouwing bodemstabilisatie

De voorlopige resultaten van de proeven met zand-cementstabilisatie als erfverharding wijzen erop dat op deze manier een goed bruikbare verharding tot stand is te brengen als de grond zelf geschikt is of als geschikt kan worden over een bruikbaar materiaal in de omgeving. Een gedegen vooronderzoek en een vakkundige uitvoering zijn nodig voor het welslagen van de stabilisatie. Omtrent de duurzaamheid kan uiteraard nog geen definitieve conclusie worden getrokken, daar de eerste proeven nog maar enkele jaren geleden zijn aangelegd.

Met de stabilisatie van zavel- en kleigronden zullen nog meer ervaringen moeten worden verkregen alvorens dit op grotere schaal kan worden toegepast.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Een doelmatige verharding van de transportwegen op erf en bedrijf is van belang om te komen tot arbeidsverlichting en -besparing en om een groter profijt te verkrijgen van de mechanisatie en motorisatie.

Bij nieuwbouw is het gewenst bij de plaatsing van de gebouwen en de indeling van het erf rekening te houden met de aanleg van een erfverharding. Bijzondere aandacht dient te worden geschonken aan de hoogteligging van de gebouwen en het terrein in verband met de ontwatering.

De voor erfverharding toe te passen constructies zijn afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden, de grondgesteldheid, de draagkracht van de ondergrond, het te verwachten verkeer enz. De aanlegkosten van een verharding kunnen in verband hiermede sterk variëren. Daarnaast spelen prijsverschillen van diverse materialen een rol alsmede verschillen in kwaliteit, transportafstand enz.

Ter oriëntatie wordt in tabel 7 een overzicht gegeven van de richtprijzen voor diverse soorten erfverhardingen.

TABEL 7. *Overzicht van de richtprijzen voor diverse soorten erfverhardingen*

Soort verharding	Richtprijs per m ²
Puin (25 cm dik) met afstrooilaag	f 5,—
Puin (25 cm dik) met deklaag van koudasfalt .	- 8,—
Klinkerbestrating	- 9,25
Beton, ongewapend (12 cm dik)	- 9,50
Betontegels (8 cm dik)	- 9,50
Beton, gewapend (12 cm dik)	- 11,50
Zand-cementstabilisatie zonder deklaag	- 5,—

Voorafgaand grondwerk is niet en de aanvoer van zand is wel in deze richtprijzen opgenomen; overigens is er van uitgegaan dat een aannemer het werk uitvoert. Belangrijke besparingen zijn bij sommige verhardingen (bijv. beton) mogelijk als de boer de aanleg geheel of gedeeltelijk zelf uitvoert.

Puinverhardingen voorzien van een afstrooilaag met grind, sintels e.d., die vóórheden veel werden aangelegd, blijken vooral op zware grond minder goed te voldoen. Een dergelijke verharding is moeilijk te reinigen en vraagt voortdurend onderhoud. Men ziet dan ook meer en meer dat op de puinfundering een deklaag wordt aangebracht in de vorm van warm- of koudasfalt of dat andere materialen worden toegepast bijv. klinkers en beton.

Voor de verharding van kavelwegen komt — gezien de resultaten en de kostprijs — vooral de verharding met ter plaatse gestorte, gewapende betonnen rijbanen in aanmerking.

De laatste jaren is geëxperimenteerd met een nieuwe methode voor erfverharding nl. de grondstabilisatie. Bij zand-cementstabilisatie zonder deklaag lijken de voorlopige resultaten gunstig. Er kan echter nog geen oordeel worden gegeven omtrent de duurzaamheid en het onderhoud van deze verharding op lange termijn. De stabilisatie van zavel en kleigrond verkeert nog in het experimentele stadium.

SUMMARY

In order to save labour and derive more benefit from mechanisation and motorisation it is important to have well-metalled roads in the yard and on the farm.

The construction of a metalled yard should be taken into account when siting new farmsteads and planning the yard. With a view to the drainage particular attention should be paid to the altitude of the buildings and the yard.

The type of metalling used for the yard depends on the farming conditions, the character of the soil, the subsoil burden, the volume of traffic anticipated, etc., so that the cost of constructing a metalled surface may differ extensively. Additional factors are the differences in price between various materials, differences in quality, carriage, etc.

A survey of the approximate costs of various types of metalled yards is given as a guide.

Type of metalling	Price per m ² (approx.)
Crushed stone (25 cm) with coating layer	f 5,—
Crushed stone (25 cm) with surface dressing of cold bitumen	,, 8,—
Brick pavement	,, 9,25
Non-reinforced concrete (12 cm)	,, 9,50
Concrete tiles (8 cm)	,, 9,50
Reinforced concrete (12 cm)	,, 11,50
Sand-cement stabilization without surface dressing	,, 5,—

Previous earth-moving work is excluded and the delivery of sand included in these prices, and it is also assumed that the work is done by a contractor. A considerable saving can be effected on some types of metalled surfaces (e.g. concrete) if the farmer does all or part of the work himself.

Crushed stone pavement with a coating layer of gravel, cinders etc., which was much in use in the past, has proved unsatisfactory, especially on a heavy soil. A pavement of this kind is difficult to clean and regular maintenance is required.

It is therefore becoming an increasingly common practice to apply a surface dressing of hot or cold bitumen to the crushed stone foundation, or to use other material (e.g. bricks and concrete).

In view of the results and the cost price, metalling with reinforced concrete carriageways cast in situ is particularly suitable for farm roads.

In recent years a new method of farm yard metalling known as soil stabilization has been tried out. In the case of sand-cement stabilization without surface dressing the first results seem to be successful. However, it is not yet possible to give an opinion on the durability and the maintenance costs in the long run. The stabilization of sandy clay and clay is still in the experimental stage.