

L042113
462

BIBLIOTHEEK
STADSGEBOUW

Stichting voor Bodemkartering
Staringgebouw
Wageningen
Tel. 08370-19100

Rapport nr. 1022

SPORTVELDENCOMPLEX ISSELT (GEM. AMERSFOORT)

bodemkundig onderzoek en advies voor de
aanleg van sportvelden

door: J.M.J. Dekkers en
H.J.M. Zegers Ing.

Wageningen, januari 1972

Jan. 1972

N.B. Niets uit dit rapport of de bijlage mag
zonder toestemming van de Stichting voor
Bodemkartering worden vermenigvuldigd of
in andere publikaties worden overgenomen.

9 FEB. 1972

I N H O U D

	<u>Blz.</u>
<u>Voorwoord</u>	4
<u>Verklaring van enkele in de tekst gebruikte termen</u>	5
<u>Samenvatting en resultaten van het onderzoek</u>	6
1. <u>Inleiding</u>	7
1.1 Ligging en oppervlakte	7
1.2 Doel van het onderzoek	7
1.3 Werkwijze	7
2. <u>Het bodemkundig onderzoek</u>	8
2.1 De bodemgesteldheid	8
2.2 De bodemkaart	8
2.3 De schematische profielbeschrijvingen	9
3. <u>Advies voor de aanleg van een voetbalveld op de onderzochte percelen</u>	10
3.1 Eisen aan bodem en grasmat	10
3.2 Werkwijze bij aanleg en inzaai	10
3.2.1 Afwatering	10
3.2.2 Grondbewerking	11
3.2.3 Ontwatering	11
3.2.4 Egalisatie van de bovenlaag	12
3.2.5 Verschraling	13
3.2.6 Bemesting	13
3.2.7 Af-egalisatie	14
3.2.8 Het grasmengsel	14
4. <u>Geadviseerde literatuur bij aanleg en onderhoud van sportvelden</u>	15
 <u>AFBEELDING</u>	
1. Situatiekaart, schaal 1 : 25 000	7
 <u>BIJLAGE</u>	
1. Bodemkaart, schaal 1 : 500	

VOORWOORD

In opdracht van de Directeur Gemeentewerken van de gemeente Amersfoort werd een bodemkundig onderzoek uitgevoerd op het sportveldencomplex Isselt. Dit in verband met de aanleg van voetbalvelden.

Het veldwerk werd verricht in december 1971 door J.M.J. Dekkers met medewerking van H.J.M. Zegers Ing. Zij stelden tevens dit rapport samen.

De leiding van het onderzoek had Ir. G.J.W. Westerveld.

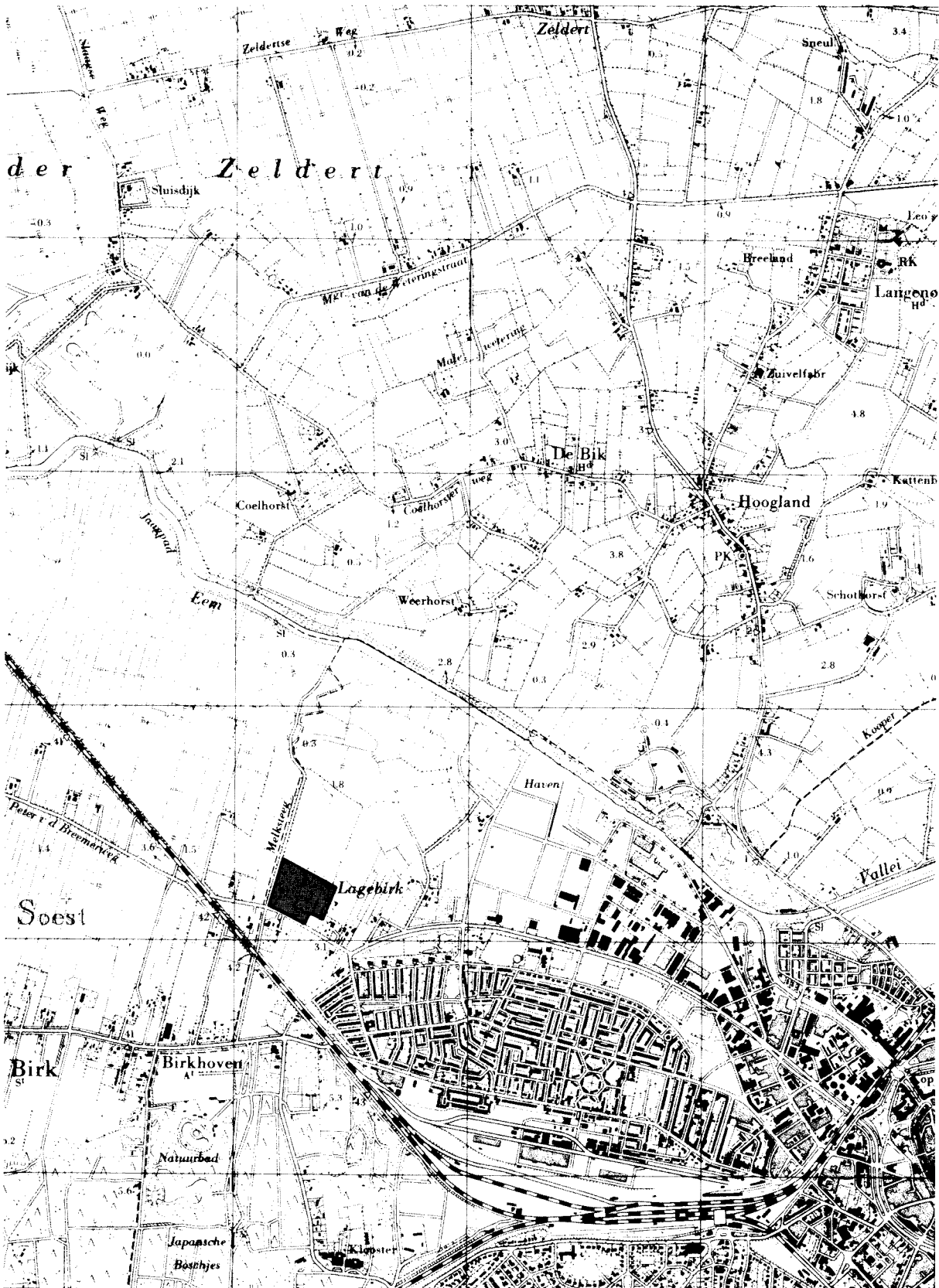
DE ADJUNCT-DIRECTEUR,
Ir. R.P.H.P. van der Schans.

VERKLARING VAN ENKELE IN DE TEKST GEBRUIKTE TERMEN

Mu	:	micron = 0,001 mm	
Leem(fractie)	:	minerale delen kleiner dan 50 mu	
Zand(fractie)	:	minerale delen tussen 50 en 2000 mu	
M50 (zandmediaan)	:	het getal dat die korrelgrootte aangeeft, waarboven en waarbeneden de helft van het gewicht van de zandfractie ligt	
Leemklassen	:	<u>benaming</u>	<u>leemfractie in %</u>
		leemarm zand	0 -10
		zwak lemig zand	10 -17,5
		sterk lemig zand	17,5-32,5
		zeer sterk lemig zand	32,5-50
Zandgrofheidsklassen	:	<u>benaming</u>	<u>M50</u>
		zeer fijn zand	105-150 mu
		matig fijn zand	150-210 mu
Humusklassen	:	<u>benaming</u>	<u>org.stof in %</u>
		uiterst humusarm zand	< 1,5
		humeus zand	1,5-8
GHG	:	gemiddelde over een aantal jaren van de drie hoogste grondwaterstanden per jaar bij 24 halfmaandelijke metingen	
GLG	:	gemiddelde over een aantal jaren van de drie laagste grondwaterstanden per jaar bij 24 halfmaandelijke metingen	

SAMENVATTING EN RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

1. Het onderzochte terrein bestaat uit zandgronden met een humushoudende laag van 40 à 60 cm dikte.
De hoger gelegen gedeelten (de kaarteenheden 5 en 6) hebben een organische-stofgehalte van 3 tot 5 %, terwijl dit in de lager liggende gedeelten varieert van 4 tot 7 %.
2. Het zand in genoemde hoger liggende gronden is matig fijn en leemarm tot zwak lemig, elders eveneens matig fijn doch overwegend zwak lemig met in de laagste delen soms sterk lemige lagen.
3. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ligt bij de hogere gronden tussen 40 en 80 cm, terwijl de laagst gelegen gronden een GHG hebben van 40 cm -mv.
4. De doorlatendheid van de gronden is in het algemeen goed, waar sterk lemige laagjes voorkomen is deze echter matig.
5. Punten van belang bij de aanleg van sportvelden:
 - a. Om de grondbewerking te beperken is het aan te bevelen de terreinen op verschillend niveau aan te leggen.
 - b. De afwatering kan worden verbeterd door het graven van een sloot waarin de waterstand door een onderbemaling op een laag peil wordt gehandhaafd.
 - c. Voor een goede ontwatering is een drainage noodzakelijk met een draandiepte van 80 cm en een drainafstand van 6 m.
De drainreeksen kunnen rechtstreeks uitmonden op de nieuwe te graven sloot.
 - d. Omdat het organische-stofgehalte voor sportvelden te hoog is, dient de bovengrond te worden verschaald met humus- en leemarm zand.
 - e. De voorraad bemesting kan bestaan uit \pm 2500 kg Thomasslakkenmeel en, indien de pHKCl te laag is, een kalkbemesting. Beide meststoffen moeten met de bovenlaag worden doorgewerkt. De meststoffen stikstof en kali, waarvan de hoeveelheid bepaald moet worden aan de hand van analyse-uitslagen van de nieuwe toplaag, behoeven niet te worden doorgewerkt.
 - f. Het is gewenst voldoende tijd te nemen tussen de grondbewerkingen en het inzaaien van het grasmengsel. Eventuele nazakkingen (bij greppels of drainreeksen) kunnen dan nog worden bijgewerkt.
 - g. Om structuurverval zoveel mogelijk te voorkomen: alle grondwerkzaamheden onder droge omstandigheden uitvoeren, zowel wat het weer als de grond betreft.



Afb.1 Situatiekaart, schaal 1:25 000 (Top. krt. 32 B)

1. INLEIDING

1.1 Ligging en oppervlakte

De onderzochte gronden liggen ten noordwesten van Amersfoort, tussen de Eem en de spoorlijn Amersfoort-Hilversum. De oppervlakte bedraagt \pm 7 ha (afb. 1).

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek was na te gaan in hoeverre de hier voorkomende gronden van nature geschikt zijn of door cultuurtechnische maatregelen geschikt te maken zijn voor de aanleg van sportvelden.

1.3 Werkwijze

Voor het verzamelen van de benodigde gegevens zijn in totaal 10 boringen per ha verricht, waarvan 8 tot een diepte van 1,20 m -mv. en 2 tot een diepte van 2 m -mv. Hierbij is behalve op de profielopbouw gelet op de bodemkenmerken die verband houden met de fluctuatie van het grondwater.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven op de bodemkaart, schaal 1 : 500 en beschreven in hoofdstuk 2. Het advies voor de aanleg is opgenomen in hoofdstuk 3.

2. HET BODEMKUNDIG ONDERZOEK

2.1 De bodemgesteldheid

Het onderzochte gebied bestaat uit zandgronden met een humushoudend dek van 40 à 60 cm dikte. Op enkele plaatsen heeft waarschijnlijk een verwerking plaatsgehad (het dempen van sloten of greppels, of het rooien van houtopstanden), waardoor het humeuze dek soms vermengd is met humusarm zand of de totale dikte niet meer dan 20 à 30 cm bedraagt. Dit is vooral langs de zuidkant en in het centrum het geval. In het noordoostelijk gedeelte is het humeuze dek meestal niet veel dikker dan 40 cm.

De verdere samenstelling en opbouw van de voorkomende gronden is van dien aard, dat de hoger gelegen gronden (de kaarteenheden 5 en 6) min of meer afwijken van de overige. Deze hogere gronden hebben een organische-stofgehalte dat varieert van 3 tot 5 %. Het zand is matig fijn (M50-cijfer \pm 170) en leemarm tot zwak lemig (10-15 %). Beneden het humeuze dek bedraagt het leemgehalte soms niet meer dan 7 à 10 %. Mede door deze granulaire samenstelling tot een diepte van minimaal 2 m, is de doorlatendheid van deze gronden zeer goed en is een groot waterbergend vermogen aanwezig.

Binnen de lager gelegen gronden varieert het gehalte aan organische stof van 4 tot 7 %. Het zand is eveneens matig fijn (M50-cijfer \pm 170), maar overwegend zwak lemig (12-17 %). In de laagste plekken (kaarteenheden 1 en 2) komt het hoogste leemgehalte voor en is de bovengrond soms slibhoudend. Het zand onder het humushoudende dek heeft een nogal wisselend leemgehalte. Meestal bedraagt dit niet meer dan 7 à 15 %, doch in het noordoosten, bij de kaarteenheden 1, 2 en 3, komt plaatselijk een laag voor met een leemgehalte van 20 tot 40 %. Ook in de korrelgrootte van het zand komen vrij grote verschillen voor, doordat op enkele plaatsen matig grof materiaal (M50-cijfer \pm 300) wordt aangetroffen. Overwegend is het zand echter matig fijn (M50-cijfer van 150-200). De gronden zijn iets minder goed doorlatend (lemige lagen) dan de hoger gelegen gedeelten en het waterbergend vermogen is aanmerkelijk geringer.

Ondanks de vrij grote verschillen in de diepteligging van het grondwater zijn de gronden geheel als grasland in gebruik.

2.2 De bodemkaart, schaal 1 : 500 (bijlage 1)

Op de bodemkaart zijn de voorkomende gronden omschreven als zwak lemige zandgronden met een 40 à 60 cm dikke humushoudende boven-

laag. De onderverdeling in zes kaarteenheden is geheel gebaseerd op de diepteligging van het grondwater die wordt gekarakteriseerd met behulp van de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG). De eenheden 5 en 6 (de hogere gronden) hebben een GHG dieper dan 40 cm en een GLG dieper dan 50 cm -mv. Bij de overige gronden, met een GHG ondieper dan 40 cm zullen in natte periode hoge grondwaterstanden kunnen optreden, plaatselijk zelfs tot boven maaiveld.

2.3 De schematische profielbeschrijvingen

Daar binnen de lagere gronden enerzijds en de hogere gronden anderzijds, onderling slechts weinig verschil in profielopbouw voorkomt, wordt volstaan met twee profielschetsen.

a. De lagere gronden (kaarteenheden 1 t/m 4)

diepte in cm	humus %	leem %	M50 (mediaan)	opmerkingen
0 humeus, zwak lemig, matig fijn zand	4-7	12-17	170	roestig
50 uiterst humusarm, leemarm tot zwak lemig, matig fijn zand	< 1	7-15	170	roestig
110 120 idem, gereduceerd	< 1	10-17	150-200	niet-roestig

Toelichting: Bij de kaarteenheden 3 en 4 komt plaatselijk direct onder het humeuze dek een sterk tot zeer sterk lemige laag voor van 10 à 15 cm dikte. Bij deze kaarteenheden vindt men eveneens plaatselijk grindrijk materiaal in de ondergrond wisselend in diepte en laagdikte.

b. De hogere gronden (kaarteenheden 5 en 6)

diepte in cm	humus %	leem %	M50 (mediaan)	opmerkingen
0 humeus, leemarm tot zwak lemig, matig fijn zand	3-5	10-15	170	-
50 uiterst humusarm, leemarm tot zwak lemig, matig fijn zand	< 1	7-15	170	iets roestig
120				

3. ADVIES VOOR DE AANLEG VAN EEN VOETBALVELD OP DE ONDERZOCHE PERCELEN

3.1 Eisen aan bodem en grasmat

Een voetbalveld dient ten minste tijdens de gehele competitie van augustus tot eind juni bespeelbaar te zijn. De voornaamste factor hierbij is de betreding.

In het algemeen kan men de eis stellen, dat het bodemoppervlak voldoende draagkrachtig moet zijn, niet snel glibberig mag worden of aanleiding mag geven tot plasvorming. Teneinde dit te bereiken moet het bodemprofiel op de juiste wijze zijn of worden opgebouwd en het terrein van een goed ontwateringssysteem worden voorzien.

De bodem moet eveneens een geschikt groeimilieu vormen voor de grasmat en voldoende groei­kracht bezitten zodat de grasmat zich in het speelseizoen bij normaal gebruik van beschadigingen kan herstellen. Deze grasmat dient verder goed gesloten en tredvast te zijn en over voldoende veerkracht te beschikken. Dit is temeer van belang als er geen z.g. "gesloten seizoen" voorkomt, waarin herstelwerkzaamheden kunnen plaatsvinden b.v. wanneer een zomeravondcompetitie wordt gespeeld.

Tenslotte wordt aan een voetbalveld de eis van een blijvend vlakke maaivelds­ligging gesteld.

3.2 Werkwijze bij aanleg en inzaai

De in de voorgaande hoofdstukken vermelde resultaten van het bodemkundig en hydrologisch onderzoek en de in paragraaf 3.1 opgesomde eisen vormen de gegevens, waarop het advies voor de aanleg en inzaai is gebaseerd.

Van te voren dienen echter twee belangrijke punten bij deze werkzaamheden te worden vermeld:

1. Teneinde structuurverval in de gronden zoveel mogelijk te beperken, dienen alle werkzaamheden onder droge omstandigheden, zowel wat de grond als het weer betreft, te worden uitgevoerd.
2. De werkzaamheden dienen door ervaren mensen te worden verricht, onder deskundige leiding en toezicht.

3.2.1 Afwatering

Alvorens met grondbewerking of ontwatering te beginnen is het noodzakelijk de afwatering in orde te brengen. Onder afwatering wordt verstaan het ontlasten van een gebied van water door open watergangen, zoals sloten en dergelijke.

Uit het onderzoek is gebleken dat de waterstand vooral in de winter hoog is. Tijdens de aanleg van het veld dient het grondwaterpeil verlaagd te worden tot 100 cm -mv. Om dit te bereiken is het noodzakelijk dat de afwateringssloot tussen de noordelijke en zuidelijke velden reeds wordt gegraven voordat met de overige uit te voeren grondbewerkingen wordt begonnen. Deze sloot zal voldoende diep moeten zijn (afhankelijk van o.a. maaiveldsligging en draaindiepte) en van een betuining worden voorzien (drijfzand).

3.2.2 Grondbewerking

De voornaamste grondbewerkingen die moeten worden uitgevoerd zijn de egalisatie en het dichten van enkele greppels.

Een diepe grondbewerking is niet aan te bevelen. Dit ter voorkoming van ongelijke nazakking, in verband waarmee ook de spitdiepte zoveel mogelijk gelijk dient te zijn.

Het vrijkomende humusarme zand uit de te graven sloot moet bewaard blijven. Het kan later worden gebruikt voor de verschraling van de velden.

Alvorens men tot egalisatie van de terreinen overgaat dient de oude graszode te worden gefreesd. De egalisatie dient zo te worden uitgevoerd dat \pm 30 cm humeus zand als bovenlaag behouden blijft. Mocht dit plaatselijk niet zonder meer mogelijk zijn, dan moet eerst de bovengrond opzij worden gezet, de ondergrond worden geëgaliseerd en daarna de bovenlaag weer worden aangebracht. Door de velden op verschillend niveau aan te leggen, aangepast aan de huidige hoogteligging, kan het grondverzet sterk worden beperkt, in het bijzonder wanneer een bepaald verhang wordt aangehouden, het z.g. aanleggen op "één oor".

Het verdient aanbeveling de werkzaamheden met een dragline uit te voeren, zodat de nieuwe, geëgaliseerde bovenlaag zo min mogelijk wordt bereden. Het gebruik van een bulldozer moet worden ontraden teneinde een sterke verdichting van de losse grond te voorkomen. Hierdoor kan nl. stagnatie in de verticale waterbeweging en ongelijke nazakking optreden. Voor een eventueel grondtransport over langere afstand gebruikte men dan ook bij voorkeur de z.g. monorail of voertuigen met brede luchtbanden.

3.2.3 Ontwatering

Gebleken is dat de gemiddelde hoogste grondwaterstand op de meeste plaatsen te hoog is voor voetbalvelden. Een verlaging door middel van drainage is derhalve noodzakelijk. Als drainagecriterium voor sportvelden wordt aangenomen 15 mm/etmaal bij een minimale drooglegging van 60 cm -mv.

Gezien de ligging van het terrein en de te projecteren sloot, midden door het complex, is een samengestelde drainage niet noodzakelijk. Men kan met de drainage vanuit het noordoosten en het zuidwesten beginnen en de drains rechtstreeks laten uitmonden in genoemde sloot. Ook in de winterperiode dient men door middel van een onderbemaling het slootwaterpeil beneden de uitmonding van de drains te handhaven. Dit kan vooral noodzakelijk zijn bij een hoge waterstand van de Eem. Aan de westzijde van de sloot moet dan ook een stuw of dam worden geplaatst met een schuif zodat men kan beletten dat bij hoge standen water binnendringt. Bovendien kan in de zomer bij lage waterstanden het uitstromen worden voorkomen. Bij het afvoeren van overtollig water in regenrijke perioden kan men gebruik maken van een pomp, die het water over de dam in de afvoersloot brengt.

De drainreeksen zullen ± 80 cm onder het toekomstige maaiveld moeten liggen met een onderlinge afstand van 6 m. Het verval dient ± 10 cm te zijn over een afstand van 100 m.

Als drainagemateriaal kan men in deze gronden zowel plastic drains als aarden buizen met kraag ($\emptyset 5$ cm) gebruiken. Als afdekkings- of omhullingsmateriaal voor de drains is turfmoalm of turfmoalbandage het meest geschikt. Mogelijke verstoppingen door indringende wortels onder de beplantingsstroken zijn te voorkomen door in deze stroken plastic buizen zonder zaagsneden te gebruiken.

Voor de duurzaamheid van een drainage is, naast de juiste aanleg, regelmatig onderhoud noodzakelijk. Dit onderhoud bestaat onder andere in het regelmatig controleren van de eindbuizen i.v.m. verstopping, verzakking of beschadiging. Bij het niet goed functioneren ten gevolge van verstopping door indringende plantenwortels of zand- en ijzerafzetting in de drainreeksen, kan men deze door (laten) spuiten. IJzerafzetting in de buizen treedt meestal op in de eerste jaren na de aanleg, zodat tijdig controleren (vooral niet later dan twee jaar na de aanleg) en eventueel doorspuiten wenselijk is. Alleen in natte perioden is een controle op het goed functioneren van de drainreeksen mogelijk.

3.2.4 Egalisatie van de bovenlaag

Nadat de groundbewerking en de ontwatering hebben plaatsgehad, zal nog een vrij lichte egalisatie van de bovenlaag moeten plaatsvinden. Deze egalisatiewerkzaamheden kunnen het beste worden uitgevoerd met een z.g. landleveler, waarmee men oneffenheden op enige afstand kan wegwerken (niet met een bulldozer i.v.m. verdichting

van de toplaag).

Na genoemde bewerking moet een periode van 3 à 6 maanden worden aangehouden, alvorens het grasmengsel in te zaaien. Ongelijke nazakingen kunnen dan alsnog worden weggewerkt. Na het inzaaien is het vrijwel onmogelijk het veld met eenvoudige maatregelen na te egaliseren. Tijdens deze rustperiode kan men eventueel een groenbemester van een vlinderbloemig gewas inzaaien (lupine, wikke, serradella).

3.2.5 Verschraling

Uit het onderzoek is gebleken dat de bovenlaag te veel organische stof en leem bevat om aan de gestelde eisen voor een toplaag van voetbalvelden te voldoen. Verschraling met zand is dan ook noodzakelijk. Het beste resultaat wordt verkregen met zand dat een mediaan (M50) heeft van 150-180 µm en dat geen klei, leem, humus of grind bevat.

Teneinde een zandlaag met een gelijkmatige dikte te kunnen aanbrengen is een vlakke ligging van het terrein noodzakelijk. Men moet er van uitgaan dat het zand bestemd is voor verschraling van de toplaag en niet voor het vlak maken van het speelveld.

Men kan de bezandingslaag in één keer aanbrengen in een laagdikte van 5 cm en daarna door middel van een rotor- of schudeg zeer licht doorwerken tot een diepte van maximaal 10 cm. Daarna dient men jaarlijks door middel van dressen een zandlaagje aan te brengen, dit in verband met het te vet worden van de toplaag, door o.a. de activiteiten van wormen.

Voor de aanvoer van zand is het gebruik van voertuigen met hoge wiieldruk, die diepe sporen achterlaten ongewenst, omdat hierdoor de vlakke ligging van het maaiveld wordt verstoord. De steeds meer gebruikte monorail geeft de beste resultaten en vraagt ook minder handkracht.

Teneinde voor het onderhoud (dressen) van de speelvelden over voldoende verschralingszand te kunnen beschikken is het wenselijk een zanddepot aan te leggen in de onmiddellijke omgeving van het sportveldencomplex.

3.2.6 Bemesting

Door verschraling en verwerking van de bovenlaag is deze arm geworden aan plantenvoedende stoffen. Een aanvulling in de vorm van een organische bemesting moet echter ten sterkste worden ontraden. Een te hoog organische-stofgehalte in de toplaag bevordert de wormenactiviteit en het glad worden van het veld, terwijl de door-

latendheid erdoor wordt verminderd. Teneinde toch in de ontstane behoefte te voorzien wordt als basisbemesting per ha \pm 2500 kg Thomas-slakkenmeel en, afhankelijk van de pH-KCl, een bepaalde hoeveelheid Mg-houdende kalkmeststof met 50 % zuurbindende bestanddelen aanbevolen. Omdat fosfaat en kalk zich moeilijk in de grond verplaatsen is het noodzakelijk de helft van de benodigde hoeveelheid van deze meststoffen vóór de bezanding te strooien en door middel van een schudeg met een deel van de oorspronkelijke bovenlaag te vermengen. Het andere gedeelte strooit men na de bezanding en werkt men met de zandlaag door.

Teneinde de juiste hoeveelheid kali en stikstof te kunnen toedienen is een grondonderzoek van de nieuwe toplaag (tot \pm 10 cm) gewenst. De stikstof- en kalimestoffen kunnen vlak voor het inzaaien worden gestrooid en behoeven niet te worden doorgewerkt.

Een goede grasgroei, waardoor vrij snel een stevige zode ontstaat, kan men bevorderen door een regelmatige stikstofgift tijdens het groeiseizoen, doch liefst niet later dan half augustus, b.v. 40 kg zuivere stikstof direct vóór of na het inzaaien, 30 kg drie weken later en 20 kg na de eerste en tweede keer maaien. Alle hoeveelheden gelden per ha; de toe te dienen hoeveelheid is echter afhankelijk van groei en kleur van het gras en de samenstelling van het grasmengsel.

3.2.7 Af-egaliseratie

Voor het inzaaien moet nog een af-egaliseratie plaatsvinden, waarbij alle kleine oneffenheden worden weggewerkt.

De beste resultaten worden verkregen met een hark. Bij gebruik van een sleep zal een tractor, of een ander voertuig, noodzakelijk zijn waardoor sporen ontstaan. Het is dan gewenst de tractor van kooiwielen te voorzien.

3.2.8 Het grasmengsel

De samenstelling van het grasmengsel is sterk afhankelijk van de tijd van inzaai en het tijdstip waarop de nieuwe grasmat bespeelbaar moet zijn.

Teneinde een sterke grasmat te verkrijgen dient Engels raaigras of veldbeemdgras in voldoende mate in het mengsel aanwezig te zijn. Verder kan men in het mengsel ook Timothee en eventueel Fiorin opnemen. De juiste samenstelling van het mengsel dient kort voor de inzaai in overleg met deskundigen te worden vastgesteld.

Voor de wijze van inzaaien en onderhoud van de velden wordt verwezen naar de geadviseerde literatuur.

4. GEADVISEERDE LITERATUUR BIJ AANLEG EN ONDERHOUD VAN
SPORTVELDEN

- Bremekamp, H.A. 1953 Handleiding voor aanleg en onderhoud van voetbalvelden.
Uitgave van de KNVB.
- Klaar, L.E.M. 1966 Bodem en grasmat van sportvelden, betreden van gazons, speelweiden en kampeerterreinen.
Uitgave Grontmij N.V., De Bilt.
- Touwen, L. en 1964 Sportvelden.
W. Versteeg Tijdschrift Kon. Ned. Heidemij.
Jaargang 75, blz. 295-302, 353-360, 427-430, 524-527, 615-616.
- Werkgroep NSF-KNVB-KNHM 1969 Sportveldenonderzoek.
Verslag van een onderzoek naar de aanleg en het onderhoud, de ontwikkeling en de bruikbaarheid van 9 sportvelden gedurende de eerste 5 jaar.

BIBLIOTHEEK
STADIALE EN SPORT