



Onkruidpreventie op verhardingen

Rapportage over resultaten project Verhardingen 1 2003-2005
LNV-DWK programma 397V

Marleen Riemens, Roel Groeneveld & André Uffing





Onkruidpreventie op verhardingen

Rapportage over resultaten project Verhardingen 1 2003-2005
LNV-DWK programma 397V

Marleen Riemens, Roel Groeneveld & André Uffing

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding, doelstelling en aanpak	1
1.1 Inleiding en doelstelling	1
1.2 Aanpak	1
2. Perspectiefvolle materialen t.a.v. onkruidwerendheid	3
2.1 Asfalt met print (Streetprint®)	3
2.2 Verkeersplaten met print	3
2.2.1 Pressplate® verkeersplaten	3
2.2.2 Esticon® betonplaten	4
2.2.3 Pressplate® Printbeton	4
2.3 Voegvullingen	5
2.3.1 Streetprotection	5
2.3.2 Geobind voegvullingen	5
2.3.3 Promaq® voegvullingen	6
2.4 Waterdoorlatende bestrating	6
2.4.1 Verhardingselementen met drainage openingen	7
2.4.1.1 Rona® nokstone	7
2.4.1.2 Gireau-Filstenen®	7
2.4.2 Grasroosters	8
2.4.2.1 Aquagreen ecologische grasroosters	8
2.4.2.2 Slimblock kunststof grastegel	8
2.4.2.3 Dieren Ecoraster grasroosters	8
2.4.3 Poreuze betonstraatstenen	9
2.4.4 Grasbetonblokken	9
3. Pilotproef	11
3.1 Behandelingen	12
3.1.1 2003	12
3.1.2 2004	12
3.1.3 2005	12
3.2 Resultaten	12
3.2.1 2003	12
3.2.2 2004	12
3.2.3 2005	14
3.3 Conclusies en aanbevelingen	16
Bijlage I. Proefopzet 2003	1 p.
Bijlage II. Proefopzet 2004	1 p.
Bijlage III. Onkruidsoorten op de verhardingen	1 p.
Bijlage IV. Foto's verhardingsmaterialen	3 pp.

1. Inleiding, doelstelling en aanpak

1.1 Inleiding en doelstelling

Onkruid in verhardingen is een hardnekkig probleem voor de beheerder. Behalve de effecten op de verkeersveiligheid is ook de belevingswaarde van de omgeving in het geding en de bereikbaarheid van verhardingen voor onderhoud. Deze factoren maken dat onkruidgroei slechts in beperkte mate geaccepteerd kan worden en onkruidbestrijding noodzakelijk is.

Ondanks de vraag om een vrijwillige beperking van het gebruik van herbiciden op verhardingen van de overheid, het publiek, afvalwaterzuiveringen en waterleidingbedrijven worden deze kruiden in verreweg de meeste gemeenten chemisch bestreden. De voornaamste reden hiervoor is dat deze methode 3 tot 5 maal goedkoper is dan de beschikbare alternatieven zoals branden, stomen en borstelen. Daarnaast spelen factoren zoals het doorgaans groenere straatbeeld, de lagere arbeidsproductiviteit, onbereikbaarheid van bepaalde plekken (obstakels) en twijfel over de milieuwinst in verband met het hogere energieverbruik van deze methoden een rol. Deze bestrijdingsstrategieën hebben gemeenschappelijk dat ze gericht zijn op symptoombestrijding; ze bestrijden reeds aanwezige begroeiing. Goede preventieve maatregelen kunnen problemen met onkruiden voorkomen of sterk verminderen en daarmee een bijdrage leveren aan een lagere milieubelasting en kostenbesparingen voor het beheer.

In 1997 is er door het CROW een ideeënboek voor onkruidwerende constructies van elementenverhardingen uitgebracht (publicatie 119).

In deze publicatie staan richtlijnen met betrekking tot het ontwerpen van onkruidwerende elementverhardingen.

Daarin worden de volgende punten genoemd:

- Let op het gebruik en de gebruiksfrequentie van de verhardingen. Verhardingen moeten niet een onnodig groot oppervlak bestrijken, niet functionele verhardingen moeten worden vermeden of verwijderd.
- Voorkom zo veel mogelijk latere opbrekingen. De ondergrondse infrastructuur en de verharding moeten zodanig worden aangelegd dat opbrekingen zo min mogelijk verstoring van de verharding teweeg zal brengen.
- Maak gebruik van verhardingsmateriaal en aansluitingen bij straatmeubilair met minder open ruimten.
- Zorg voor een stevig verband en een goede fundering, afgestemd op het gebruik.
- Maak de verharding goed te onderhouden door zo min mogelijk hoeken, randen en gaten in het oppervlak van de verharding te creëren.
- Let op de keuze van beplanting, zoals boomsoorten die weinig onderhoud vergen en ook niet zo snel voor overlast zullen zorgen.

Informatie over de mate waarin bepaalde materialen in staat zijn onkruidgroei te weren dan wel gedurende een bepaalde periode uit te stellen ontbreekt echter.

Doelstelling van dit project is:

- Toetsen van diverse bestaande verhardingsmaterialen die perspectief bieden tav onkruidwerendheid alsmede functionaliteit en esthetische waarde op onafhankelijke wijze.

1.2 Aanpak

Om de hier boven beschreven doelstelling te bereiken, is in dit project gekozen voor de volgende aanpak. Allereerst is gestart met de integratie van civieltechnische en onkruidkundige kennis. Aspecten waar een verharding aan moet voldoen om goed te kunnen functioneren, zoals de waterdoorlaatbaarheid, opbreekbaarheid, verkeersbelasting en uiterlijk van een verharding moeten worden geïntegreerd met aspecten die van belang zijn wanneer men onkruidgroei op de verharding wil voorkomen. Dan moet gedacht worden aan zaken die nodig zijn tijdens de levenscyclus van de plant zoals ruimte, rust, substraat, water en voedingsstoffen.

Tijdens het voorloperprogramma is er reeds enig overleg geweest, zijn beurzen (Urban Planning, Amsterdam) bezocht, en workshops (CROW, november 2002) bijgewoond en heeft kennisuitwisseling plaatsgevonden met producenten, ontwerpers en beheerders om de civieltechnische en onkruidkundige kennis op een rijtje te zetten. Tijdens dit project is hier een vervolg aangegeven middels gesprekken met producenten, de CROW, gemeenten en provincies en is een workshop georganiseerd rond het Thema 'Onkruidpreventie op verhardingen' op 6 juni 2004 waar beheerders en ontwerpers van gemeenten, onderzoekers en producenten elkaar informeerden over de (on)mogelijkheden van onkruidpreventie op verhardingen.

Vervolgens is een aantal verhardingen die perspectiefvol zouden kunnen zijn m.b.t. onkruidwerendheid dan wel in bepaalde specifieke situaties, zoals wanneer een zeer hoge waterdoorlaatbaarheid gewenst is, op een rijtje gezet. Deze staan beschreven in hoofdstuk 2.

2. **Perspectievolle materialen t.a.v. onkruidwerendheid**

In dit hoofdstuk zijn verhardingstypen genoemd die naar verwachting sterk onkruidwerend zijn. Daarnaast zijn een aantal sterk waterdoorlatende verhardingen genoemd.

2.1 **Asfalt met print (Streetprint®)**

Door het aanbrengen van patronen in asfalt kan op plaatsen waar eigenlijk de uitstraling van een klinkerbestrating of bijvoorbeeld een traditionele stoeptegels op een trottoir gewenst is, toch een voegloze verharding aangelegd worden. Voor het aanbrengen van Streetprint® zijn twee technieken beschikbaar; het aanbrengen van de print direct achter de asfaltspreidmachine en het aanbrengen met de opwarm methode (reheat).

Met een asfaltspreidmachine wordt de asfaltdeklaag aangebracht, die licht wordt afgewalst met een kleine tandemwals. Vervolgens legt de printploeg direct daarachter stalen matten met het gewenste patroon op het nog warme asfalt. Met trilplaten worden de matten in het warme asfalt getrild. Het intrillen stopt wanneer de matten voldoende diep in het asfalt zijn weggedrukt.

Bij de opwarm-methode wordt het asfalt opgewarmd tot een temperatuur van ca. 110° C met een verwarmingsapparaat, in het geval van Streetprint® met de SR-60 reheater. Vervolgens worden de matten met printpatroon aangebracht en ingetrild. De matten bestaan uit roestvrijstalen kabels met een dikte van 9 mm.

Het aanbrengen van prints geeft het beste resultaat in dicht asfaltbeton. Eventueel kan er ook gebruik worden gemaakt van gekleurd asfalt. Kleur kan ook aangebracht worden op dicht asfaltbeton en gietasfalt in de vorm van een coating. De coating is bij frequent gebruik echter wel aan slijtage onderhevig.

Bij nieuwe aanleg kan het beste gebruik gemaakt worden van het direct aanbrengen van de print achter de asfaltspreidmachine; de dagproductie ligt dan op 1000-1200 m² per dag.



Afbeelding 1. Voorbeeld Streetprint® in keperverband rond obstakel. Foto: StreetprintNederland, 2004.

2.2 **Verkeersplaten met print**

2.2.1 **Pressplate® verkeersplaten**

Pressplate® verkeersplaten zijn betonplaten die opneembaar en herplaatsbaar zijn. Ze kunnen geleverd worden in allerlei kleuren en prints. Ze zijn geschikt voor belasting door zwaar tot zeer zwaar verkeer.

2.2.2 Esticon® betonplaten

Deze betonplaat is net als de Pressplate verkeersplaat opneembaar en herplaatsbaar. Esticon® is bestand tegen de zwaarste belastingen met de hoogste intensiteit, zoals bouwverkeer en kranen. Vrachtwagens van meer dan 45 ton kunnen van deze verharding gebruik maken. Ook zware puntsbelasting en bizarre weersomstandigheden vormen geen probleem voor de plaat. De plaat is verkrijgbaar in de standaardafmeting van 2 x 2 meter, daarnaast kunnen speciale afmetingen, kleuren en vormen besteld worden. Afhankelijk van de belasting zijn verschillende diktes verkrijgbaar.



Afbeelding 2. Esticon® betonplaat. Foto: Plant Research International.

2.2.3 Pressplate® Printbeton

Printbeton is geschikt voor locaties waar betonplaten niet toe te passen zijn, zoals op verkeersgeleiders. Het beton wordt op de juiste plek aangebracht en ter plekke wordt de gewenste print in het beton aangebracht. Printbeton kan net als de Pressplate® verkeersplaten in diverse kleuren en prints geleverd worden.



Afbeelding 3. Verkeersgeleider met Pressplate® printbeton. Foto: Pressplate B.V.

2.3 Voegvullingen

Bij veel verhardingen vormen de voegen een probleem voor de onkruidgroei. Door de voegen met voegmiddelen te vullen, kan dit probleem preventief te lijf worden gegaan. Sommige typen voegmiddelen laten water en gassen door waardoor hemelwater toch afgevoerd kan worden en uitwisseling van gassen tussen bodem en lucht mogelijk is.

2.3.1 Streetprotection

Streetprotection is een product op waterbasis dat in opgeloste vorm aangebracht wordt in voegen. Voegen worden na aanleg van de verharding eerst ingeveegd met droog brekerzand en vervolgens kan met een gieter of voor grotere oppervlakten met een drukspuit Streetprotection aangebracht worden. Over de samenstelling kan de fabrikant geen verdere mededelingen doen.



Afbeelding 4. Streetprotection voegvulling van Pressplate®. Foto: Pressplate® 2004.

2.3.2 Geobind voegvullingen

Er worden verschillende type voegvullingen geleverd, voor diverse typen verkeersbelasting: Geomix, Geoply® en Samco 88.

Geomix is een licht hydraulische voegvulling welke toegepast wordt bij een belasting door voetgangers, personenautoverkeer en langzaam rollend zwaarverkeer, waar niet intensief gereinigd wordt. Geomix bevat porfierbrekerzand (0-2 mm), porfier steenslag (2-6 mm) en LD-mix (0-8 mm). De LD-mix bestaat uit 90% m/m LD staalslak en 10% m/m gegranuleerde hoogovenslak.



Afbeelding 5. Klinkers met Geomix voegvulling (links) en klinkers met een standaard brekerzand voegvulling (rechts), twee jaar na aanleg. Foto's proefveld: Plant Research International.

Geoply® is een hoogwaardige polymeer gebonden voegvulling welke toegepast wordt bij een belasting door voetgangers, personenautoverkeer en langzaam rollend zwaarverkeer, waar wel intensief gereinigd wordt. De voegvulling is aan te brengen bij de nieuwe aanleg van verhardingen, voegen in bestaande verhardingen kunnen echter ook alsnog gevoegd worden met Geoply®.

Samco 88 is een hoogwaardige voegmortel op basis van portlandcement en natuurlijk Bergeller kwartszand. Afhankelijk van de gekozen constructieopbouw en verhardingselementen is het mogelijk om belastingen van 50 ton zwaar verkeer te dragen en de bestrating zeer intensief te reinigen. Door gebruik te maken van speciale toevoegingen, kan de mortel gebruikt worden in speciale situaties, zoals snel te belasten constructies (volledige belasting is mogelijk 48 uur na oplevering). De buigsterkte is na 28 dagen 7,0 N/mm², de druktsterkte is na 28 dagen 42,9 N/mm², de wegzoutbestendigheid is 200g/m².

Vers gevoegde oppervlakken moeten beschermd worden tegen mogelijke vorstindringing.

2.3.3 Promaq® voegvullingen

Er zijn 5 verschillende Promaq® voegmortels verkrijgbaar voor professioneel gebruik: Promaq Drain, Promaq A2000, Promaq A3, Promaq traffic A1 en Promaq traffic A2. Deze voegmortels bestaan allen uit 2-componenten epoxyhars.

Tabel 1. Promaq voegvullingen

	Promaq Drain	Promaq A2000	Promaq A3	Promaq traffic A1	Promaq traffic A2
Verkeersbelasting	Licht	Midden tot zwaar	Middelzwaar	Zwaar	Zwaar
Waterdoorlaatbaarheid	298l/m ² /min	Matig	Gering	Gering	Gering
Voegbreedte vanaf	5 mm	5 mm	5 mm	8 mm	8 mm
Materiaal	2-componenten epoxyhars	2-componenten epoxyhars	2-componenten epoxyhars	2-componenten epoxyhars	2-componenten epoxyhars

Promaq® voegmortels zijn allemaal bestand tegen strooizout, elke borstel- en veegmachine en hogedrukreinigers.

2.4 Waterdoorlatende bestrating

Voor het uitvoeren van waterdoorlatende verhardingen zijn er meerdere mogelijkheden:

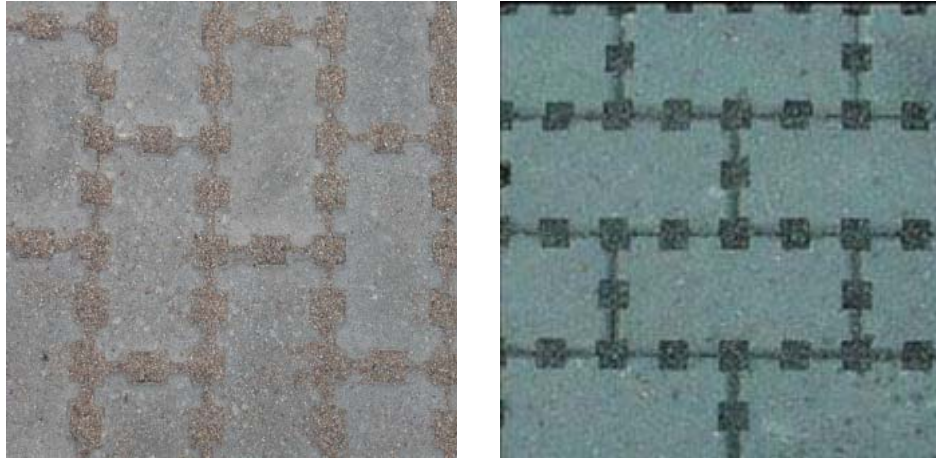
1. verhardingselementen met drainage-openingen. Het gaat hierbij om klassieke betonstraatstenen die van uitsparingen voorzien zijn. Door de openingen kan het hemelwater infiltreren.
2. verhardingen met verbrede voegen. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om standaard betonstraatstenen die voorzien zijn van afstandhouders waardoor de voeg die ontstaat breder is en meer hemelwater kan doorlaten.
3. Poreuze verhardingen. Hier kan gedacht worden aan poreuze betonstraatstenen die over het totale volume waterdoorlatend zijn. De open structuur wordt verkregen door gebruik te maken van een specifieke betonsamenstelling.
4. Halfharde verhardingen. Bijvoorbeeld grasbetontegels of kunststof grastegels.

(Febestral, 2004)

2.4.1 Verhardingselementen met drainage openingen

2.4.1.1 Rona® nokstone

Rona® nokstones hebben de afmetingen 21x 10.5x 8 cm en hebben gemiddeld 13% open ruimte middels het kantelenprofiel. Ze zijn in diverse kleuren leverbaar, zie foto. Daarnaast kunnen de ruimtes tussen de stenen gevuld worden met steenslagvullingen Rona® biogrit. Biogrit zijn gemalen schelpen, afkomstig uit de Noordzee.



*Afbeelding 6. Rona® nokstone met biogrit voegvulling (links) en Rona nokstone met split voegvulling (rechts).
Foto links: Plant Research International, foto rechts: Altena weg- en waterbouw B.V.*

2.4.1.2 Gireau-Filstenen®

Deze betonstraatstenen hebben sleuven aan de zijkant die zorgen voor de waterdoorlatendheid. De stenen kunnen, afhankelijk van de ondergrond tot 500 l/s/ha hemelwater verwerken.

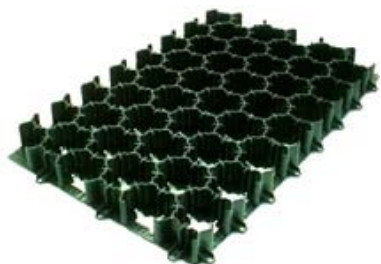


Afbeelding 7. Gireau-Filstenen® ingeveegd met brekerzand. Foto: Giverbo B.V.

2.4.2 Grasroosters

2.4.2.1 Aquagreen ecologische grasroosters

Aquagreen ecologische grasroosters worden vervaardigd van HDPE polyethyleen met een hoge materiaaldichtheid. Er zijn twee afmetingen, maxima plus (534x 345x 46 mm) en de standaard plus (348x 335x 46 mm). De roosters zijn op maat te knippen en te zagen en zijn licht in gewicht. Het oppervlakte van de grasroosters is met meer dan 95% met gras begroeid.



Afbeelding 8. Aquagreen ecologisch grasrooster. Foto: www.aquagreen.nl.

2.4.2.2 Slimblock kunststof grastegel

Slimblock grastegels bestaan uit een combinatie van gerecycled HDPE en LDPE polyethyleen en hebben een afmeting van 500x500x50 mm (met een afwijking van +0 tot -4%). Het gewicht is ca. 1,5 kg per tegel en zijn net als de Aquagreen roosters op maat te zagen. Het open oppervlak is meer dan 90% en het horizontaal drainerend oppervlak >10%. De druksterkte is 2100 kN/m², mits opgevuld. De kleur is groen of zwart. De tegels zijn voorzien van een pen/gat verbinding en zijn met elkaar verbonden met behulp van kunststof borgwiggen. De tegels zijn zonder kantopsluiting toe te passen en zijn bereikbaar voor zowel vrachtovervoer als personenwagens.



Afbeelding 9. Slimblock kunststof grastegel. Foto: www.slimblock.com.

2.4.2.3 Diederer Ecoraster grasroosters

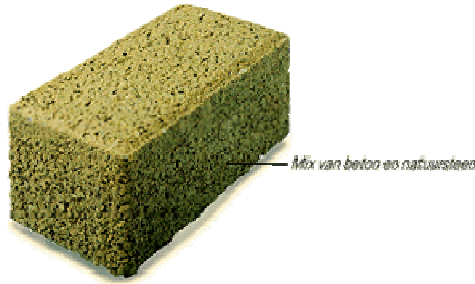
Diederer Ecoraster grasroosters zijn gemaakt van polyethyleen en hebben een afmeting van 333x333x30 of 50 mm. De dikte van het materiaal is 2,8 tot 6 mm en de druksterkte varieert van 150 ton/m² bij 2,8 mm tot 350 ton/m² bij 6 mm. De kleur is zwart. De tegels zijn middels de voet aan elkaar te drukken.

2.4.3 Poreuze betonstraatstenen

De poreuze betonstraatsteen is opgebouwd uit een mengsel van beton en natuursteen. De steen is verkrijgbaar in verschillende maten en kleuren. Door de speciale betonmix is deze betonstraatsteen poreus en waterdoorlatend.

De waterdoorlaatbaarheid van deze steen is 72 liter per vierkante meter per minuut.

Poreuze betonstraatstenen hebben een percentage open ruimte van 100%, omdat dit type over zijn gehele structuur waterdoorlatend is. Deze stenen moeten opgevuld worden met een voegenmateriaal 0,5/1 of 0,5/2. De fractie 0/0,5 moet vermeden worden, omdat de poreuziteit van de stenen dan verloren kan gaan (het ruwe oppervlak kan dan verstopt raken) (Febestral 2004). Voorbeelden zijn de Kelt-drainage steen en de Permeostone.



Afbeelding 10. Kelt drainage steen. Foto: www.kellen-beton.nl.

2.4.4 Grasbetonblokken

Grasbetonblokken zijn betonnen verhardingselementen die bestand zijn tegen een hoge verkeersbelasting. Deze bestratingsmaterialen zijn geschikt voor o.a. parkeerplaatsen en hebben een hoge waterdoorlaatbaarheid. Het zichtbare oppervlak is 15%, de open ruimte 30,8%.



Afbeelding 11. Grasbetonblokken. Foto: Terborg Beton BV.

3. Pilotproef

In 2003 is een pilotproef aangelegd in samenwerking met 2 bedrijven. Doel van de proef is tweeledig:

Ten eerste:

Het beantwoorden van een aantal vragen ten aanzien van onkruidgroei op verhardingen:

- Hoe vindt vestiging van onkruiden plaats. Komen zaden uit de omgeving aanwaaien of is er ook sprake van kiemende zaden uit de ondergrond (zandbed waarin verhardingen gelegd worden). Groeien wortelonkruiden vanuit aangrenzend groen of kunnen ze wel degelijk ook vanuit de ondergrond opkomen?
- Wat is de invloed van de voegbreedte op de vestiging van onkruiden?
- Wat is de invloed van onkruidresten die na bestrijding op de verharding achterblijven; vormen zij een goede voedingsbodem voor nieuw te vestigen kruiden?

En ten tweede:

Het toetsen van verschillende verhardingsmaterialen op hun onkruidwerendheid onder gelijke omstandigheden.

Gekozen is voor de volgende materialen:

- Klinkers met afstandhouders, voeg gevuld met regulier porfiersplit
- Rona nokstone gevuld met biogrid voeg
- Betonstraatstenen
- Rona blocks met biogrid voeg en biogridonderlaag (2 cm)
- Reeds op het terrein aanwezige klinkers met nieuwe Geomix voeg
- Reeds op het terrein aanwezige klinkers met nieuwe voeg gevuld met porfiersplit met lijm
- Reeds op het terrein aanwezige klinkers met voeg met regulier porfiersplit
- Esticonbetonplaten met en zonder voegprint (toegevoegd in 2004)

Er is gekozen voor de aanleg van vijf voegbreedtes, waarbij de extremen in de vorm van grasbetontegels (voeg van 16 cm²) en betonstraatstenen (een zeer kleine voeg) zijn meegenomen. Daarnaast zijn ook betonstenen met een voegruimte variërend van 4 cm² en klinkers met een zeer brede voeg (1,5 cm) meegenomen in de analyse om tot een goed vergelijk van de invloed van de voegbreedte te kunnen komen.

Op reeds aanwezige gebakken klinkers was een behoorlijke bedekking met onkruiden aanwezig bij de aanvang van de proef (Figuur 1). De helft van de bestrating is behandeld met een mix van Reglone en Grammoxone, middelen die alleen bovengrondse delen afbranden en de andere helft is behandeld met Round-up (glyfosaat), een systemisch werkend middel. Bedoeling is om eventuele verschillen in hergroei van kruiden tussen beide behandelingen te bekijken. Vervolgens is over de helft van de met glyfosaat en de helft van de met Reglone+ grammoxone behandelde plotjes, de voegvulling op basis van het polymeergebonden mortel aangebracht (Geomix) om de invloed van deze vulling op de hergroei van de kruiden te vergelijken met een normale voegvulling.



Figuur 1. Begroeiing met onkruiden van reeds aanwezige klinkers op het proefveld bij aanleg van het experiment.

3.1 Behandelingen

3.1.1 2003

Voordat de verhardingen werden aangelegd werden in de helft van het proefveld zaden van de zaadproducerende onkruiden melganzevoet, zwarte nachtschade, straatgras en muur en van het wortelonkruid kweek wortelstokken in de onderlaag aangebracht (2000 zaden/m² en 600 wortelstokken/m²). Deze onkruiden kwamen niet op het proefterrein voor. Aan het einde van het seizoen bestaat zo de mogelijkheid om onkruidgroei vanuit de onderlaag te beoordelen.

3.1.2 2004

In 2004 is in samenwerking met twee gespecialiseerde bedrijven een extra type verharding aangelegd; zogenaamde stelconplaten. Dit zijn betonplaten die met een print van straatstenen geleverd kunnen worden en al dan niet tussen de platen dichtgekit kunnen worden.

In april 2004 zijn zaden van melganzevoet, muur, straatgras en zwarte nachtschade op de helft van de bestrating aangebracht (1000/m²). Op 10 augustus 2004 zijn zowel de gezaaide onkruiden als de onkruiden vanuit de omgeving geteld die kans hebben gezien zich te vestigen op de verhardingen.

3.1.3 2005

In 2005 zijn geen zaden of wortelstokken meer op de verhardingen aangebracht, er is nu gekeken hoeveel onkruiden voorkwamen op de verhardingen die dan wel ingezaaid waren in voorgaande jaren, dan wel uit de omgeving kwamen. Er zijn ook geen wijzigingen aangebracht in de proefopzet zoals voorgaande jaren. De proefopzet 2004 zoals vermeld in Bijlage II is ook op dit jaar van toepassing, m.u.v. de ingezaaide onkruiden.

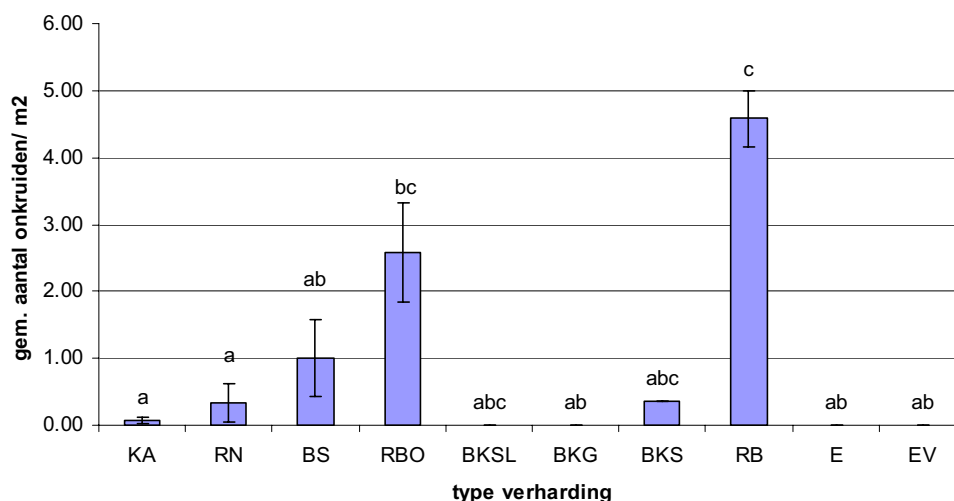
3.2 Resultaten

3.2.1 2003

In 2003 zijn er geen zaadonkruiden gekiemd en zijn er geen wortelonkruiden op de verhardingen gegroeid. Groei van zaadonkruiden en wortelonkruiden vanuit het zandbed lijkt daarmee niet waarschijnlijk. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de hoogte van de verharding een te grote barrière vormt voor de kiemplantjes om het oppervlak en daarmee licht en voldoende vocht te bereiken.

3.2.2 2004

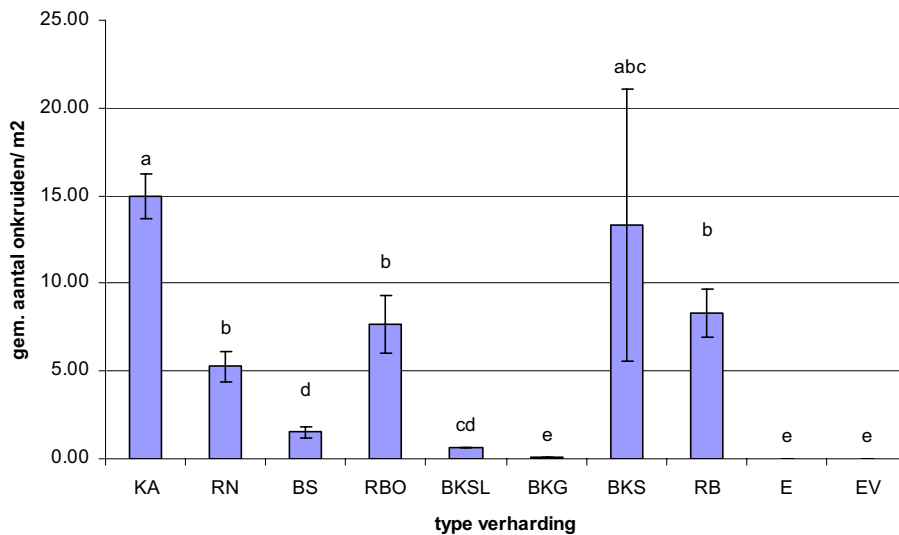
Zoals uit Figuur 2 wel blijkt, was het aantal gekiemde zaden van de gezaaide onkruiden erg laag; gemiddelden varieerden van 0 tot 4,58 planten/m². Op Rona blocks zonder biogrid ondergrond waren significant meer gezaaide onkruiden gekiemd dan op de andere verhardingen (p value < 0.05), op de Rona blocks met biogrid onderlaag en Bestaande klinkers met split na. Verder stonden er significant meer onkruiden op de Rona blocks met biogrid onderlaag dan op de Klinkers met afstandhouders en de Rona nokstones (p -value = 0.006 en p -value < 0.001). Het aantal gekiemde onkruiden is echter zo laag dat hier nog geen zinnige conclusies aan verbonden kunnen worden.



Figuur 2. Gemiddeld aantal gezaaide onkruiden per m² per type verharding. KA= klinkers met afstandhouders, RN= Rona nokstone, BS= betonstraatsteen, RBO= Rona blocks met biogrid ondergrond, BKSL= bestaande klinkers met split en lijm, BKG= bestaande klinkers met Geomix, BKS= bestaande klinkers met split, RB= Rona blocks, E= Esticon, EV= Esticon met voegprint. Verschillende letters geven significante verschillen weer, error bars geven de standard error of the mean aan.

De onkruidsoorten die in staat waren zich vanuit de omgeving op de verhardingen te vestigen, staan vermeld in Bijlage III. Van deze onkruiden was het aantal dat zich op Bestaande Klinkers met een voeg gevuld met Geomix (BKG) kon vestigen significant het laagste (Figuur 3). Aantallen waren significant het hoogste op de Klinkers met Afstandhouders (KA). Dit aantal verschilde niet significant van het aantal op de Bestaande Klinkers met Split (BKS), maar onder deze laatste verharding en tussen de voegen van deze klinkers zat veel organisch materiaal; onkruiden waren hier in 2003 met dan wel reglone of grammoxone doodgespoten en hun resten waren achtergebleven. Dit organisch materiaal heeft zeer waarschijnlijk voor een extra voedingsbodem gezorgd. Dezelfde behandeling hadden de klinkers ondergaan in het plotje met Geomix voegvulling (BKG). Deze voegvulling is dus in staat om al één jaar na aanleg voor significante preventie van onkruidgroei te zorgen in vergelijking met zowel de reguliere voegvulling (BKS) als een combinatie van split gemengd met lijm (BKSL).

Rona nokstones en Rona blocks met Geomix voegvulling konden de onkruidgroei ten opzichte van de klinkers met afstandhouders voor ongeveer 50% voorkomen.



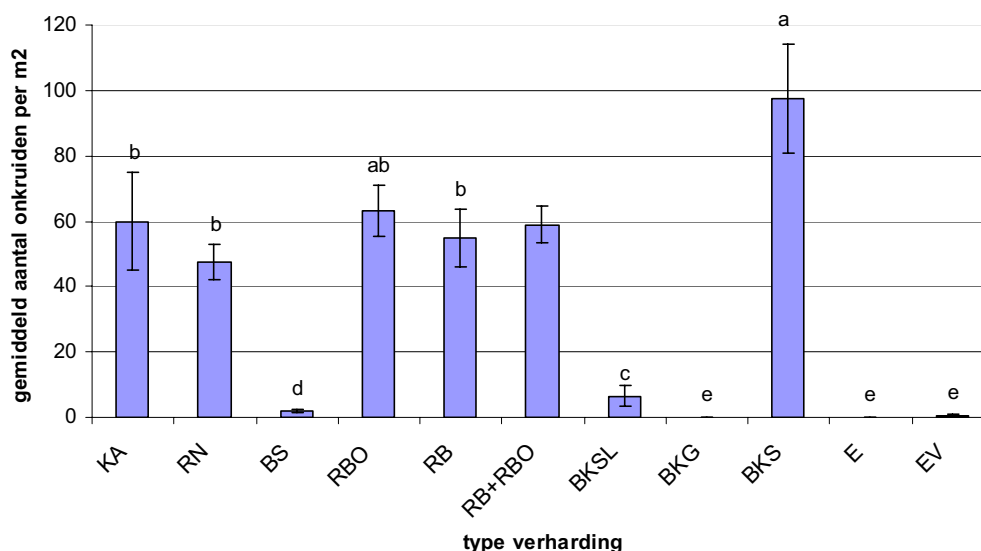
Figuur 3. Gemiddeld aantal niet-gezaaide onkruiden per m² per type verharding. KA= klinkers met afstandhouders, RN= Rona nokstone, BS= betonstraatsteen, RBO= Rona blocks met biogrid ondergrond, BKSL= bestaande klinkers met split en lijm, BKG= bestaande klinkers met Geomix, BKS= bestaande klinkers met split, RB= Rona blocks, E= Esticon, EV= Esticon met voegprint Verschillende letters geven significante verschillen weer, error bars geven de standard error of the mean aan.

Van de onkruidsoorten die vanuit de randen van het proefveld kans zien zich te vestigen was Canadese fijnstraal (*Erigeron canadensis*) de meest succesvolle.

Wel is duidelijk te zien dat veel zaad van buiten het proefveld inwaait. In de omringende percelen staat veel onkruid, waaronder Canadese fijnstraal. Dit onkruid werd veel aangetroffen op de buitenste banen en in mindere mate op de banen meer centraal in het proefveld gelegen. De banen die met chemische middelen zijn behandeld en waar gekeken wordt naar de hergroei vanuit de ondergrond, vertonen duidelijke verschillen.

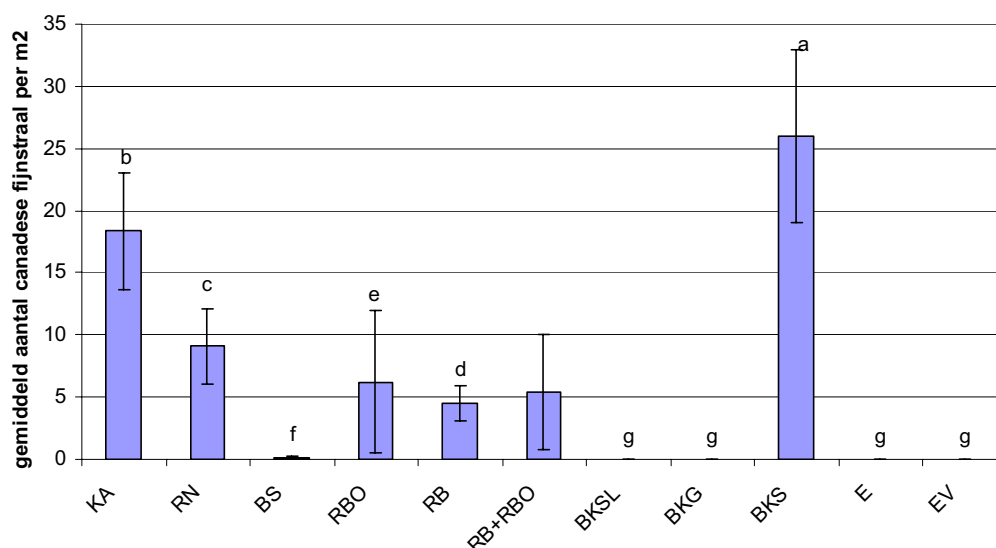
3.2.3 2005

In 2005 zijn er geen onkruiden ingezaaid dan wel wortelstokken aangebracht. De onkruiden die opkwamen waren van zaden die dan wel gezaaid waren in voorgaande jaren dan wel uit de omgeving kwamen. In Figuur 4 staat het totale aantal onkruiden per m² vermeld. In Figuur 5 het aantal Canadese fijnstraal planten. De trend die in 2004 al zichtbaar was, is nu, twee jaar na aanleg, duidelijk zichtbaar geworden. Op de betonplaten en de klinkers met Geomix voegvulling (respectievelijk E, EV en BKG in Figuur 4 en 5) staan de minste tot geen onkruiden. De standaard betonstraatstenen (BS) doen het ook goed, evenals de bestaande klinkers met split en lijm (BKSL), alhoewel deze wel meer onkruidgroei toelaten dan de bestaande klinkers met Geomix (BKG) voeg. De bestaande klinkers met standaard split voeg vertoonden de meeste onkruidgroei. De aanwezige organische laag onder in de voegen en onder de stenen, ontstaan door het doodspuiten van de aanwezige planten, zal hier wellicht aan bijdragen door als voedingsbodem te fungeren. De klinkers met afstandhouders (KA), de Rona nokstones (RN), en de Rona blocks met (RBO) en zonder onderlaag van schelpengrid (RB) vertonen gemiddeld genomen dezelfde onkruiddruk rond de 55 onkruiden per m².



Figuur 4. Gemiddeld totaal aantal onkruiden per m² per type verharding. KA= klinkers met afstandhouders, RN= Rona nokstone, BS= betonstraatsteen, RBO= Rona blocks met biogrid ondergrond, BKSL= bestaande klinkers met split en lijm, BKG= bestaande klinkers met Geomix, BKS= bestaande klinkers met split, RB= Rona blocks, E= Esticon, EV= Esticon met voegprint Verschillende letters geven significante verschillen weer, error bars geven de standard error of the mean aan.

Ook in 2005 werden er weer veel Canadese fijnstraal planten aangetroffen. Om die reden is deze soort er in Figuur 5 uitgelicht. In principe geeft deze soort hetzelfde beeld als het totaal aantal onkruiden. Op de betonplaten (E en EV) en de bestaande klinkers met Geomix (BKG) weinig tot geen planten. Deze soort kwam echter ook niet voor op de bestaande klinkers met split en lijm (BKSL). Verder bleken er ook net wat minder te staan op de Rona nokstones (RN) en Rona blocks (RB) dan op de klinkers met afstandhouders (KA).



Figuur 5. Gemiddeld aantal Canadese fijnstraal per m² per type verharding. KA= klinkers met afstandhouders, RN= Rona nokstone, BS= betonstraatsteen, RBO= Rona blocks met biogrid ondergrond, BKSL= bestaande klinkers met split en lijm, BKG= bestaande klinkers met Geomix, BKS= bestaande klinkers met split, RB= Rona blocks, E= Esticon, EV= Esticon met voegprint Verschillende letters geven significante verschillen weer, error bars geven de standard error of the mean aan.

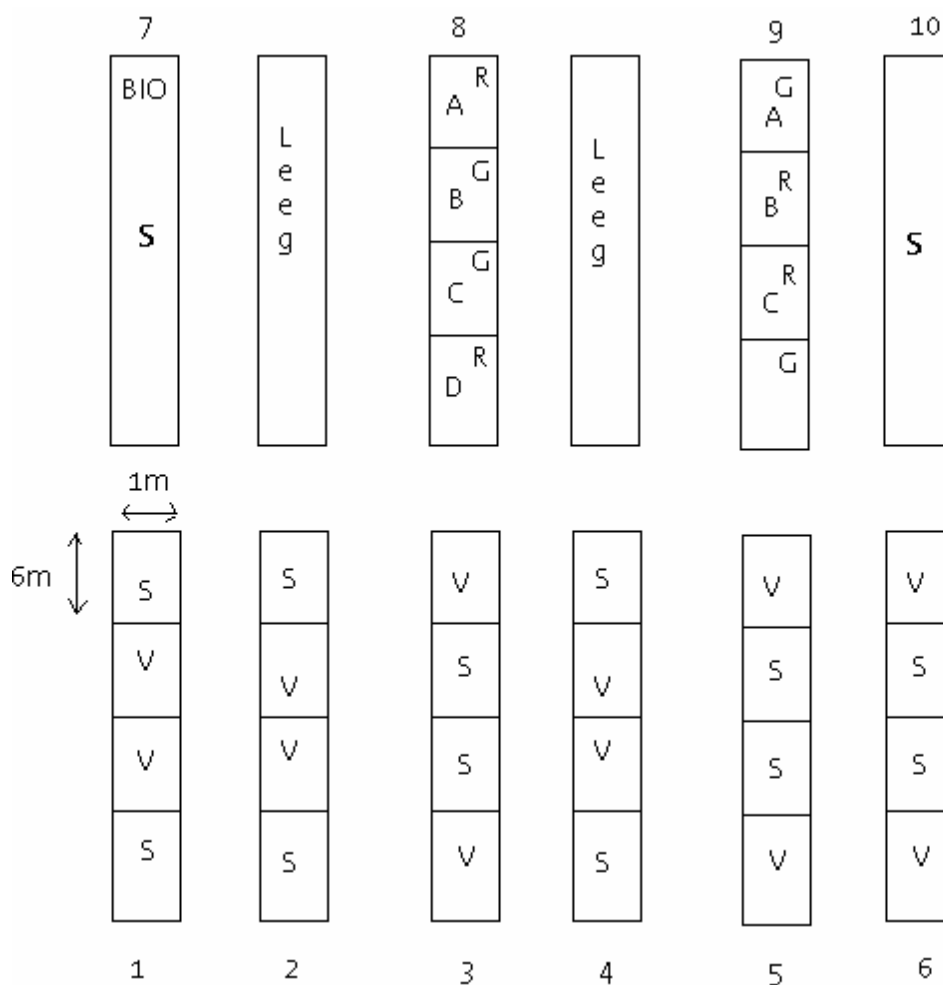
3.3 Conclusies en aanbevelingen

- Wortelstokken en onkruidzaden die in een schoon (dat wil zeggen vrij van ander organisch materiaal) zandbed aanwezig zijn, zullen niet zorgen voor een veronkruiding van een verharding. Vervuiling van de verhardingen komt vanuit de omgeving, van zowel zaadonkruiden als ook wortelonkruiden (grassen).
- Veel organisch materiaal van grote planten zoals wortels, stengels en bladmateriaal dat na chemische bestrijding van de verharding achterblijft, vormt een voedingsbodem voor andere onkruiden en zal bijdragen aan een versnelde veronkruiding van de verharding. Bij herbestrating van verhardingen zal dit materiaal afgevoerd moeten worden.
- Op de betonplaten, aangelegd in 2004, en de Geomix voegvulling, aangelegd in 2003, stonden twee jaar na aanleg de minste onkruiden.
- Door toepassing van een voegmiddel zoals Geomix dan wel een ander mengsel van split en lijm kon de hoge onkruiddruk die ontstond op de klinkers waar geen voegmiddel werd aangebracht en waarop de onkruiden die er stonden chemisch bestreden werden, onderdrukt worden.
- Op de verhardingsmaterialen met een groot open oppervlakte stonden reeds een jaar na aanleg al meer onkruiden dan op verhardingsmaterialen met een zeer kleine voeg.
- Standaard betonstraatstenen onderdrukten de onkruidgroei ook redelijk goed, alhoewel onkruiden hier wel meer kans kregen dan op de materialen met voegmiddelen of zonder voeg (betonplaten).
- De materialen die positief uit deze pilot naar voren kwamen (Geomix voegvulling, betonplaten en betonstraatstenen) moeten getoetst worden in een praktijksituatie waar verkeersbelasting is, en waar een bepaald onkruidbeheersingsregime wordt uitgevoerd. Testen van de materialen op 1 locatie, met dus gelijke weersomstandigheden (relevant voor de onkruidgroei) en verkeersbelasting (relevant voor onkruidgroei en belasting van de verharding) en beheer kan zorg dragen voor een goede vergelijking tussen deze materialen. Aanvulling van een volgende proef met soortgelijke materialen (voegvullingen) om tot een goede onafhankelijke vergelijking te kunnen komen in een praktijksituatie wordt dan ook aanbevolen.

Bijlage I.

Proefopzet 2003

Getoetst is in 2003 het belang van een schone ondergrond, van een schoon zandbed zonder zaden of wortelstokken.



1: Klinkers met afstandhouders (voeg van 1 cm).

2: Rona nokstone met biogrid voeg.

3: Rona nokstone met biogrid voeg.

4: Betonstraatstenen.

5: Betonstraatstenen.

6: Klinker met afstandhouders (voeg van 1 cm).

7: Rona bloks met biogrid voeg en biogridonderlaag.

V= Vuil, met zaden en wortelstokken in het zandbed.

S= Schoon, geen zaadinvoer.

8A+B: Bestaande klinkers met Geomix voeg.

8C+D: Bestaande klinkers met split+lijm voeg.

9A+B: Bestaande klinkers met Geomix voeg.

9C+D: Bestaande klinkers met standaard porfiersplit voeg.

10: Rona bloks met biogrid voeg.

11: Leeg.

12: Leeg.

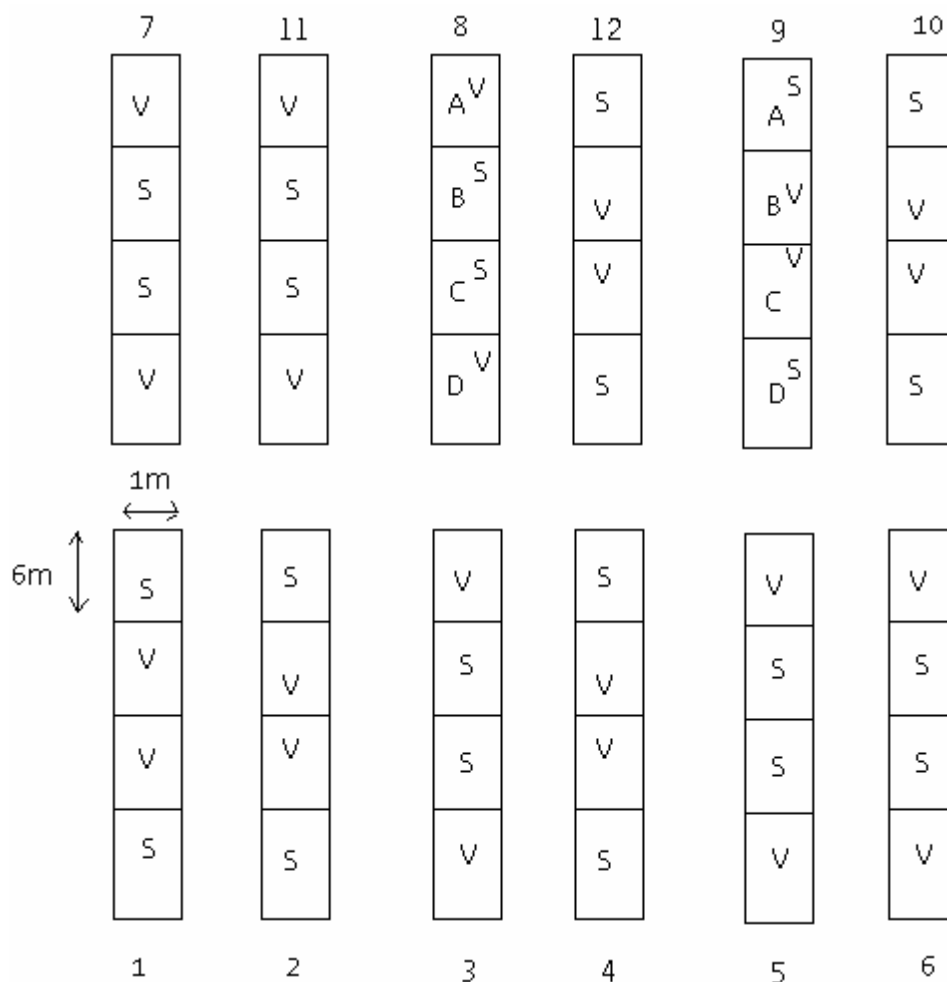
R= Reglone behandeld.

G= Glyfosaat behandeld.

Bijlage II.

Proefopzet 2004

In 2004 is gekeken wat de vestigingskans is van onkruidzaden die op de verhardingen terechtkomen.



1: Klinkers met afstandhouders (voeg van 1 cm).

2: Rona nokstone met biogrid voeg.

3: Rona nokstone met biogrid voeg.

4: Betonstraatstenen.

5: Betonstraatstenen.

6: Klinker met afstandhouders (voeg van 1 cm).

7: Rona bloks met biogrid voeg en biogridonderlaag.

V= Vuil, met bovengrondse zaden toegevoegd.

8A+B: Bestaande klinkers met Geomix voeg.

8C+D: Bestaande klinkers met split+lijm voeg.

9A+B: Bestaande klinkers met Geomix voeg.

9C+D: Bestaande klinkers met standaard porfiersplit voeg.

10: Rona bloks met biogrid voeg.

11: Esticon betonplaten met voegprint en kit tussen platen.

12: Esticon betonplaten zonder voegprint.

S= Schoon, geen zaadinvoer.

Bijlage III.

Onkruidsoorten op de verhardingen

Nederlandse naam	Latijn
Akkermelkdistel	<i>Sonchus arvensis</i>
Akkerviooltje	<i>Viola arvensis</i>
Bijvoet	<i>Artemisia vulgaris</i>
Brede weegbree	<i>Plantago major</i>
Canadese fijnstraal	<i>Erigeron canadensis</i>
Gewone hoornbloem	<i>Cerastium fontanum subsp. vulgare</i>
Draad ereprijs	<i>Veronica filiformis</i>
Gestreepte witbol	<i>Holcus lanatus</i>
Gewone rolklaver	<i>Lotus corniculatus</i>
Glad vingergras	<i>Digitaria ischaemum</i>
Jacobskruid	<i>Senecio jacobea</i>
Klaproos	<i>Papaver rhoeas</i>
Kleefkruid	<i>Galium aparine</i>
Klein kruiskruid	<i>Senecio vulgaris</i>
Korenbloem	<i>Centaurea cyanus</i>
Kruipende boterbloem	<i>Ranunculus repens</i>
Kweek	<i>Elymus repens</i>
Liggend vetmuur	<i>Sagina procumbens</i>
Paardebloem	<i>Taraxacum officinale</i>
Paardestaart/heermoes	<i>Equisetum arvense</i>
Paarse dovenetel	<i>Lamium purpureum</i>
Reigersbek	<i>Erodium cicutarium</i>
Ridderzuring	<i>Rumex obtusifolius</i>
Rietgras	<i>Phalaris arundinacea</i>
Rood zwenkgras	<i>Festuca rubra</i>
Schapezuring	<i>Rumex acetosella</i>
Slipbladige ooievaarsbek	<i>Geranium dissectum</i>
Valse kamille	<i>Anthemis arvensis</i>
Varkensgras	<i>Polygonum aviculare</i>
Wilgenroosje	<i>Epilobium angustifolium</i>
Zandraket	<i>Arabidopsis thaliana</i>
(Rode) klaver	<i>Trifolium pratense</i>

Bijlage IV.

Foto's verhardingsmaterialen



Klinkers met afstandhouders (KA), twee jaar na aanleg.



Rona nockstones (RN), twee jaar na aanleg.



Betonplaten (EV), één jaar na aanleg.



Rona blocks (RB), twee jaar na aanleg.



Geomix voegvulling (BKG, links), twee jaar na aanleg en bestaande klinkers met split (BKS, rechts).



Betonstraatstenen, twee jaar na aanleg.

