



Onkruidbeheer voor betonstraatstenen

Methoden voor een optimaal straatbeeld

Onkruidgroei bestrijden en voorkomen op verhardingen is al langer een belangrijke taak van steden en gemeenten. Niet altijd de gemakkelijkste opdracht, zeker omdat tegenwoordig strenge regels worden toegepast voor het gebruik van herbiciden. Ontwerpers, beheerders, reinigingsdiensten en straatsteenfabrikanten zitten met de handen in het haar als het om onderhoud gaat. Burgers appreciëren het niet wanneer mooie pleintjes in hun stad of gemeente na een tijd vol onkruid staan.

Dat er wel degelijk oplossingen zijn, bewijzen het Opzoekingscentrum voor de wegenbouw (OCW) en de Vakgroep Plantaardige Productie van de UGent. Zij voerden een onderzoek naar verschillende manieren van onkruidbestrijding. BETON geeft de resultaten weer.

Gestion des mauvaises herbes pour les pavés en béton

Méthodes pour un paysage urbain optimal

La lutte contre les mauvaises herbes sur les revêtements est depuis longtemps une mission importante des villes et communes. Ce n'est pas toujours la tâche la plus facile, surtout avec les règles strictes qui sont appliquées actuellement en matière d'utilisation d'herbicides. Les concepteurs, les gestionnaires, les services de nettoyage et les fabricants de pavés s'arrachent les cheveux pour garantir l'entretien. Les citoyens n'apprécient pas quand les belles places de leur ville ou de leur commune sont envahies après quelques temps par les mauvaises herbes.

Le Centre de recherches routières (CRR) et le Vakgroep Plantaardige Productie de l'UGent ont démontré que des solutions existent. Ils ont mené une étude sur les différentes méthodes de lutte contre les mauvaises herbes. BETON communique les résultats.

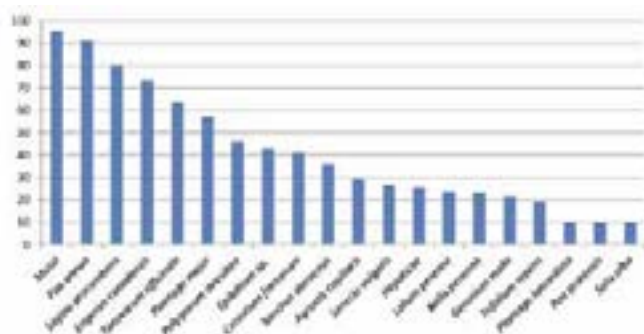
Herbiciden

Iedereen die bij de materie betrokken is, is op de hoogte: Herbiciden mogen in Vlaanderen in principe sinds 2001 niet meer op het openbare domein gebruikt worden. In 2015 is een definitieve stop opgelegd voor alle openbare instellingen, ter bescherming van het oppervlaktewater. Meer zelfs: Ook in het Brusselse Gewest en Wallonië volgt men stilaan deze trend. Veel gemeenten hebben al grote inspanningen geleverd om de nieuwe wetgeving te volgen, maar een aantal belangrijke knelpunten blijft. Er zijn bijvoorbeeld wel alternatieve methoden bekend, maar de kennis over de efficiëntie, over de nodige frequentie en de milieu-impact ontbreekt. Er zijn bovendien ook andere, minder bekende oplossingen: een goed ontwerp, een juiste keuze van voegvullingsmateriaal en een optimale detailafwerking, kunnen onkruidgroei *preventief* verminderen of zelfs indijken. Het onderzoek van OCW in samenwerking met de vakgroep Plantaardige Productie van de UGent werkte op zowel de preventieve als de curatieve fronten.

Onkruidbeheer

Om te beginnen inventariseerden de onderzoekers de verschillende types onkruid die voorkomen op (halfopen) verhardingen in Vlaanderen. Ze bekeken die in relatie tot de omgeving waarin ze groeiden. Hoeveel licht valt er op de begroeiing? Hoe intens wordt de weg gebruikt? Voor welke toepassingen? Ook de technische karakteristieken van de bestrating zelf namen ze in rekening: de voegbreedte van de bestrating, de voegvulling of de waterdoorlatendheid bijvoorbeeld.

Daaruit kwam duidelijk naar voor dat zowel de omgevings- als de technische parameters een rol spelen bij de onkruidgroei. Om onkruid optimaal te beheersen is een geïntegreerd onkruidbeheer - een combinatie van preventieve (ontwerp, uitvoering) en curatieve technieken (branden, borstelen,...) - een must.



Figuur 1 – Veel voorkomende onkruidsoorten op halfopen verhardingen.
Figure 1 – Espèces de mauvaises herbes les plus fréquentes sur les revêtements semi-ouverts.

Door in te spelen op het ontwerp (inclusief materiaalkeuze) kan onkruidgroei sterk verminderd worden, als men dus tenminste weet welke types van onkruiden bestreden moeten worden (zie Figuur 1). Daarbij houdt men best ook rekening met de belangrijkste omgevingsfactoren voor onkruidgroei (bv. gebruiksintensiteit: hoe lager hoe meer risico op veronkruiding) om bijvoorbeeld ook het toekomstig onkruidbeheer hier op af te stemmen. De conclusie is duidelijk: al vanaf het ontwerp van de verharding is het mogelijk om aan onkruidpreventie te doen. U houdt dan best rekening met meerdere, belangrijke ontwerpcriteria zoals correcte dimensionering om verzakkingen en onvlakheid te voorkomen, aanwezigheid van aanliggende groenzones, plaatsing van obstakels in de verharding of afwerking van randen en boorden (zie Figuur 2). Op die manier zal heel wat onkruidgroei preventief vermeden worden.

Herbicides

Toutes les personnes concernées par le sujet sont au courant: En principe, les herbicides ne peuvent plus être utilisés sur le domaine public en Flandre depuis 2001 et, en 2015, il y sera mis définitivement un terme pour toutes les institutions publiques, *afin de protéger les eaux de surface*. Qui plus est, cette tendance est également suivie peu à peu dans la Région de Bruxelles-Capitale et en Wallonie.

De nombreuses communes ont déjà consenti de gros efforts pour appliquer la nouvelle législation. Cependant, il reste un certain nombre de points noirs importants. Des méthodes alternatives existent, mais on en sait encore peu quant à leur efficacité, la fréquence nécessaire et l'impact sur l'environnement. Il existe aussi d'autres solutions moins connues qui permettent de réduire les mauvaises herbes de manière préventive et même d'en éviter la croissance. On peut citer par exemple, une conception, un choix correct du matériau de jointoiement et une finition optimale des détails. Les recherches du CRR, en collaboration avec le Vakgroep Plantaardige Productie de l'UGent, ont été menées tant sur le front préventif que curatif.

Gestion des mauvaises herbes

Pour commencer, les chercheurs ont répertorié les différents types de mauvaises herbes rencontrés sur les revêtements (semi-ouverts) en Flandre. Ils les ont examinées en rapport avec l'environnement dans lequel elles poussaient. À quelle luminosité étaient exposés les végétaux? Quelle était la fréquence d'utilisation de la voirie? Quelles en étaient les applications? Les caractéristiques techniques de la voirie ont également été prises en compte, par exemple la largeur des joints du pavage, le type de matériau de jointoiement ou la perméabilité.

Il en est ressorti que les paramètres tant environnementaux que techniques jouaient un rôle dans la croissance des mauvaises herbes. Si on veut maîtriser les mauvaises herbes de façon optimale, il est indispensable d'assurer une gestion intégrée des mauvaises herbes, c'est-à-dire une combinaison de techniques préventives (conception, exécution) et curatives (flamme, brossage...).



Bladmosen
Bryophytes



Canadese fijnstraal
Erigéron du Canada



Paardenbloem
Pissenlit



Straatgras
Pâturin annuel



Liggende vetmuur
Sagine couchée



Grote weegbree
Grand plantain

La croissance des mauvaises herbes peut être fortement diminuée si on intervient dès la conception (y compris dans le choix des matériaux), à condition d'au moins connaître le types de mauvaises herbes à combattre (voir Figure 1). Il convient également de tenir compte des principaux facteurs environnementaux pour la croissance des mauvaises herbes (par exemple l'intensité d'utilisation: plus elle est faible, plus le risque de mauvaises herbes est important) afin d'y adapter la future gestion des mauvaises herbes. La conclusion est claire: dès la conception du revêtement, il est possible de prévenir l'apparition de mauvaises herbes. Il faut également tenir compte de plusieurs critères de conception importants tels que le dimensionnement correct pour éviter l'affaissement et les inégalités, la présence de verdure adjacente, la pose d'obstacles dans le revêtement ou la finition des bords et des bordures (voir Figure 2). Une proportion importance de la croissance de mauvaises herbes pourra ainsi être évitée préventivement.



Categorie / Catégorie A



Aanliggend Groen / Verdure adjacente



Categorie / Catégorie B



Randafwerking / Finition des bords



Categorie / Catégorie C



Verzakkingen/oneffenheden / Affaissements/inégalités



Categorie / Catégorie D



Obstakels / Obstacles



Catégorie / Catégorie E



Kantopsluiting / Rigole en éléments modulaires



Catégorie / Catégorie F



Goot in kleinschalige elementen / Rigole en éléments modulaires



**U bedenkt het
en wij bouwen het.**



Wie een gebouw ontwerpt, staat voor enorme uitdagingen. Of het nu gaat om een woonhuis of een groter project, je gaat elke keer op zoek naar de grenzen van de mogelijkheden. En die grenzen worden verlegd. Elke dag. De bouwoplossingen van Xella, met producten als Ytong, Hebel en Silka, staan daarvoor garant. Dankzij deze performante materialen kan u elke constructie wapenen tegen de uitdagingen van morgen. www.xella.be

Bouwstenen
van een
betere toekomst



xella



Figuur 3 – Proeven ter bepaling van de onkruidremmende werking van verschillende soorten voegvullingsmaterialen, met toenemende mate van vervuiling (OM = organisch materiaal)

Figure 3 – Essais visant à déterminer l'action de ralentissement sur la croissance des mauvaises herbes de différentes sortes de matériaux de jointoiment, en fonction d'une augmentation de la pollution (MO = matière organique)

Bestratingsmaterialen

In een tweede fase gingen de onderzoekers op zoek naar de onkruidremmende werking van verschillende soorten voegvullingen, de impact van het type straatlaag en de invloed van de straatsteensoort. Zowel in het labo als *in situ* werden testen gedaan. Hieruit bleek duidelijk dat de onkruidgroei sterk afhankelijk is van het toegepaste materiaal (zie Figuur 3).

Naarmate de voegvulling meer vervuild is, is de onkruiddruk uiteraard hoger. Dat komt in Figuur 3 ook duidelijk naar voren. Dat is belangrijke informatie: in de praktijk zien we vaak dat de meeste oudere verhardingen vervuild zijn met organisch materiaal.

Er werden al specifieke en innovatieve materialen ontwikkeld om onkruidgroei tegen te gaan (zoals met zout verrijkte zanden en polymeer-gebonden mortels). Zij verminderen over het algemeen aanzienlijk de aanwezige onkruidbiomassa, ongeacht de vervuilingsgraad. De werking van deze materialen berust dikwijls op de chemische samenstelling (pH, zoutgehalte) en/of technische karakteristieken (beschikbaar vocht) van de voegvulling.

Maar wat met de klassieke voegvullingen?

Betonsteenbestratingsmaterialen met *grovere voegvullingsmaterialen* (bijvoorbeeld 0/6,3; 2/6,3) zijn doorgaans minder onderhevig aan onkruidgroei dan deze gevuld met *fijner materiaal* (0/1, 0/2), voor eenzelfde voegbreedte. Hoe grover het voegvullingsmateriaal, hoe beter de scores op vlak van onkruidwerend vermogen. Dat heeft wellicht te maken met de hoeveelheid water die voor de plant beschikbaar is in de voegvulling.



3 mm voeg / Joint de 3 mm



11 mm voeg / Joint de 11 mm

Figuur 4 – Invloed van voegbreedte op onkruidbedekking (zuiver zeezand, 3 mm vs. 11 mm voeg).

Matériaux de revêtement

Lors d'une deuxième phase, les chercheurs ont étudié l'action de ralentissement de la croissance des mauvaises herbes avec différentes sortes de matériaux de jointoiment, l'impact du type de couche de pose et l'influence du type de pavés. Des essais ont été réalisés tant en laboratoire qu'*in situ*. Il en est ressorti que la croissance des mauvaises herbes dépendait fortement du matériau utilisé (voir Figure 3).

Plus le matériau de jointoiment est pollué, plus les mauvaises herbes sont denses. C'est ce qui ressort clairement de la Figure 3. Il s'agit d'une information importante, car la pratique montre souvent que la plupart des revêtements anciens sont pollués par des matériaux organiques.

Des matériaux innovants ont été spécifiquement développés pour lutter contre les mauvaises herbes (comme les sables enrichis en sel et les mortiers liés au polymère). Généralement, ils diminuent considérablement la biomasse de mauvaises herbes présente, indépendamment du degré de pollution. L'action de ces matériaux repose souvent sur la composition chimique (pH, teneur en sel) et/ou les caractéristiques techniques (humidité disponible) du matériau de jointoiment.

Mais qu'en est-il est des matériaux de jointoiment classiques?

Les pavages en béton jointoyés avec des *matériaux de jointoiment plus gros* (par exemple 0/6,3; 2/6,3) sont toujours moins envahis par les mauvaises herbes que ceux jointoyés avec un *matériau plus fin* (0/1, 0/2), à largeur de joint équivalente. Plus le matériau de jointoiment est gros, plus le score de résistance aux mauvaises herbes est élevé. Il est possible que cela soit lié à la quantité d'eau disponible pour la plante, dans le matériau de jointoiment.

Figure 4 – Impact de la largeur des joints sur la quantité de mauvaises herbes (sable de mer propre, joint de 3mm et de 11 mm)

Een andere parameter van groot belang is de *breedte van de voegen*, zoals geïllustreerd in Figuur 4.

Bij fijne voegvullingen (0/1, 0/2), meestal toegepast in smallere voegen, leidt een concentratie van overwegend grovere korrels (tussen 0.2 en 2mm) in de meeste gevallen tot minder onkruidgroei. Het komt er dus op aan de fractie fijn materiaal (gehalte fijne bestanddelen <math>< 63\mu\text{m}</math>, fijnheidsmodulus f_m volgens PTV 411) te beperken voor betere resultaten:

Tabel 1: Richtlijnen i.v.m. korrelverdelingsparameters van voegzanden voor onkruidpreventie. f_x = fractie fijn (<math>< 63\mu\text{m}</math>) kleiner dan $x\%$; MF = Medium Fine = bepaalde klasse voor fijnheidsmodulus f_m van zand.

| Korrelparameter | Minimaal | Aanbevolen | Code volgens PTV 411 |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Fractie fijn (<math>< 0.063\text{ mm}</math>) | <math>< 10\%</math> | <math>< 5\%</math> | f_{10} / f_5 |
| Fractie grof (0,2-D mm) | > 60% | > 70% | - |
| Fijnheidsmodulus f_m | > 1.5 | > 2.1 | MF |

Ook het type straatlaag kan effect hebben. De invloed van de straatlaag op het onkruidwerende vermogen is wel afhankelijk van de gebruikte voegvulling en zijn vervuilingsgraad. Het effect houdt wellicht verband met de hoeveelheid beschikbaar vocht aanwezig in de straatlaag.

Onkruidgroei is daarbij doorgaans groter op verhardingen met een gesloten straatlaag (0/D, bv. kalksteen 0/6.3) dan op verhardingen met een **open straatlaag** (d/D, bv. porfier 2/6.3). Dit is het duidelijkst bij verhardingen ingevoegd met vervuilde voegvullingen (zie Figuur 5).



Figuur 5 – Invloed van type straatlaag op veronkruiding. (Voegvulling van vervuilde kalksteen 0/6,3 in 11mm voeg).

Proefparking

Om de onkruidgroei voor twee voegvullingsmaterialen in de praktijk te volgen, werd in oktober 2009 op de OCW-proefparking van Sterrebeek een selectie van onkruidzaden (allemaal plantensoorten die frequent op elementverhardingen voorkomen, zie Figuur 1) ingezaaid. Deze parking bestaat uit tien verschillende proefvakken met vier verschillende straatsteentypes (zie verder in Figuur 7) en twee bijpassende voegvullingen: porfier 2/6,3 voor brede voegen en zandsteen 0/2 voor smalle voegen. Alle zones werden met een deel organisch materiaal (gedroogde stekgrond) vervuild, uitgezonderd voor twee stroken poreuze betonstraatstenen. In mei 2010 werden vegetatieopnames gemaakt. De onderzoekers keken welke oppervlakte (in %) bedekt werd met onkruid. Ook de samenstelling van de onkruidflora werd onder de loep genomen (zie Figuur 6).

Algemeen kan volgende conclusie worden getrokken: Er treedt meer onkruidgroei op bij *bredere* voegen met *vervuilde*

Un autre paramètre très important est la *largeur des joints*, comme illustrée sur la Figure 4.

Pour les matériaux de jointoiment fins (0/1, 0/2), généralement mis en œuvre dans les joints plus étroits, une concentration en granulats plus gros prédominants (entre 0,2 et 2 mm) conduit généralement à une quantité de mauvaises herbes moins importante. Autrement dit, il faut limiter la proportion de matériau fin (teneur en particules fines <math>< 63\mu\text{m}</math>, module de finesse f_m selon PTV 411) pour de meilleurs résultats:

Tableau 1: Consignes relatives aux paramètres de répartition granulométrique des sables de jointoiment pour la prévention des mauvaises herbes. f_x = fraction fine (<math>< 63\mu\text{m}</math>) inférieure à $x\%$; MF = Moyenne Fine = classe déterminée pour le module de finesse f_m du sable.

| Paramètre de granulométrie | Minimal | Recommandé | Code suivant PTV 411 |
|------------------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Fraction fine (<math>< 0,063\text{ mm}</math>) | <math>< 10\%</math> | <math>< 5\%</math> | f_{10} / f_5 |
| Fraction grosse (0,2-D mm) | > 60% | > 70% | - |
| Module de finesse f_m | > 1.5 | > 2.1 | MF |

Le type de couche de pose peut également avoir un effet.

L'impact du type de couche de pose sur la capacité à empêcher la prolifération des mauvaises herbes dépend du matériau de

jointoiment utilisé et de son degré de pollution. Cet effet a peut-être un lien avec la quantité d'humidité présente dans la couche de pose. La quantité de mauvaises herbes est toujours plus importante sur les revêtements ayant une couche de pose fermée (0/D, p. ex. calcaire 0/6.3) que sur les revêtements ayant une **couche de pose ouverte** (d/D, p. ex. porphyre 2/6.3). Ceci est encore plus évident sur les revêtements dont le matériau de jointoiment est pollué (voir Figure 5).



Figure 5 – Impact du type de couche de pose sur la quantité de mauvaises herbes. (Calcaire pollué 0/6,3 comme matériau de jointoiment dans un joint 11mm).

Parking expérimental

Pour suivre, dans la pratique, la prolifération des mauvaises herbes sur deux types de matériaux de jointoiment, une sélection de mauvaises herbes (constituée des plantes les plus fréquentes sur les revêtements modulaires, voir Figure 1) a été semée en octobre 2009 sur le parking expérimental du CRR à Sterrebeek. Ce parking est composé de dix sections d'essai constituées de quatre types de pavés (voir Figure 7) et de deux matériaux de jointoiment adaptés: porphyre 2/6,3 pour les joints larges et grès 0/2 pour les joints étroits. Toutes les zones ont été partiellement polluées avec du matériau organique (terreau de bouturage séché), à l'exception de deux bandes de pavés en béton poreux. En mai 2010, des prélèvements de végétaux ont été réalisés. Les chercheurs ont examiné quelle superficie (en %) était couverte par des mauvaises herbes. Ils ont également étudié de près la composition de la flore (voir Figure 6).

En règle générale, la conclusion suivante peut être établie: La prolifération des mauvaises herbes est plus importante sur des

voegvullingen. Bij vervuilde voegvullingen groeit doorgaans ook meer onkruid bij een *gesloten straatlaag*. Dit houdt wellicht verband met de hoeveelheid beschikbaar water voor de plant.

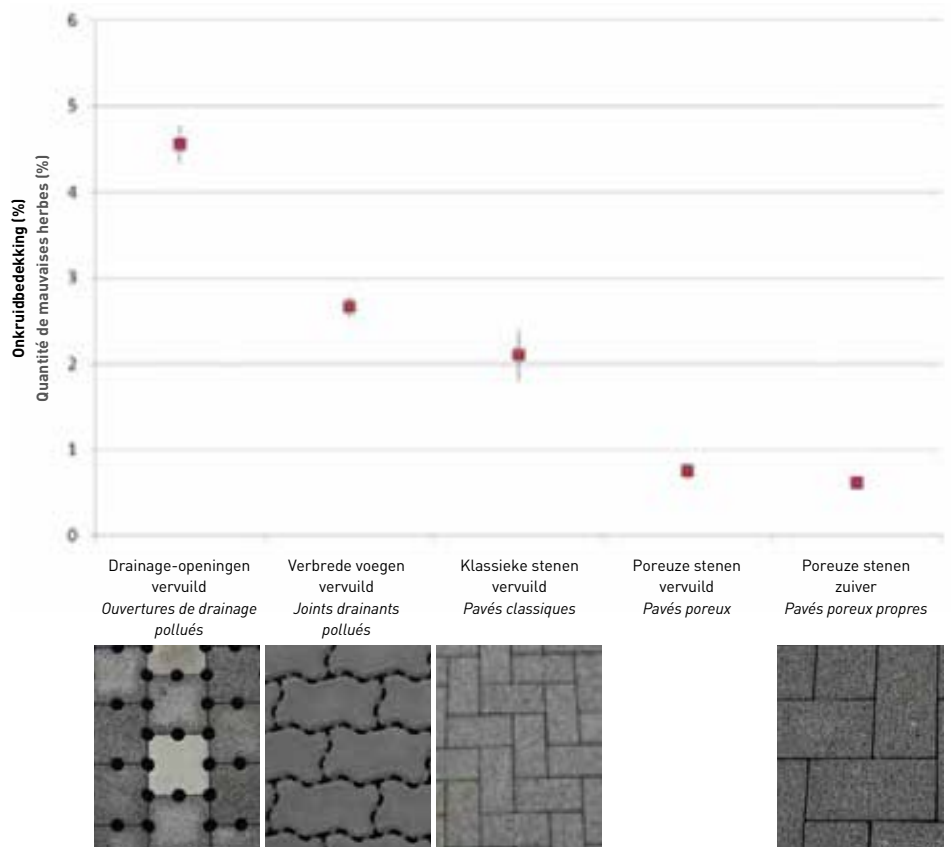
Nog belangrijker als conclusie is dus de wisselwerking tussen straatlaag, voegvulling en vervuiling, en dat de gehele structuur (inclusief *straatsteensoort*) invloed heeft op de onkruidgroei.

joints plus larges avec des matériaux de jointoiement pollués. La quantité de mauvaises herbes est plus importante lorsque le matériau de jointoiement est pollué et que la couche de pose est fermée. Il est possible que cela soit lié à la quantité d'eau disponible pour la plante.

Plus important encore comme conclusion, il y a une interaction entre la couche de pose, le matériau de jointoiement et la pollution, et c'est l'ensemble de cette structure (y compris le *type de pavé*) qui influe sur la prolifération des mauvaises herbes.

Figuur 6– Onkruidbezetting als functie van straatsteentype op proefparking van het OCW te Sterrebeek in mei 2010, 7 maanden na inzaai.

Figure 6– Quantité de mauvaises herbes en fonction du type de pavé sur le parking expérimental du CRR de Sterrebeek en mai 2010, 7 mois après l'ensemencement.



Curatieve onkruidbestrijding

Eens de bestrating in gebruik is, moet ze natuurlijk onderhouden worden. De onderzoekers besteedden ook aandacht aan de effectiviteit van verschillende, niet-chemische bestrijdingsmethoden. Opnieuw naar de proefsite te Sterrebeek die dus ingezaaid werd met onkruid. De onderzoekers testten acht verschillende bestrijdingsscenario's (Figuur 7): vijf eenzijdige toepassingen (borstelen, hete lucht, selectief heet water, branden) en twee scenario's met afwisselend borstelen en hete lucht. Men vergeleek de bestrijdingsfrequentie (= aantal bestrijdingsbeurten per jaar), kostprijs en milieu-impact. Tussen mei 2010 en december 2011 werden deze bestrijdingsscenario's herhaald bij iedere overschrijding van een vooraf bepaalde beeldkwaliteit (bv. beeldscore) van de bestrating.

Lutte curative contre les mauvaises herbes

Une fois qu'un revêtement est utilisé, il doit naturellement être entretenu. Les chercheurs ont également étudié l'efficacité de différentes méthodes de lutte non chimiques. Les chercheurs ont poursuivi leurs expériences sur le site de Sterrebeek sur lequel des mauvaises herbes ont été semées. Ils ont testé huit scénarios de lutte (Figure 7): cinq applications unilatérales (brossage, air chaud, eau chaude, flamme) et deux scénarios avec brossage et air chaud en alternance. On a comparé la fréquence de lutte (= nombre d'interventions par an), le coût de revient et l'impact sur l'environnement. Entre mai 2010 et décembre 2011, ces scénarios de lutte ont été répétés lors de chaque dépassement d'une qualité d'aspect prédéfinie (p. ex. critère d'aspect) du revêtement.



Figuur 7 - Proefparking van het OCW te Sterrebeek en toegepaste bestrijdingsscenario's
Figure 7 - Parking expérimental du CRR à Sterrebeek et scénarios de lutte appliqués

| SCENARIO | | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Stenen zonder drainage-openingen | 1 | CONTINU BORSTELLEN |
| | 2 | CONTINU HETE LUCHT |
| | 3 | CONTINU HEET WATER |
| | 4 | BORSTELLEN/HETE LUCHT/BORSTELLEN/HETE LUCHT/enz. |
| | 5 | Herhaling cyclus BORSTELLEN + na 14 dagen HETE LUCHT |
| Stenen met drainage-openingen | 2 | CONTINU HETE LUCHT |
| | 3 | CONTINU HEET WATER |
| | 6 | CONTINU BRANDEN |
| | 7 | CONTINU BRANDEN AAN EEN LAGERE DOSIS (HOGERE RIJSNELHEID) |
| 8 | CONTINU BRANDEN MET STRENGER BEELDScore-CRITERIUM (VAKER) | |

| SCÉNARIO | | |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Pavés sans ouvertures de drainage | 1 | BROSSAGE CONTINU |
| | 2 | AIR CHAUD CONTINU |
| | 3 | EAU CHAUDE CONTINUE |
| | 4 | BROSSAGE / AIR CHAUD / BROSSAGE / AIR CHAUD / etc. |
| | 5 | Répétition du cycle: BROSSAGE + AIR CHAUD après 14 jours |
| Pavés avec ouvertures de drainage | 2 | AIR CHAUD CONTINU |
| | 3 | EAU CHAUDE CONTINUE |
| | 6 | FLAMME CONTINUE |
| | 7 | FLAMME CONTINUE DE MOINDRE INTENSITÉ (VITESSE PLUS ÉLEVÉE) |
| 8 | FLAMME CONTINUE AVEC CRITÈRE D'ASPECT PLUS STRICT (PLUS SOUVENT) | |

De 'onkruidgroei' kreeg daarbij scores, op een schaal van 2 tot 10 op basis van de gemiddelde voegbedekking en de hoogte van de vegetatie (zie Figuur 8). Hogere scores komen overeen met een betere kwaliteit van de bestrating.

La «croissance des mauvaises herbes» a été évaluée sur une échelle de 2 à 10 sur base de la couverture moyenne du joint et de la hauteur de la végétation (voir Figure 8). Des scores élevés correspondent à une meilleure qualité du pavage.

| | Hoogte van de vegetatie | | | | |
|----------------------|-------------------------|--------|--------|---------|--------|
| | < 1cm | 1-3 cm | 4-6 cm | 7-10 cm | > 10cm |
| Voegbedekking | | | | | |
| 1-6% | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 |
| 6-16% | 10 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| 16-26% | 10 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| 26-51% | 10 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| 51-100% | 10 | 5 | 4 | 3 | 2 |

| | Hauteur de la végétation | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------|--------|---------|--------|
| | < 1cm | 1-3 cm | 4-6 cm | 7-10 cm | > 10cm |
| Couverture de joint | | | | | |
| 1-6% | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 |
| 6-16% | 10 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| 16-26% | 10 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| 26-51% | 10 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| 51-100% | 10 | 5 | 4 | 3 | 2 |

Figuur 8 – Definitie van beeldscore en overeenkomstige straatbeelden.
Figure 8 – Définition du score d'aspect et des aspects de pavages correspondants.



Beeldscore 10
Score d'aspect = 10



Beeldscore 6
Score d'aspect = 6



Beeldscore 2
Score d'aspect = 2

Wat zijn de conclusies van deze inzaaiing? Eenzijdige toepassingen van technieken veroorzaken floraverschuivingen (naar bepaalde soorten onkruid die beter bestand zijn tegen die welbepaalde techniek), met een noodzakelijke toename in bestrijdingsfrequentie tot gevolg. Zo ging bij eenzijdig toepassen van heet water paardenbloem (*Taraxacum officinale*) domineren, terwijl bij continu inzetten van technieken met convectieve warmteoverdracht (hete lucht, stootbranden) gewone hoornbloem (*Cerastium fontanum*) ging overheersen.

Tabel 2 geeft bijvoorbeeld voor een verharding met verbrede voegen de bestrijdingsfrequentie die nodig is om beeldscore 7-8 (zie Figuur 8) te handhaven en dit voor 2 opeenvolgende jaren:

Tabel 2: Bestrijdingsfrequentie (aantal beurten/periode) benodigd voor het aanhouden van beeldscore (7-8) op een betonstraatsteenverharding met verbrede voegen (gevuld met klassieke, ongebonden voegvulling), voor vier bestrijdingsscenario's.

| | 2010 | 2011 | 2010-2011 |
|----------------------------------|------|------|-----------|
| Eenzijdig borstelen | 4 | 6 | 10 |
| Eenzijdig hete lucht | 4 | 5 | 9 |
| Eenzijdig heet water selectief | 2 | 5 | 7 |
| Alternerend borstelen/hete lucht | 4 | 5 | 9 |

Bovendien blijkt het ontwerp (betonstraatsteensoort, voegmateriaal) opnieuw een belangrijke invloed uit te oefenen op het aantal curatieve behandelingen nodig voor een aanvaardbaar straatbeeld.

Quelles sont les conclusions de cette expérience? Les applications unilatérales de techniques provoquent des modifications de la flore (vers certaines espèces de mauvaises herbes résistantes à l'une ou l'autre technique donnée), avec pour conséquence une augmentation de la fréquence d'intervention. Ainsi, l'application d'eau chaude a provoqué une domination de pissenlit (*Taraxacum officinale*), tandis que lors de l'application en continu de techniques de transfert de chaleur par convection (air chaud, flamme), le céraïste vulgaire (*Cerastium fontanum*) est devenu dominant.

Le Tableau 2 fournit par exemple, pour un revêtement à joints élargis, la fréquence de lutte pour atteindre un score d'aspect de 7-8 (voir Figure 8) et ce pour 2 années successives:

Tableau 2: Fréquence de lutte requise (nombre d'interventions/période) pour le maintien du score d'aspect (7-8) sur un revêtement de pavés en béton à joints élargis (remplis d'un matériau de jointoiment non lié classique), pour quatre scénarios de lutte.

| | 2010 | 2011 | 2010-2011 |
|------------------------------------|------|------|-----------|
| Scénario de lutte | 4 | 6 | 10 |
| Brossage unilatéral | 4 | 5 | 9 |
| Air chaud unilatéral | | | |
| Eau chaude sélective unilatérale | 2 | 5 | 7 |
| Brossage / air chaud en alternance | 4 | 5 | 9 |

En outre, il semble que la conception (type de pavés en béton, matériau de jointoiment) a un impact important sur le nombre de traitements curatifs nécessaires à un aspect de rue acceptable.

Tabel 3: Bestrijdingsfrequentie (aantal beurten/twee groeiseizoenen) benodigd voor het aanhouden van beeldscore 7-8 in functie van betonstraatsteentype en bestrijdingsscenario. De grijze vakjes waren niet in de proef opgenomen.

| SCENARIO | TYPE BETONSTRAATSTEEN | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|----------|
| | Poreus vervuild | Verbrede voegen | Drainage-openingen | Klassiek |
| 1: eenzijdig borstelen | 1 | 10 | | 9 |
| 2: eenzijdig hete lucht | 1 | 9 | 11 | 9 |
| 3: eenzijdig heet water | 1 | 7 | 9 | |
| 4: alternerend borstelen/hete lucht | 1 | 9 | | |

Kostenanalyse

Ook het kostenplaatje voor onkruidbestrijding werd onder de loep genomen. Uit de kostenanalyse blijkt dat de grootste besparingen in kosten voor onkruidbestrijding kunnen gemaakt worden door *preventief* te handelen (bv. keuze van type straatsteen, straatlaag en/of voegvulling) met *curatieve* onkruidbestrijdingsscenario's om de nodige bestrijdingsfrequentie voor een aanvaardbaar straatbeeld te drukken. De bestudeerde alternatieve bestrijdingstechnieken in het onderzoek (zie voorbeeld in Figuur 9) bleken evenwel geen directe gevolgen voor de levensduur van de verharding te hebben. Wel kunnen een aantal secundaire fenomenen optreden zoals het reinigend effect van heet water en het uithalen van de voegen door continu borstelen.



Tableau 3: Fréquence de broissage (nombre d'interventions/deux saisons de croissance) nécessaire pour le maintien du score d'aspect (7-8) en fonction du type de pavés en béton et du scénario de lutte. Les zones grises n'ont pas été reprises dans l'essai.

| SCÉNARIO | TYPE DE PAVÉS EN BÉTON | | | |
|----------------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|------------|
| | Poreux pollués | Joints élargis | Ouvertures de drainage | Classiques |
| 1: broissage unilatéral | 1 | 10 | | 9 |
| 2: air chaud unilatéral | 1 | 9 | 11 | 9 |
| 3: eau chaude unilatérale | 1 | 7 | 9 | |
| 4: broissage / air chaud en alternance | 1 | 9 | | |

Analyse des coûts

Le coût de la lutte contre les mauvaises herbes a également été examiné à la loupe. L'analyse des coûts montre que les plus importantes économies en matière de lutte contre les mauvaises herbes peuvent être réalisées par une approche *préventive* (p. ex. choix du type de pavé, de la couche de pose et/ou du matériau de jointoiement) avec des scénarios de lutte *curative* contre les mauvaises herbes afin de réduire la fréquence d'intervention pour un aspect de rue acceptable. Les techniques de lutte alternatives examinées au cours de l'étude (voir exemple à la Figure 9) n'ont toutefois pas semblé avoir de conséquence directe sur la durée de vie du revêtement. Toutefois, un certain nombre de phénomènes secondaires peuvent survenir comme l'effet nettoyant de l'eau chaude et le creusement des joints par le broissage répété.



Figuur 9: Hete lucht (links) en selectieve heetwatertechniek (rechts) in actie op de proefparking
 Figure 9: Air chaud (à gauche) et technique d'eau chaude sélective (à droite) en action sur le parking expérimental

De resultaten in het algemeen wijzen op een groot potentieel voor preventieve strategieën, gecombineerd met curatieve technieken. De keuze van een bestratingstype dat minder vaak curatieve behandeling tegen onkruidgroei (voor een bepaald straatbeeld) vereist, kan het negatieve milieueffect van onkruidbestrijding helpen verminderen. Bovendien kunnen verschuivingen in onkruidflora en negatieve aspecten van een bepaalde techniek ook worden tegengegaan door bestrijdingstechnieken met verschillende werkwijze (thermisch, mechanisch etc.) af te wisselen. Een integrale aanpak van onkruidbeheersing op lange termijn is dan ook een *must*.

Les résultats soulignent dans l'ensemble le grand potentiel de stratégies préventives combinées avec des méthodes curatives. Choisir un type de pavés qui nécessite moins d'interventions curatives contre les mauvaises herbes (pour un aspect de rue donné) peut contribuer à diminuer les impacts négatifs de la lutte contre les mauvaises herbes sur l'environnement. De plus, les modifications de la flore et les aspects négatifs d'une technique donnée peuvent également être contrôlés en alternant les techniques de lutte avec d'autres méthodes (thermiques, mécaniques, etc.). Une approche intégrale de la gestion des mauvaises herbes à long terme est par conséquent un *must*.

Implicaties en aanbevelingen voor de praktijk

Een geïntegreerd onkruidbeheer met combinatie van preventieve (ontwerp, uitvoering) en verschillende curatieve technieken (branden, borstelen enzovoort) is een absolute must. Uit het onderzoek blijkt duidelijk dat onkruidbeheer(sing) op verhardingen in kleinschalige elementen al begint vóór en tijdens de aanleg van de bestrating.

- Er treedt meer onkruidgroei op bij *brede* voegen met *vervulde* voegvullingen. Bij vervulde voegvullingen groeit doorgaans ook meer onkruid bij een *gesloten straatlaag*. Dit houdt wellicht verband met de hoeveelheid beschikbaar water voor de plant.
- Door curatieve bestrijdingsmethoden (branden, borstelen....) regelmatig af te wisselen, kan het onkruidbeheer geoptimaliseerd worden. De frequentie van de verschillende technieken kan vastgelegd worden aan de hand van de 'streefbeeldkwaliteit' en afhankelijk van de aanwezige onkruidflora.
- Denk bij het aanleggen van de straat hieraan om heel wat onkruidgroei preventief te vermijden:
Inpassing in het bestaande straatbeeld (groene ruimte, stadscentrum,...)
Afstemmen op toekomstige onkruidbestrijding (bvb. toegankelijkheid machines)
Correcte dimensionering (in functie van te verwachten belasting) om verzakkingen te voorkomen
Afstemming op gebruiksintensiteit van de verharding
Doordachte keuze van de voegvulling (aard, korrelverdeling, fysico-chemie) in combinatie met type bestrating (voegbreedte, voegpercentage) en straatlaag (open/gesloten)
Controle van de voegbreedte tijdens uitvoering
Afwerking aan de randen van de verharding en/of rond obstakels; gepaste kantopsluiting om onkruidgroei te voorkomen.
Voorkomen van vervuiling (bv. preventief veegbeheer)
- Het hele concept van de straat en de combinatie van straatsteentype, voegvulling en straatlaag zijn heel bepalend voor latere onkruidgroei.
- Economisch gezien is het heel belangrijk om *preventief* te handelen (bv. keuze van type straatsteen, straatlaag en/of voegvulling). Daar kunnen de grootste kosten in onkruidbeheer al vermeden worden.

Het onderzoek werd gevoerd door: A. Beeldens, E. Boonen (Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, OCW)
B. De Cauwer, M. Fagot, D. Reheul (Vakgroep Plantaardige Productie, UGent)

Een onderzoek van  

Implications et recommandations pratiques

Une gestion intégrée des mauvaises herbes avec une combinaison de techniques préventives (conception, exécution) et curatives (flamme, brossage, etc.) est une nécessité absolue. Les résultats des recherches démontrent clairement que la gestion des mauvaises herbes commence avant et pendant la réalisation du pavage.

- La prolifération des *mauvaises* herbes est plus importante sur des joints *plus larges* avec des matériaux de jointoiement pollués. La quantité de mauvaises herbes est plus importante lorsque le matériau de jointoiement est pollué et que *la couche de pose est fermée*. Il est possible que cela soit lié à la quantité d'eau disponible pour la plante.
- Changer régulièrement de méthode de lutte curative (flamme, brossage...) permettra d'optimiser la gestion des mauvaises herbes. La fréquence des différentes techniques peut être déterminée sur la base de la «qualité de l'aspect de la rue» et en fonction de la flore des mauvaises herbes en présence.
- Aspects à prendre en considération lors de l'aménagement de la rue pour une lutte préventive contre les mauvaises herbes: adaptation dans l'aspect existant de la rue (espace vert, centre-ville...)
Prise en compte de la gestion future (p. ex. accessibilité des machines)
Dimensionnement correct (en fonction de la charge prévue) pour éviter les affaissements
Prise en compte de l'intensité d'utilisation du revêtement
Choix réfléchi du matériau de jointoiement (type, granulométrie et caractéristiques physico-chimiques) en combinaison avec le type de pavage (largeur et pourcentage des joints) et de couche de pose (ouverte/fermée)
Contrôle de la largeur des joints lors de l'exécution
Finition des bords du revêtement et/ou autour d'obstacles; contrebutage adapté pour prévenir la prolifération des mauvaises herbes.
Prévention de la pollution (p. ex. par des brossages préventifs)
- L'ensemble du concept de la rue ainsi que la combinaison du type de pavés, du matériau de jointoiement et de la couche de pose sont déterminants pour la pousse des mauvaises herbes.
- Sur le plan économique, il est très important de prendre en considération l'aspect *préventif* (p. ex. choix du type de pavés, de couche de pose et/ou de matériau de jointoiement). C'est à ce moment là que les coûts les plus importants peuvent être réduits en matière de gestion des mauvaises herbes.

L'étude a été menée par:

A. Beeldens, E. Boonen (Centre de recherches routières (CRR)
B. De Cauwer, M. Fagot, D. Reheul (Vakgroep Plantaardige Productie, UGent)

Une étude de  

MEER INFORMATIE?

Uit de onderzoeksresultaten zijn aanbevelingen voor een economisch en ecologisch verantwoord onkruidbeheer in de praktijk opgesteld. Die worden gepubliceerd in een nieuwe OCW-Handleiding via www.ocw.be/onkruidbeheer.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Les résultats des recherches ont permis d'établir des recommandations pratiques pour une gestion des mauvaises herbes réfléchie sur le plan économique et écologique. Celles-ci ont été publiées dans le nouveau manuel du CRR consultable via www.ocw.be/onkruidbeheer.