

32/ucub(364.2) 2<sup>e</sup> ex

## **Erosienormeringsonderzoek Zuid-Limburg**

**Kosten en baten van erosiebestrijdingsmaatregelen in Zuid-Limburg**

**W. van Eck**

**D. Slothouwer**

**J.B. Sprik**

**G.F.P. IJkelenstam**

N

**Rapport 364.2**

15 MEI 1995

**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1995**

Usr 1001870

## REFERAAT

Eck, W. van, D. Slothouwer, J.B. Sprik en G.F.P. IJkelstam, 1995. *Kosten en baten van erosiebestrijdingsmaatregelen in Zuid-Limburg*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 364.2. 124 blz.; 6 fig.; 25 tab.; 5 aanh.

Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van erosiebestrijdingsmaatregelen in Zuid-Limburg is een kosten-batenanalyse verricht. Hierbij zijn de kosten als gevolg van erosie geïnventariseerd. Daarnaast is bepaald wat teeltmaatregelen, inrichtingsmaatregelen (grasbanen en groenstroken) en regenwaterbuffers kosten. Voor drie proefgebieden in Zuid-Limburg zijn de kosten en baten van zes perspectiefvolle maatregelenpakketten (scenario's) doorgerekend. De uitkomsten zijn vervolgens geëxtrapoléerd naar het lössgebied in Zuid-Limburg. Maatregelenpakketten met mulchzaai op hellingen groter dan twee procent eventueel in combinatie met de aanleg van grasbanen en groenstroken blijken het meest effectief.

Trefwoorden: grasbaan, groenstrook, kosten-batenanalyse, kosten-effectiviteit, regenwaterbuffer, teeltmaatregel

ISSN 0927-4499

©1995 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.  
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812.

DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw 'De Dorschkamp' (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

## **Inhoud**

	blz.
Woord vooraf	9
Samenvatting	11
1 Inleiding	17
2 Methode	21
2.1 Opzet kosten-batenanalyse	21
2.2 Bepaling kosten van erosie en kosten per maatregel en scenario	23
2.3 Bepaling baten	24
2.4 Berekening proefgebieden	25
2.5 Extrapolatie naar Zuid-Limburg	26
3 Schade door erosie bij gemeenten en particulieren	29
4 Kosten en baten per erosiebestrijdende maatregel	33
4.1 Teeltmaatregelen	33
4.2 Inrichtingsmaatregelen	40
4.2.1 Verwerving grond.	41
4.2.2 Aanleg en onderhoud	41
4.2.3 Extra exploitatiekosten landbouw	42
4.3 Regenwaterbuffers	43
5 Kosten en baten proefgebieden	47
5.1 Beschrijving proefgebieden en scenario's	47
5.2 Landbouw	49
5.3 Waterschap	58
6 Extrapolatie naar het studiegebied Zuid-Limburg	65
6.1 Gebiedskenmerken	65
6.2 Landbouw	66
6.3 Waterschap	68
7 Lange-termijneffecten	73
8 Discussie en conclusies	77
Literatuur	85

## Tabellen

1 Gemiddelde kosten per jaar per gemeente aan maatregelen ter bestrijding en herstel van schade door erosie en wateroverlast	29
2 Verdeling van de kosten van de gemeenten over verschillende posten	30
3 Uit te voeren werkzaamheden voor het gewas snijmais bij praktijkomstandigheden en bij verschillende erosiebestrijdende maatregelen	35
4 Uit te voeren werkzaamheden voor het gewas suikerbieten bij praktijkomstandigheden en bij verschillende erosiebestrijdende maatregelen	36
5 Extra teeltkosten (gld/ha) voor verschillende erosiebeperkende teeltmethoden bij de gewassen snijmais en suikerbieten	37
6 Effect van enkele erosiebeperkende teeltmethoden op de bruto opbrengsten van snijmais en suikerbieten.	38
7 Oppervlakte met meer dan 50 ton slib/ha (%) en opbrengstdepressies per ha (gld) voor de proefgebieden en voor het studiegebied Zuid-Limburg voor zomerbuien met herhalingstijden van 2 en van 25 jaar	40
8 Reductie van gemiddeld bodemverlies (%) ten opzichte van scenario 0 per proefgebied bij een zomerbui met een herhalingstijd van 2 jaar	40
9 Extra exploitatiekosten op een perceelskant (gld/hm) of hoek (gld/hoek)	43
10 Enkele gegevens van de drie proefgebieden	47
11a Jaarkosten landbouw in de proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's	56
11b Vervolg jaarkosten landbouw in de proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's	57
12 Aantal strekkende meters en kosten (in guldens) van grasbanen en groenstroken per ha en per strekkende meter in de proefgebieden en in Zuid-Limburg voor de verschillende scenario's	57
13 Jaarkosten landbouw voor de proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten voor arbeid van f 20,00 per uur (i.p.v. f 34,00 per uur)	58
14 Totale waterafvoer in de huidige situatie (scenario 0) en reductie van waterafvoer per scenario t.o.v. het 0-scenario bij een zomerbui met een herhalingstijd van 1x in 25 jaar (m <sup>3</sup> )	59
15a Jaarkosten waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten onderhoud buffers f 2,50/m <sup>3</sup> (kosten uitgedrukt t.o.v. scenario 1)	60
15b Vervolg jaarkosten waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten onderhoud buffers f 2,50/m <sup>3</sup>	61
16 Jaarkosten waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten onderhoud buffers f 5,00/m <sup>3</sup> (kosten t.o.v. scenario 1)	62
17 Verschil in kosten per ha voor het waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's als gevolg van variatie in grondprijs, rentepercentage en afschrijvingstermijn (kosten t.o.v. tabel 15)	63
18 Enkele gegevens van het studiegebied Zuid-Limburg	65
19a Jaarkosten landbouw in het studiegebied Zuid-Limburg bij uitvoering van de verschillende scenario's	67
19b Vervolg jaarkosten landbouw in het studiegebied Zuid-Limburg bij de uitvoering van de verschillende scenario's	68

20	Benodigde buffercapaciteit bij het 0-scenario (huidige situatie) en afvoerreducties als gevolg van de overige scenario's voor Zuid Limburg	69
21a	Jaarkosten waterschap bij uitvoering van de verschillende scenario's voor het studiegebied Zuid-Limburg, onderhoudskosten regenwaterbuffers $f$ 2,50/m <sup>3</sup> (kosten t.o.v. scenario 1)	70
21b	Vervolg jaarkosten waterschap bij uitvoering van de verschillende scenario's voor het studiegebied Zuid-Limburg, kosten onderhoud buffers $f$ 2,50/m <sup>3</sup>	71
22	Jaarkosten waterschap bij uitvoering van de verschillende scenario's voor heel Zuid-Limburg, kosten onderhoud buffers $f$ 5,00/m <sup>3</sup> (kosten t.o.v. scenario 1)	72
23	Hellingklasse en oppervlakte van de akkerbouwgronden in Zuid-Limburg met een lössdikte < 120 cm, een stenige ondergrond en een helling > 2%	73
24	Overzicht jaarkosten landbouw en waterschap bij uitvoering van de scenario's in de verschillende proefgebieden en het studiegebied Zuid-Limburg (kosten t.o.v. scenario 1)	80
25	Jaarlijkse kosten en effecten van de scenario's per ha gebied (gemiddelde van de drie proefgebieden)	81

### **Figuren**

1	Begrenzing studiegebied Zuid-Limburg en ligging proefgebieden	18
2	Verkavelingssituatie in Catsop vóór aanleg van grasbanen en groenstroken	51
3	Verkavelingssituatie in Catsop na aanleg van grasbanen en groenstroken	52
4	Ligging grasbanen en groenstroken in Etzenrade	53
5	Ligging grasbanen en groenstroken in St. Gillisstraat	54
6	Hellingklassen (%) van de Zuid-Limburgse lössgronden onder akkerbouw met ondieper dan 120 cm - mv een stenige ondergrond	74

### **Aanhangsels**

1	Effect van erosiebeperkende teeltmethoden op de teeltkosten en opbrengsten van snijmais en suikerbieten	87
2	Aanleg- en onderhoudskosten van grasbanen en groenstroken	95
3	Exploitatiekosten op perceelskanten en hoeken	99
4	Voorbeeld berekeningswijze kosten maatregelen	117
5	Berekeningsmethode van de benodigde buffercapaciteit voor Zuid-Limburg	123

## Woord vooraf

Erosie en wateroverlast zijn milieuproblemen in Zuid-Limburg. De provincie Limburg ontwikkelt samen met de betrokken partijen beleid om deze problemen terug te brengen. Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van erosiebestrijdende maatregelen is het erosienormeringsonderzoek opgezet. Bij dat onderzoek werkten de Universiteiten van Utrecht en Amsterdam en DLO-Staring Centrum samen. Uit de resultaten van dat onderzoek zijn perspectiefvolle pakketten van maatregelen geselecteerd. Aansluitend verleende de Provincie Limburg aan DLO-Staring Centrum opdracht tot bepaling van de kosten en baten van deze pakketten voor drie verschillende doelgroepen (landbouw, waterschap, gemeenten en particulieren) in drie proefgebieden en in het gehele lössgebied van Zuid-Limburg.

Het onderzoek is uitgevoerd door vier medewerkers van DLO-Staring Centrum: W. van Eck, J.B. Sprik (beiden van de afdeling Verkaveling en Bedrijfseconomie), D. Slothouwer (afdeling Economie) en G.F.P. IJkelstam (afdeling Ruimtelijke Planvorming).

Gedurende het onderzoek zijn waardevolle bijdragen en commentaren ontvangen van de leden van de begeleidingsgroep. De leden van de begeleidingsgroep zijn:

J. Duijsings	Provincie Limburg, voorzitter begeleidingsgroep
H. Caubo	Gewestelijke Raad van het Landbouwschap Limburg
R. Cleef	Gemeente Voerendaal
P. Geelen	Regionaal Onderzoek Centrum Akkerbouw Wijnandsrade
T. Kraak	tot 1-8-'94, Ministerie van LNV, CL-Limburg na 1-8-'94, Ministerie van LNV, Landinrichtingsdienst
D. Koeman	tot 1-8-'94, Ministerie van LNV, Landinrichtingsdienst
G. Lemmerlijn	Gemeente Wittem
J. Ouwerkerk	Provincie Limburg
C. van Overveld	Na 1-8-'94, Ministerie van LNV, CL-Limburg
A. Segeren	Waterschap Roer en Overmaas
J. Tobben	Gewestelijke Raad van het Landbouwschap Limburg (plaatsvervangend lid)

Naast de begeleiding door deze mensen zijn bijdragen geleverd door A. de Roo en R. Offermans (Rijksuniversiteit Utrecht), R. van Veen (waterschap Roer en Overmaas), J. Crijns (Dienst Landbouwvoorlichting) en medewerkers van de veertien gemeenten in het studiegebied Zuid-Limburg. Binnen DLO-Staring Centrum zijn bijdragen geleverd door F. Brouwer, J. Denneboom, C.J. Ritsema, H.A.M. Thunnissen en F. de Vries. Voor al deze bijdragen geldt onze hartelijke dank.

## Samenvatting

### *Kader*

Bodemerosie en wateroverlast zijn problemen die zich voordoen in het heuvelland van Zuid-Limburg. De provincie Limburg ontwikkelt beleid om deze problemen terug te brengen. Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van erosiebestrijdende maatregelen is het erosienormeringsonderzoek opgezet. Op basis van de resultaten van dit onderzoek zijn een aantal perspectiefvolle combinaties van maatregelen (scenario's) ter bestrijding van bodemerosie en wateroverlast opgesteld. Voor deze perspectiefvolle combinaties van maatregelen is vervolgens een kosten-batenanalyse uitgevoerd, waarvan hier verslag wordt gedaan.

Doel van het onderzoek is het verwerven van inzicht in de kosten en baten, samenhangend met de realisatie van een aantal uit het erosienormeringsonderzoek resulterende scenario's. De kosten en baten worden onderscheiden voor drie doelgroepen, te weten de landbouw, het waterschap en de gemeenten en particulieren. Het onderzoek is uitgevoerd voor de drie proefgebieden waarin het erosienormeringsonderzoek heeft plaatsgevonden: Catsop (41,6 ha), Etzenrade (224,4 ha) en St.Gillisstraat (42,8 ha). De resultaten hiervan zijn geëxtrapolerd naar het lössgebied van Zuid-Limburg (41.146 ha). De scenario's bestaan uit een combinatie van teelttechnische- en inrichtingsmaatregelen. Teelttechnische maatregelen zijn onder meer het toepassen van groenbemesters, directzaai, mulchzaai en strobedekking. Inrichtingsmaatregelen omvatten de aanleg van grasbanen en groenstroken. Aanvullend op de scenario's vindt buffering plaats van afstromend water. Bij de kosten-batenanalyse is vooral aandacht besteed aan de korte-termijneffecten zoals extra investeringen, exploitatiekosten en opbrengstdepressie bij gewassen. De lange-termijneffecten zoals effecten op natuur en landschap en de afname van het natuurlijk voortbrengend vermogen van de grond zijn alleen kwalitatief meegenomen.

De kosten-batenanalyse wordt in dit onderzoek opgevat als een financiële analyse voor de verschillende doelgroepen. De kosten en baten worden vergeleken voor drie verschillende situaties:

- het huidig grondgebruik zonder de maatregelen als gevolg van het 'voorlopig toetsingskader voor bodem- en waterconservering in Zuid-Limburg voor de periode 1991-1994' (= scenario 0)
- het huidig grondgebruik inclusief de maatregelen voortvloeiend uit het voorlopig toetsingskader (scenario 1)
- nieuw beleid zoals teeltmaatregelen en aanleg en beheer van groenstroken en grasbanen (scenariogroepen 2 tot en met 4)

De kosten en baten worden steeds bekeken ten opzichte van een referentiesituatie. Voor scenario 1 is de referentiesituatie scenario 0, voor de overige scenario's is scenario 1 de referentiesituatie.

### ***Afbakening***

De beschikbare informatie benodigd voor de bepaling van de kosten en baten liep per onderscheiden maatregel en scenario sterk uiteen. Het belangrijkste probleem was dat het effect van erosiebestrijdende maatregelen en buffering op de schade voor gemeenten en particulieren wegens gebrek aan voldoende data niet goed was te kwantificeren. Dit betekent dat het grootste deel van de baten van de verschillende scenario's niet was te bepalen. Om toch een inschatting van de baten te kunnen maken is er in het kader van dit onderzoek vanuit gegaan dat de uit de substroomgebieden afkomstige waterafvoer geheel in regenwaterbuffers wordt opgevangen. Deze aanname betekent dat de schade voor de doelgroep gemeenten en particulieren tot nul wordt gereduceerd in alle scenario's (inclusief scenario 1). Hiermee valt de doelgroep gemeenten en particulieren buiten de kosten-batenanalyse van deze scenario's. De baten van de verschillende scenario's komen door de gevolgde benadering tot uiting in een besparing voor de doelgroep waterschap op de kosten van aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers. In werkelijkheid zullen deze baten echter vooral bij gemeenten en particulieren liggen. Ook zal in werkelijkheid niet alle afvoer worden gebufferd maar zal dit afhankelijk van de ruimtelijke situatie zijn.

Het voorgaande betekent dat een kosten-batenanalyse waarbij per scenario afweging plaatsvindt van de kosten en baten van de drie verschillende doelgroepen uit het onderzoek, niet kon plaatsvinden. Het onderzoek wordt beperkt tot het aangeven van kosten voor de doelgroepen landbouw en waterschap per scenario op perceels- en substroomgebiedniveau, de schade van erosie voor gemeenten en particulieren en een indicatie van de mogelijke baten.

De berekening van kosten en baten voor landbouw en waterschap is het meest nauwkeurig voor de proefgebieden. De berekening voor Zuid-Limburg is een extrapolatie van die voor de proefgebieden en daarmee veel minder nauwkeurig. Voor de bepaling van de effectiviteit van de scenario's ligt daarom de nadruk op de berekeningen voor de proefgebieden.

### ***Erosiebestrijdende maatregelen***

Teeltmaatregelen zijn maatregelen die betrekking hebben op de manier waarop gewassen worden verbouwd. Bij erosiebeperkende teeltsystemen wordt er voor gezorgd dat buiten het groeiseizoen van het hoofdgewas de bodem zo goed mogelijk bedekt blijft. Erosiebeperkende teeltsystemen zijn bijvoorbeeld de toepassing van groenbemester, bodembedekker met mulchzaai, bodembedekker met directzaai en strobedekking. Als gevolg van deze teeltsystemen moeten bepaalde werkzaamheden vaker of minder vaak worden uitgevoerd dan in de huidige praktijk het geval is. Dit leidt tot extra kosten voor de landbouw. Daarnaast kunnen er extra kosten zijn voor bemesting, zaaizaad, onkruidbestrijdingsmiddel en stro.

Door erosiebestrijdingsmaatregelen vermindert ook de schade voor de landbouw. Deze kan bestaan uit een lagere gewasopbrengst door wegspoelen van zaaizaad of het onderslibben van jonge plantjes. Opnieuw inzaaien levert ook extra kosten op, alsmede een reductie in de opbrengst als gevolg van een korter groeiseizoen. In dit onderzoek is de schade door erosie voor de landbouw op circa 0,4 procent van de bruto-gewasopbrengst gesteld.



Grasbanen worden aangelegd in de droogdalbodems evenwijdig aan de hellingsrichting. De groenstroken worden evenwijdig aan de hoogtelijnen aangelegd. Aanleg van grasbanen en groenstroken leidt voor het waterschap tot kosten voor verwerving van grond, aanleg van de banen en stroken en jaarlijks onderhoud. Voor de landbouw zijn er extra exploitatiekosten indien de grasbanen en groenstroken bestaande percelen doorsnijden.

Regenwaterbuffers worden aangelegd om de oppervlakkige waterafvoer op te vangen. De toepassing hiervan leidt tot kosten voor het waterschap voor verwerving van grond, aanleg en onderhoud. De benodigde hoeveelheid regenwaterbuffer per scenario is voor de proefgebieden berekend in het erosienormeringsonderzoek. Voor de extrapolatie naar Zuid-Limburg is door het waterschap Roer en Overmaas een schatting gemaakt van de hoeveelheid afstromend water per scenario. De uitvoering van de scenario's leidt tot een reductie van de waterafvoer ten opzichte van scenario 1. Dit betekent dat er minder buffers behoeven te worden aangelegd hetgeen leidt tot minder kosten (= baten) voor het waterschap.

De erosiebestrijdende maatregelen zijn gecombineerd tot pakketten of scenario's. In dit onderzoek zijn scenario's onderzocht, die globaal de volgende maatregelen bevatten:

- scenario 1: het huidig beleid
- scenario 2D: scenario 1 + strobedekking op hellingen > 2%
- scenario 4A: scenario 1 + mulchzaai op hellingen > 2%
- scenario 4B: scenario 4A + grasbanen in droogdalbodems
- scenario 4C: scenario 4B + groenstroken met een onderlinge afstand van 200 meter op hellingen > 2%
- scenario 4D: scenario 4B + groenstroken met een onderlinge afstand van 200 m op hellingen > 5%
- scenario 4E: scenario 1 + mulchzaai op hellingen > 5% en grasbanen in droogdalbodems

#### ***Omvang schade als gevolg van erosie***

De jaarlijkse schade door erosie en wateroverlast die ten laste komt van de gemeenten in Zuid-Limburg bedraagt circa 2 miljoen gulden. Daarnaast hebben particulieren schade ter hoogte van minimaal 600.000 gulden (ruwe schatting). De schatting van de schade voor gemeenten en particulieren is gebaseerd op de jaren na 1980. Bezien over een langere termijn kan de schade hoger zijn omdat dan buien kunnen optreden met hogere intensiteiten. De schatting van de schade is niet bekend voor de drie proefgebieden.

Daarnaast hebben ook andere groepen dan gemeenten en particulieren schade als gevolg van erosie (waterschap, landbouw, provincie, rijkswaterstaat, spoorwegen, natuurbeschermingsorganisaties etc.). In het kader van dit onderzoek was het niet mogelijk de omvang hiervan te bepalen. Uitvoering van de verschillende scenario's zal er toe leiden dat de schade ook voor deze groepen vermindert. De totale baten van erosiebestrijdende maatregelen kunnen door al deze effecten boven de 2,6 miljoen gulden op jaarbasis uitkomen.

### ***Kosten maatregelen***

In de berekeningen voor scenario 1 is uitgegaan van het huidige beleid inclusief de uitvoering van het voorlopig toetsingskader. De verdeling van het bouwland over de diverse hellingklassen verschilt per proefgebied. Hierdoor treden tussen de proefgebieden ook grote verschillen op in de kosten per ha bouwland op hellingen > 2%. De kosten van scenario 1 variëren voor de landbouw van 7 gulden per ha bouwland > 2% in Etzenrade tot 56 gulden per ha bouwland > 2% in Catsop. Voor het studiegebied Zuid-Limburg zijn de kosten voor de landbouw bij uitvoering van dit scenario circa een half miljoen gulden. Dit is gemiddeld 67 gulden per ha bouwland > 2%

Scenario 1 is de referentiesituatie voor de andere scenario's. Dit betekent dat de kosten en baten steeds bekeken worden ten opzichte van scenario 1. Voor alle scenario's geldt dat uitvoering leidt tot extra kosten voor landbouw en waterschap samen ten opzichte van scenario 1. Het scenario dat tot de minste extra kosten leidt is scenario 4A. Voor de landbouw betekent dit scenario mulchzaai op hellingen van meer dan twee procent. Voor het waterschap betekent dit scenario een besparing op aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers. Het minst dure scenario na scenario 4A voor landbouw en waterschap tezamen is niet duidelijk aan te wijzen. Afhankelijk van het gebied komen de scenario's 2D, 4B en 4D in aanmerking. Scenario 4C komt er voor alle gebieden slecht uit.

Voor de landbouw is scenario 4E het gunstigst. Dit leidt in alle proefgebieden en ook in het studiegebied Zuid-Limburg tot de geringste kostenstijging. In dit scenario wordt de teeltmaatregel mulchzaai slechts toegepast op hellingen groter dan 5 procent. In de andere scenario's vindt toepassing van mulchzaai (4A, 4B, 4C en 4D) of strobedekking (2D) plaats op hellingen van meer dan 2 procent, waardoor de kosten in deze scenario's hoger zijn dan in scenario 4E. Het op één na gunstigste scenario voor de landbouw is in vrijwel alle gebieden 4A. In dit scenario wordt mulchzaai toegepast op hellingen van meer dan 2 procent. De kosten van de scenario's 4B en 4D hebben echter globaal dezelfde orde van grootte. De scenario's 4C en 2D leiden voor de landbouw tot de hoogste kosten.

Voor het waterschap zijn de scenario's 2D en 4A het gunstigst. In beide scenario's zijn er geen kosten omdat er geen inrichtingsmaatregelen worden getroffen. Scenario 4C leidt tot de hoogste kosten voor het waterschap. Indien de baten meegeteld worden is scenario 4E het minst gunstig voor het waterschap. De afvoerreductie is gering en er moeten wel kosten worden gemaakt voor grasbanen en groenstroken.

### ***Keuze van maatregelen***

Voor de afweging van maatregelen zijn vooral de totale kosten van belang in combinatie met de effectiviteit van de maatregelen. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de totale kosten per scenario. De kosten voor uitvoering van het huidig beleid bedragen circa 770 gulden per hectare, 97 procent hiervan wordt gevormd door de kosten voor verwerving, aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers. Zoals aangegeven zal in de praktijk echter nooit al het resterende water worden gebufferd. Interessanter zijn daarom de extra kosten ten opzichte van het huidig beleid bij uitvoering van de overige scenario's. De extra kosten bedragen tussen 70 en 330 gulden per hectare. Scenario 4A leidt tot de minste extra kosten, scenario 4C tot de meeste.

Vanuit het oogpunt van kosten lijkt scenario 4A het meest aantrekkelijke scenario. Voor een keuze tussen verschillende scenario's is het ook nodig de effectiviteit van de scenario's te bekijken. Bij scenario 4A wordt een reductie van het bodemverlies bereikt van 25 procent ten opzichte van scenario 1, bij extra kosten van 70 gulden per ha. Per gulden extra kosten leidt dit scenario dus tot vermindering van het bodemverlies met 0,36 procentpunt. De kosten-effectiviteit van scenario 4D is hiermee vergelijkbaar, die van de overige scenario's is geringer. Bij scenario 4D wordt echter wel in absolute zin een grotere reductie van het bodemverlies bereikt.

**Jaarlijkse kosten en effecten van de scenario's per ha gebied (gemiddelde van de drie proefgebieden)**

scenario	kosten/ha	aandeel teeltmaat- regelen (%)*	aandeel in- richtings- maatregel- len (%)*	aandeel regenwater- buffers (%)*	reductie bodem- verlies (%)**
1	770	3	0	97	-
2D	930	42	0	58	30
4A	840	33	0	67	25
4B	940	30	14	56	35
4C	1100	25	30	45	50
4D	940	29	16	55	50
4E	970	19	14	67	30

\* teeltmaatregelen: groenbemester, bodembedekker met mulchzaai, strobedekking, beperken perceelslengte, verminderen opbrengstdepressies

inrichtingsmaatregelen: verwerving, aanleg en onderhoud van grasbanen en groenstroken, extra exploitatiekosten voor de landbouw

regenwaterbuffers: verwerving, aanleg en onderhoud

\*\* reductie bodemverlies t.o.v. huidig beleid (scenario 1) bij een 25-jaarsbui in de zomer.

Voor een goede keuze tussen de scenario's is het nodig de reductie in bodemverlies te vertalen in baten voor onder meer gemeenten en particulieren. Afhankelijk van de locatie waarop de reductie van toepassing is zullen deze baten verschillen. Zoals aangegeven was het binnen het kader van dit onderzoek echter niet mogelijk de baten goed te bepalen.

Ook de lange-termijneffecten zijn van belang bij de keuze voor een bepaald scenario. Hierbij springt de afname van het natuurlijk voortbrengend vermogen van de bodem als gevolg van erosie het sterkst in het oog. Op ruim 15 procent van de akkerbouwgronden is de lösslaag nu al dunner dan 120 cm. Vermindering van de lössdikte maakt de bodem droogtegevoeliger en kan leiden tot opbrengstverliezen voor de landbouw. Dit kan de kosten-batenverhouding van de scenario's beïnvloeden.

Het onderzoek geeft slechts een globaal inzicht in de kosten en baten van de verschillende scenario's en de verdeling daarvan over de doelgroepen landbouw en waterschap. Voor een betere onderbouwing van de kosten en baten van verschillende erosiebestrijdende maatregelen is meer onderzoek nodig.

## 1 Inleiding

Bodemerosie en wateroverlast zijn problemen die zich voordoen in het heuvelland van Zuid-Limburg. Het provinciaal beleid is gericht op het terugdringen van deze problemen tot een 'aanvaardbaar niveau'. Met een 'aanvaardbaar niveau' wordt bedoeld dat er sprake is van evenwichtigheid tussen enerzijds de uitvoering van maatregelen en de daarmee gepaard gaande investeringen en jaarlijkse kosten en anderzijds de vermindering van de problematiek. Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit en de kosten van maatregelen is in 1991 het erosienormeringsonderzoek opgezet. Hoofddoelstelling van dit onderzoek is het bepalen van de effectiviteit en inpasbaarheid van een aantal maatregelen welke dienen om de problematiek van bodemerosie en wateroverlast verder terug te dringen. De resultaten dienen ter verdere invulling van het provinciaal beleid. Dit beleid is gericht op het treffen van structurele maatregelen die leiden tot herstel en verbetering van het waterbergend vermogen van het landschap.

In het kader van het erosienormeringsonderzoek is in drie proefgebieden onderzoek uitgevoerd naar de mate van oppervlakkige afstroming van water, het hiermee gepaard gaande bodemverlies en de condities waaronder deze gebeurtenissen zich voordoen. De onderzoeksresultaten hebben onder meer gediend voor de ontwikkeling van een computermodel waarmee de hoeveelheid waterafvoer en bodemverlies berekend kan worden, het LISEM-model (Limburg Soil Erosion Model). Op basis van de resultaten van het erosienormeringsonderzoek zijn een aantal perspectiefvolle combinaties van maatregelen (scenario's) ter bestrijding van bodemerosie en wateroverlast opgesteld. Voor deze perspectiefvolle combinaties van maatregelen is vervolgens een kosten-batenanalyse uitgevoerd. Het voorliggende rapport is het verslag hiervan.

### *Doel van het onderzoek*

Doel van het onderzoek is het verwerven van inzicht in de kosten en baten samenhangend met de realisatie van een aantal uit het erosienormeringsonderzoek resulterende scenario's of maatregelenpakketten. De kosten en baten worden onderscheiden voor drie doelgroepen, te weten landbouw, waterschap en gemeenten en particulieren.

De kosten en baten worden berekend voor de drie proefgebieden uit het erosienormeringsonderzoek, te weten Catsop (gemeente Stein), St. Gillisstraat (gemeente Voerendaal) en Etzenrade (gemeente Onderbanken). Figuur 1 geeft de ligging van de drie proefgebieden. Met behulp van de gegevens van de proefgebieden wordt vervolgens een extrapolatie uitgevoerd naar het lössgebied van Zuid-Limburg. Hiervoor is de begrenzing gekozen van veertien Zuid-Limburgse gemeenten, hierna het studiegebied genoemd (zie figuur 1). Maastricht ligt slechts voor een heel gering deel van de oppervlakte in het studiegebied. Bij veel berekeningen is Maastricht daarom niet meegenomen.



**Fig. 1** Begrenzing studiegebied Zuid-Limburg en ligging proefgebieden

De gekozen scenario's bestaan uit een combinatie van teelttechnische, natuurtechnische en civieltechnische maatregelen. Teelttechnische maatregelen zijn onder meer het toepassen van groenbemester, directzaai, mulchzaai of strobedekking. Natuurtechnische of inrichtingsmaatregelen omvatten de aanleg van grasbanen en groenstroken. Een civieltechnische maatregel is de aanleg van regenwaterbuffers.

Bij de kosten-batenanalyse wordt vooral aandacht besteed aan de effecten die op korte termijn spelen zoals investeringen, exploitatiekosten, opbrengstderivingen etc. Naast deze korte-termijneffecten zijn er ook effecten die pas op de lange termijn zichtbaar worden, zoals effecten op natuur en landschap of de afname van het natuurlijk voortbrengend vermogen van de grond. De lange-termijneffecten worden in deze studie globaal en alleen kwalitatief meegenomen.

### ***Afbakening***

Het onderzoek diende te worden uitgevoerd in maximaal een half jaar. Dit betekent dat er weinig gelegenheid was voor het meten van kosten en baten tijdens het onderzoek. Het onderzoek is daarom verricht met behulp van bestaande kennis en gegevens, hetzij vastgelegd in rapporten en notities, hetzij vastgelegd in boekhoudingen van gemeenten. Deels wordt volstaan met schattingen op basis van ervaringen van deskundigen.

Vanwege gebrek aan gegevens bleek het in dit kader niet mogelijk de baten van de verschillende scenario's voor de doelgroep gemeenten en particulieren te bepalen. Een afweging per scenario van de kosten en baten voor drie verschillende doelgroepen kon daardoor niet plaatsvinden. Het onderzoek wordt beperkt tot kosten per scenario voor de doelgroepen landbouw en waterschap plus een indicatie van de baten. Voor de doelgroep gemeenten en particulieren is alleen de jaarlijkse schade door erosie geïnventariseerd.

### ***Opbouw rapport***

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de aanpak van het onderzoek behandeld. Achtereenvolgens wordt ingegaan op de opzet van de kosten-batenanalyse, de bepaling van de kosten per maatregel, de toepassing op de proefgebieden en de extrapolatie naar Zuid-Limburg. In hoofdstuk 3 worden de resultaten gegeven van de inventarisatie van kosten van gemeenten als gevolg van erosie. Hiermee ontstaat een beeld van de schade in Zuid-Limburg door erosie. Hoofdstuk 4 gaat in op de kosten per maatregel om deze schade te beperken. In hoofdstuk 5 wordt voor de proefgebieden uitgerekend wat uitvoering kost van de verschillende maatregelenpakketten ter bestrijding van de erosie. Deze berekeningen zijn gericht op de doelgroepen landbouw en waterschap. In hoofdstuk 6 wordt hetzelfde gedaan voor heel het lössgebied van Zuid-Limburg. Bij de berekeningen in de hoofdstukken 5 en 6 wordt alleen ingegaan op de kortetermijneffecten. In hoofdstuk 7 wordt daarom aandacht geschonken aan de langetermijneffecten van erosie en wateroverlast. In hoofdstuk 8 tenslotte worden de resultaten nader besproken en worden conclusies getrokken.

## 2 Methode

### 2.1 Opzet kosten-batenanalyse

De kosten-batenanalyse (KBA) is een wijze van analyse die gebaseerd is op de welvaartseconomie, de tak van economische wetenschap die bestudeert hoe de welvaart in een samenleving kan worden vergroot en wanneer deze maximaal is. Er zijn drie vormen van kosten-batenanalyse (Schofield, 1987):

- De financiële kosten-batenanalyse;  
In algemene zin worden baten gedefinieerd als bijdragen aan en kosten als onttrekkingen aan een project met een doelstelling die puur geldelijk is. De kosten en baten zijn in marktprijzen. De eventuele kosten of baten van het project aan andere partijen blijven daarbij buiten beschouwing.
- De economische kosten-batenanalyse;  
Van een economische KBA is sprake als nadrukkelijk gelet wordt op een zo efficiënt mogelijk gebruik van de produktiemiddelen waarover een (regionale- of nationale) samenleving beschikt. De baten en kosten van de maatregelen worden bij een economische KBA gesommeerd over alle partijen. De opzet van de analyse is veel breder dan een financiële. Hoe de baten en kosten over de verschillende partijen worden verdeeld behoort niet tot de economische analyse.
- De sociale kosten-batenanalyse;  
Analyses waarbij naast naar de aspecten van de economische kosten-batenanalyse ook wordt gekeken naar de verdeling van de welvaart over de verschillende groepen (inkomensklassen, regio's, generaties) in een samenleving worden sociale KBA's genoemd.

De kosten-batenanalyse wordt in dit onderzoek opgevat als een financiële analyse voor de verschillende doelgroepen. Daarnaast worden lange-termijneffecten meegenomen voorzover er gegevens over beschikbaar zijn. De doelgroepen zijn:

- de landbouw
- het waterschap;
- de gemeenten en particulieren (voor zover bekend).

Bij de analyse van de kosten en baten zijn drie situaties van belang.

1. huidig grondgebruik zonder de maatregelen als gevolg van het 'Voorlopig toetsingskader voor bodem- en waterconserveringsmaatregelen in Zuid-Limburg voor de periode 1991-1994' (kortweg: het 'voorlopig toetsingskader') (scenario 0)
2. het huidig grondgebruik **inclusief** de maatregelen voortvloeiend uit het voorlopig toetsingskader (scenario 1)
3. nieuw beleid zoals aanleg en beheer van groenstroken en grasbanen en teeltmaatregelen (bodembedekkers, groenbemesters, strobedekking). (scenariogroepen 2 tot en met 4).

De kosten en baten worden steeds bekeken ten opzichte van een referentiesituatie.

Voor scenario 1 is de referentiesituatie scenario 0, voor de overige scenario's is scenario 1 de referentiesituatie.

Als gevolg van de gehanteerde methode worden de kosten en baten toegeschreven aan verschillende doelgroepen. Wie uiteindelijk in de praktijk welke maatregelen treft is echter een beleidsmatige zaak. De volgende kosten worden voor de verschillende doelgroepen onderscheiden:

**landbouw**

- bewerkingskosten of opbrengstdervingen als gevolg van het toepassen van erosiebestrijdende teeltsystemen (groenbemester, directzaai, mulchzaai, strobedekking)
- extra exploitatiekosten en opbrengstverliezen als gevolg van perceelsverkleining bij de aanleg van grasbanen en groenstroken

**waterschap**

- verwerving, aanleg en onderhoud van grasbanen en groenstroken
- verwerving, aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers

**gemeenten en particulieren**

- opruimen overlast en herstel schade als gevolg van modderstromen (onderhoud riolering, wegbeheer, stortkosten slib, personele kosten, schade aan particuliere eigendommen)
- aanpassingen aan de infrastructuur

De baten bestaan uit de volgende posten:

**landbouw**

- opbrengstverhoging als gevolg van geringere oppervlakken aan rills, geulen en sedimentatieplekken

**waterschap**

- vermindering aantal en omvang aan te leggen regenwaterbuffers
- vermindering onderhoud regenwaterbuffers

**gemeenten**

- vermindering van schade en onderhoudskosten aan wegen, rioleringen en particuliere eigendommen

Naast bovenstaande directe kosten zijn er meer indirecte kosten op de lange termijn. Voorbeelden zijn: afname van het natuurlijk voortbrengend vermogen van de bodem en effecten op natuur en landschap.

**Berekening jaarkosten**

Om goede vergelijkingen tussen de scenario's te kunnen maken worden de kosten van aankoop van grond en inrichtingswerken omgerekend op jaarbasis. Hierbij is gekozen voor de methode van het berekenen van de jaarlijkse annuïteit van de financiële lasten. Hierbij wordt aangenomen dat de overheid de aankopen van grond en de kosten van het inrichten van de gebieden direct betaalt maar de benodigde gelden op de kapitaalmarkt leent en in een bepaalde periode aflost. De annuïteit is een gelijk bedrag per jaar gedurende de gehele looptijd. Dit constante jaarbedrag bevat een rentedeel en een aflossingsdeel. Het rente deel is in het begin van de periode hoog en neemt elk jaar af. Het aflossingsdeel is het resterende gedeelte van dit constante bedrag; het neemt



dus ieder jaar toe. Het bedrag in het laatste jaar van de looptijd bestaat bijna geheel uit de (laatste) aflossing van de lening.

De jaarlijkse kosten voor onderhoud en beheer worden tot een gemiddeld jaarbedrag omgerekend. Het saldo van de jaarlijkse kosten en opbrengsten vormt de bate of jaarlijkse financiële last. Er wordt aangenomen dat het prijspeil constant blijft.

De jaarlijkse annuïteit wordt als volgt berekend:

$$A = \frac{(1+r)^{**t} * r}{(1+r)^{**t} - 1}$$

A = annuïteit

r = rente

t = afschrijvingstermijn

Een voorbeeld van financiële lasten voor de overheid:

- Er wordt 5 ha grond aangekocht tegen 75.000 gld/ha
- Eenmalige inrichtingskosten 100.000 gld
- De jaarlijkse beheerkosten zijn 4.500 gld
- Rente op 6 procent
- Looptijd 25 jaar

Jaarlijkse annuïteit: 0,07823 (ann. per gulden) x 375.000	29.336 gld
Jaarlijkse annuïteit: 0,07823 (ann. per gulden) x 100.000	7.823 gld
jaarkosten voor beheer	4.500 gld
	-----
jaarkosten gedurende 25 jaar (per jaar)	41.659 gld

## 2.2 Bepaling kosten van erosie en kosten per maatregel en scenario

### *Landbouw*

De effecten voor de landbouw van teeltmaatregelen en natuurtechnische maatregelen zijn bepaald door middel van literatuuronderzoek en raadpleging van deskundigen. Hierbij is veel gebruik gemaakt van de resultaten van het onderzoek op de proefboerderij Wijnandsrade en het demonstratieproject erosiebestrijdende teeltsystemen. Daarnaast is zoveel mogelijk gewerkt met normbedragen uit de literatuur (IKC-V, 1993; PAGV, 1993). Voor de bepaling van de extra exploitatiekosten als gevolg van perceelsverkleining door de aanleg van grasbanen en groenstroken is gebruik gemaakt van beschikbare taaktijden berekend door IMAG-DLO.

### *Waterschap*

De kosten voor verwerving, aanleg en onderhoud van grasbanen en groenstroken zijn berekend met behulp van normbedragen uit de literatuur. Daarnaast is overlegd met deskundigen van het Waterschap Roer en Overmaas, de Landinrichtingsdienst en de

gemeenten. De kosten voor verwerving, aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers zijn aangeleverd door het waterschap.

### ***Gemeenten***

De kosten van de gemeenten als gevolg van erosie en wateroverlast zijn voor dit onderzoek geïnventariseerd. In eerste instantie is dit gedaan door middel van een schriftelijk verzoek door de provincie Limburg. Deze inventarisatie is aangevuld door DLO-Staring Centrum met telefonische, schriftelijke en mondelinge verzoeken om informatie. Bij de inventarisatie is ook gevraagd naar informatie over schade bij particulieren. De inventarisatie geeft geen inzicht in de omvang van de relevante investeringen in de gemeentelijk infrastructuur.

### ***Lange-termijneffecten***

Voor het aangeven van de lange-termijneffecten is literatuuronderzoek verricht. Daarnaast zijn verschillende databestanden gecombineerd om inzicht te krijgen in de lössdikte per hellingklasse voor bouwland in Zuid-Limburg. De volgende bestanden en gegevens zijn met elkaar gekoppeld:

- de bodemkaart 1:50.000 met daarop de lössdikte, de aard van de ondergrond en de hellingklasse
- het LGN-bestand (Landelijke Grondgebruikskartering Nederland) met het grondgebruik voor Zuid-Limburg

De bestanden zijn door GIS-bewerkingen gekoppeld en kartografisch verwerkt. Tevens zijn de oppervlakten berekend waarop de verschillende legenda-eenheden betrekking hebben.

## **2.3 Bepaling baten**

In het kader van het erosienormeringsonderzoek is het LISEM-model ontwikkeld. Met dit model kan de hoeveelheid waterafvoer en bodemverlies worden berekend afhankelijk van verschillende neerslagintensiteiten. Een groot probleem bij de kosten-batenanalyse was echter dat er geen gegevens zijn over de relatie tussen de hoeveelheid slib en water die afstroomt en de schade die dit veroorzaakt. Dit betekent dat de baten van de verschillende scenario's niet goed te bepalen zijn. Als oplossing is hiervoor de volgende aanpak gekozen.

Voor de doelgroep waterschap is er van uitgegaan dat de vermindering van de hoeveelheid afstromend water een gelijke vermindering van de waterbuffercapaciteit betekent. De scenario's die leiden tot vermindering van de waterafvoer leiden dus tot baten voor het waterschap. Deze benadering houdt in dat in het referentiescenario al het afstromende water wordt gebufferd. In de praktijk zal nooit het water geheel worden opgevangen maar zal de wateroverlast worden teruggedrongen tot een 'aanvaardbaar niveau', dat wil zeggen dat er sprake is van evenwichtigheid tussen de kosten voor de uitvoering van maatregelen en de baten. Omdat volledige buffering geen realistische aanname is betekent dit dat de kosten voor het referentiescenario niet zijn te geven. De kosten van de overige scenario's worden aangegeven ten opzichte van scenario 1.

Voor de doelgroep gemeenten en particulieren zijn, zoals aangegeven, de kosten van schade door erosie geïventariseerd. Deze kosten zijn niet te relateren aan een bepaalde water- of slibafvoer. Verondersteld is dat ze nul worden indien al het afstromende water wordt gebufferd, hetgeen gebeurt in scenario 1.

De gevolgen van bovenstaande benaderingen zijn:

- Alle baten van de scenario's worden toegeschreven aan het waterschap. In de praktijk zullen de baten vooral bij gemeenten en particulieren liggen.
- De baten worden gewaardeerd op een bepaald niveau (namelijk tegen de kosten van buffering). Dit kan leiden tot overschatting van de baten omdat niet iedere afstromende hoeveelheid schade veroorzaakt. Aan de andere kant kan er sprake zijn van onderschatting omdat de eventuele schade ook hoger kan zijn dan de kosten van aanleg en onderhoud van buffers.
- Een afweging van kosten en baten tussen de doelgroepen is niet mogelijk. Het onderzoek wordt beperkt tot het aangeven van kosten voor landbouw en waterschap per scenario, kosten van schade door erosie in het algemeen voor gemeenten en particulieren en een indicatie van de mogelijke baten.

## **2.4 Berekening proefgebieden**

### ***Landbouw***

Voor de drie proefgebieden zijn verschillende combinaties van erosiebestrijdende maatregelen (scenario's) opgesteld. De teeltmaatregelen gelden voor al het bouwland bij een bepaalde hellingklasse. Het berekenen van de kosten hiervan voor de proefgebieden bestaat dus uit een eenvoudige vermenigvuldiging. De grasbanen en groenstroken zijn op kaart aangegeven. Per proefgebied is bekeken hoe de verkaveling hierdoor wordt beïnvloed en is het effect van de aanleg op de opbrengst van gewassen en op de bewerkingskosten berekend.

### ***Waterschap***

De kosten voor aanleg en onderhoud van grasbanen en groenstroken zijn berekend met behulp van de normbedragen per strekkende meter (zie hoofdstuk 4). Voor de benodigde buffercapaciteit per proefgebied is uitgegaan van de resultaten van het erosienormeringsonderzoek (De Roo et al., 1994). In dit rapport is aangegeven hoeveel water bij de verschillende scenario's afstroomt, afhankelijk van de omvang en intensiteit van de regenbui. Uitgegaan is van de grootst benodigde waarde bij een herhalingstijd van 25 jaar. Hierbij wordt aangenomen dat dit afstromende water helemaal wordt gebufferd. De benodigde buffercapaciteit is vermenigvuldigd met de normbedragen voor verwerving, aanleg en onderhoud per m<sup>3</sup> water. In de praktijk zal nooit al het afstromende water worden gebufferd. Voorgaande aanname leidt dus tot overschatting van de kosten van scenario 1. Voor de overige scenario's geldt dit niet omdat deze ten opzichte van scenario 1 worden bekeken. Vermindering van de buffercapaciteit betekent in deze scenario's een batenpost voor het waterschap.

### ***Gemeenten en particulieren***

Per proefgebied zijn geen kosten als gevolg van erosie voor de gemeenten en particulieren bepaald. De proefgebieden beslaan slechts een gering deel van de oppervlakte van de verschillende gemeenten en het is niet mogelijk om aan te geven welk aandeel het desbetreffende proefgebied heeft in de totale kosten van erosie en wateroverlast per gemeente.

## **2.5 Extrapolatie naar Zuid-Limburg**

### ***Landbouw***

De kosten en baten die zijn bepaald voor de drie proefgebieden, worden geëxtrapoleerd voor het hele lössgebied in Zuid-Limburg. Om te kunnen extrapoleren zijn gegevens nodig over de verdeling van de hellingklassen in Zuid-Limburg in combinatie met het grondgebruik (gras of bouwland). Voor de hellingklassen is gebruik gemaakt van de bodemkaart 1:50.000. Deze is gecombineerd met het LGN-bestand, waarin het grondgebruik wordt aangegeven. Door de combinatie kwam een databestand beschikbaar dat per gemeente de oppervlakte met een bepaalde hellingklasse en een bepaald grondgebruik aangeeft.

Voor de bepaling van de kosten van de teeltmaatregelen zijn de normbedragen per hectare vermenigvuldigd met de oppervlakte bouwland van een bepaalde hellingklasse. De kosten van grasbanen en groenstroken zijn afgeleid uit die van de proefgebieden. Hierbij is het gemiddelde bedrag aan kosten per ha voor de drie proefgebieden genomen en vermenigvuldigd met de relevante oppervlakte bouwland.

### ***Waterschap***

De kosten van verwerving, aanleg en onderhoud van grasbanen en groenstroken zijn bepaald op grond van de uitkomsten van de proefgebieden. Hierbij is het gemiddelde bedrag aan kosten per hectare voor de drie proefgebieden toegepast op de relevante oppervlakte bouwland in het studiegebied Zuid-Limburg.

Op basis van de resultaten van het erosienormeringsonderzoek (De Roo et al., 1994) heeft het waterschap een schatting gemaakt van de totaal tot afstroming komende hoeveelheid water per scenario. Omdat er in dit onderzoek van uit wordt gegaan dat al het afstromende water wordt gebufferd is dit de benodigde buffercapaciteit. Deze is vervolgens vermenigvuldigd met de normbedragen per m<sup>3</sup>. Evenals bij de berekeningen voor de proefgebieden leidt dit tot overschatting van de kosten van scenario 1 en tot baten voor de overige scenario's als gevolg van verminderde benodigde buffercapaciteit.

### ***Gemeenten***

Zoals aangegeven is voor de gemeenten geïnventariseerd wat de schade als gevolg van erosie en wateroverlast was vanaf 1980. Met de beschikbare informatie op gemeenteniveau is het niet mogelijk een inschatting te maken van de vermindering van de kosten die zou optreden als gevolg van de uitvoering van erosiebestrijdende maatregelen. Daarom wordt er voor de gemeenten van uitgegaan dat de kosten voor

het herstellen van schade door slib en wateroverlast bij alle scenario's vrijwel tot nul worden gereduceerd (bij een bui met een herhalingsstijd van 25 jaar). De baten voor gemeenten en particulieren worden hiermee volledig toegerekend aan scenario 1. De overige scenario's worden beoordeeld ten opzichte van scenario 1. Gevolg van de gevolgde methode is dat de gemeenten niet in de kosten-batenanalyse kunnen worden betrokken. De baten van de scenario's worden benaderd door de verminderde hoeveelheid afstromend water (gewaardeerd tegen kosten van buffering) en worden toegerekend aan het waterschap.

### 3 Schade door erosie bij gemeenten en particulieren

Om een indruk te krijgen van de omvang van de schade door erosie en de mogelijke vermindering hiervan door erosiebestrijdende maatregelen, zijn de jaarlijkse kosten vanaf 1980 geïnventariseerd bij de gemeenten. Het gaat om kosten die een gevolg zijn van oppervlakkige afstroming van water en slib uit gebieden buiten de bebouwde kom. De inventarisatie is verricht via een schriftelijk verzoek, aangevuld met telefonische toelichtingen. Bij de inventarisatie werd duidelijk dat de meeste gemeenten de kosten van wateroverlast en erosie niet expliciet registreren. Hierdoor moest in veel gevallen met schattingen worden volstaan. Zoveel mogelijk zijn zowel de kosten van regulier onderhoud en beheer geïnventariseerd als de kapitaalskosten als gevolg van eerdere investeringen ter voorkoming van erosie. De kosten per gemeente zijn gegeven in tabel 1.

*Tabel 1 Gemiddelde kosten per jaar per gemeente aan maatregelen ter bestrijding en herstel van schade door erosie en wateroverlast*

gemeente	kosten per jaar (gld)	kosten per ha
Beek	10.000	5
Eijsden	49.500	23
Gulpen	102.000	33
Maastricht	geen opgave	-
Margraten	325.000	56
Meerssen	25.000	9
Nuth	80.500	24
Onderbanken	77.000	36
Schinnen	118.000	49
Simpelveld	395.500	246
Stein	21.000	9
Vaals	119.500	50
Valkenburg	410.000	111
Voerendaal	76.000	24
Wittem	88.500	21
Totaal	1.897.500	46

In de veertien gemeenten bedragen de gezamenlijke kosten als gevolg van erosie en wateroverlast circa twee miljoen gulden per jaar. Per gemeente variëren de totale kosten van f 10.000 tot f 410.000 per jaar. De gemeenten met veruit de meeste kosten zijn Margraten, Simpelveld en Valkenburg. Gerelateerd aan de totale oppervlakte per gemeente blijken de kosten in Simpelveld het hoogst. Op afstand volgt Valkenburg en daarna volgen de overige gemeenten.

De kosten zijn nader onderverdeeld naar wegen, riolering en buffers. Voor zover de kosten niet gespecificeerd waren zijn ze samengevoegd onder 'diversen'. Het resultaat hiervan staat in tabel 2.

*Tabel 2 Verdeling van de kosten van de gemeenten over verschillende posten*

kostenpost	bedrag in gulden
wegen	780.000
riolering	420.500
buffers	83.000
diversen	614.000
totaal	1.897.500

Circa een derde van de totale kosten moet, door het ontbreken van voldoende details, aan 'diversen' worden toegerekend. Daartoe behoren voor een groot deel kosten die zijn gemaakt voor het verwijderen van slib bij derden. Op die wijze wordt dan ook een groot deel van de door particulieren opgelopen schade door de gemeenten verholpen. Hoewel de gegevens naar onderverdeling onvolledig zijn, geeft bovenstaande tabel enig inzicht in de aard van de kosten. De meeste kosten zijn toe te schrijven aan onderhoud, reparatie en investeringen in wegen. Aan riolering wordt ongeveer een kwart van de totale kosten besteed. Een relatief gering bedrag wordt door de gemeenten besteed aan regenwaterbuffers ter bestrijding van wateroverlast. Over het totaal bezien verhouden onderhoudskosten en kapitaalslasten zich ruwweg als 6:4.

#### *Directe schade particulieren*

De totale schade van wateroverlast aan particuliere eigendommen (roerende en onroerende goederen) is bij de gemeenten en het waterschap niet bekend. Indien er schadeclaims worden ingediend, wordt bekeken of er sprake is van nalatigheid bij de gemeente of het waterschap en anders wordt doorverwezen naar de veroorzaker van de schade (bijv. de landbouwer) of naar de verzekerings-maatschappij. In het algemeen worden echter sporadisch schadeclaims ingediend bij de gemeenten en het waterschap. Voor een deel komt dit doordat de gemeenten in het algemeen behulpzaam zijn bij het verwijderen van het slib.

Navraag bij het verzekeringswezen leverde op dat het verhalen van erosieschade een moeilijke zaak is. Bij een beroep op de wettelijke aansprakelijkheid moet 'nalatigheid' worden aangetoond. Die procedure is langdurig en heeft zelden resultaat. Bovendien wordt schade in W.A.-verband gewaardeerd tegen dagwaarde. De meeste kansen liggen in de sfeer van opstal- en inboedelverzekering waar schade op basis van vervangingswaarde wordt beoordeeld. Maar ook dan vallen veel claims af omdat particulieren onvoldoende maatregelen hebben getroffen om schade te voorkomen; de schade wordt dan als 'verwijtbaar' beschouwd. Erosieschade op zich is geen gedekt evenement. Sommige polissen bevatten een artikel met betrekking tot binnengedrongen neerslag, water uitgelopen uit cv of, en dan met name genoemd, riolering. Bij burgers in de streek heerst daardoor de mening dat erosieschade moeilijk tot in het geheel niet te claimen valt.

Voor bepaling van de werkelijke schade leveren de claims bij de gemeenten en het Waterschap dus geen volledig beeld. Dit geldt tevens voor de informatie die mogelijk via het verzekeringswezen is te achterhalen. Alleen via directe navraag bij gedupeerden kan de werkelijke schade worden achterhaald. Omdat een dergelijke inventarisatie in het kader van dit onderzoek niet haalbaar was, zijn de gemeenten verzocht de schade in te schatten. Door slechts vier gemeenten (Gulpen, Nuth, Schinnen en Valkenburg) is aan dat verzoek voldaan, echter met de kanttekening dat het hier om zeer ruwe en onvolledige schattingen gaat. De overige gemeenten gaven aan dat het inzicht in door particulieren geleden schade ontbreekt.

De schade bij particulieren laat zich in de vier genoemde gemeenten ruwweg becijferen op 220.000 gulden per jaar. Valkenburg voert de hoogste schade op, circa 170.000 gulden. Gulpen kent twee gevallen die neerkomen op 8000 gulden op jaarbasis. Nuth kent twee claims in zes jaar hetgeen leidt tot een gemiddelde van f 10.000 per jaar. Schinnen schat het aantal gedupeerde woningen op circa 10 per jaar. Bij een schade van f 3000 per geval wordt het totaal in Schinnen f 30.000 per jaar.

Het is duidelijk dat deze inventarisatie een zwakke basis vormt voor bepaling van de door particulieren geleden schade in Zuid-Limburg. De vier gemeenten dragen samen circa 35% van de kosten van gemeenten voor erosie. Indien dezelfde verhouding geldt voor de kosten van particulieren zou dat betekenen dat de door particulieren geleden schade jaarlijks ruim 600.000 gulden bedraagt.



## **4 Kosten en baten per erosiebestrijdende maatregel**

### **4.1 Teeltmaatregelen**

Teeltmaatregelen zijn maatregelen die betrekking hebben op de manier waarop gewassen worden verbouwd. De maatregelen worden op bedrijfsniveau genomen en hebben tot doel erosie te beperken. Onderzoek naar teelttechnische maatregelen heeft geleid tot erosiebeperkende teeltsystemen, waarbij buiten het groeiseizoen van het hoofdgewas de bodem zo goed mogelijk bedekt blijft. Hiertoe wordt in de nazomer of herfst een snelgroeiend gewas (bodembedekker) gezaaid (Kraak, 1993). Afhankelijk van de vorstgevoeligheid van de bodembedekker vriest deze in de winter af of wordt in het voorjaar doodgespoten. Om in het begin van het groeiseizoen de bodem bedekt te houden kan ook stro als afdekmiddel worden gebruikt. Als erosiebestrijdende maatregelen zijn onderscheiden toepassing van groenbemesters, toepassing van bodembedekkers met mulchzaai, toepassing van bodembedekkers met directzaai en toepassing van strobedekking.

#### ***Groenbemester***

Een groenbemester wordt na de oogst van het voorgaande gewas gezaaid. Ingaande januari 1995 mag in de periode 1 sept. tot 1 febr. geen drijfmest worden uitgereden (Min. LNV., 1993c). Dit betekent dat alleen na een vroeg geoogst gewas (wintergraan) voor het zaaien van de groenbemester drijfmest kan worden geïnjecteerd of uitgereden en ondergewerkt met de cultivator. Daarna wordt het zaai-bed bereid en de groenbemester gezaaid. Andere gewassen worden later geoogst waardoor in de nazomer geen drijfmest kan worden uitgereden of geïnjecteerd. Na deze gewassen kan in het voorjaar drijfmest worden toegediend waarna de groenbemester wordt ondergeploegd en de werkzaamheden voor het volgende gewas worden uitgevoerd.

#### ***Bodembedekker met mulchzaai***

De bodembedekker wordt eveneens na de oogst van het voorgaande gewas gezaaid. Na wintergraan kan eerst weer drijfmest worden geïnjecteerd of uitgereden en ondergewerkt. De grond wordt in het najaar geploegd en voor het zaaien van de bodembedekker vindt zaai-bedbereiding plaats met de rotorkoepel. Bij toepassing van mulchzaai kan in het voorjaar geen drijfmest worden toegediend. De grond is in het voorjaar meestal niet droog genoeg voor de zware machines. Bij wel toedienen van drijfmest onder deze omstandigheden ontstaan te veel diepe sporen die de erosie bevorderen. Drijfmest kan dus alleen in de nazomer na een vroeg gewas worden toegediend. De bodembedekker (en/of het onkruid) wordt in het voorjaar eerst doodgespoten en daarna met de rotorkoepel door de bovenste laag van de bouwvoor gemengd (mulchen), waarna het volgende gewas kan worden gezaaid. Het zaaien moet met een aangepaste machine gebeuren en er moet rekening worden gehouden met stagnatie bij het zaaien.

### ***Bodembedekker met directzaai***

Bij directzaai heeft in het voorjaar geen grondbewerking meer plaats. Nadat de bodembedekker en/of het onkruid is doodgespoten wordt het gewas gezaaid zonder zaaibedbereiding. Het zaaien moet met een aangepaste machine gebeuren. Hierbij moet rekening worden gehouden met extra inspanning bij het zaaien en extra zaaizaad omdat de zaaivoren niet altijd goed worden afgedekt. In verband met erosiegevaar moet spoorvorming worden voorkomen. Dit betekent dat in het voorjaar ook geen drijfmest kan worden geïnjecteerd.

Bodembedekkers en groenbemesters houden in de wintermaanden stikstof gebonden, waardoor minder stikstof uitspoelt. Bij de bemesting van het volgende gewas moet daarom rekening worden gehouden met nawerking van deze stikstof.

### ***Strobedekking***

Bij strobedekking wordt in het voorjaar na het zaaien van het gewas stro over het perceel verspreid. Op kleine schaal (proefvelden) wordt stro in handkracht verspreid. Met het machinaal hakselen en verspreiden op grote schaal is nog geen ervaring opgedaan. De huidige machines hebben een smalle werkbreedte waardoor veel spoorvorming ontstaat. Twee naast elkaar gekoppelde machines is een optie, maar hoe dit moet worden gerealiseerd is nog niet bekend. De tariefstelling voor het hakselen en verspreiden van stro is daarom een globale schatting.

De teeltmaatregelen hebben invloed op de bewerkings(teelt)kosten en op de opbrengsten.

### ***Effect op bewerkingskosten***

De erosiebeperkende teeltmethoden worden voorafgaand aan de gewassen snijmais en suikerbieten toegepast. De werkzaamheden die in de praktijk worden uitgevoerd en de extra werkzaamheden voor de vier erosiebeperkende teeltmethoden zijn in overleg met DLV ZON (Crijns, 1994) en ROC 'Wijnandsrade' (Geelen, 1994) vastgesteld en staan voor snijmais in tabel 3 en voor suikerbieten in tabel 4. De extra werkzaamheden die voor het toepassen van de erosiebeperkende teeltmethoden groenbemester, bodembedekker met mulchzaai, bodembedekker met directzaai en strobedekking moeten worden verricht, zijn voor de gewassen snijmais en suikerbieten niet gelijk. De extra teeltkosten voor snijmais en suikerbieten zijn daarom apart berekend. De berekening van de extra teeltkosten staat in aanhangsel 1. In tabel 5 zijn deze kosten per teeltmaatregel voor de gewassen snijmais en suikerbieten samengevat.

**Tabel 3 Uit te voeren werkzaamheden voor het gewas snijmais bij praktijk-omstandigheden en bij verschillende erosiebestrijdende maatregelen**

	Teeltmethode				
	praktijk	groen-bemester (1)	bodembedekk. mulchz.	bodembedekk. directz.	strobe-dekking
Drijfmest uitrijden	1	1	-	-	1
Cultiveren	1	1	-	-	1
Ploegen	1	1	1	1	1
Km. strooien (N,P2O5)	1	1	1	1	1
Rotorkoepgen	1	1	1	-	1
Zaaien	1	1	1	1	1
Spuiten	1	1	1	1	1
Oogsten	1	1	1	1	1
Cultiveren	1	1	1	1	1
<u>Minder bewerkingen:</u>					
Drijfmest uitrijden	-	-	1	1	-
Cultiveren	-	-	1	1	-
Rotorkoepgen	-	-	-	1	-
<u>Meer bewerkingen:</u>					
Drijfmest injecteren(2)	-	-	0,2	-	-
Km. strooien (K2O)	-	-	0,8	1	-
Rotorkoepgen	-	1	1	1	-
Groenbemester zaaien	-	1	-	-	-
Bodembedekk. zaaien	-	-	1	1	-
Km. strooien (N)	-	1	1	1	-
Bodembed./onkr. doodsp.	-	-	1	1	-
Stro hakselen/spreiden	-	-	-	-	1

- 1) Groenbemesters voor snijmais komt in de praktijk niet voor.
- 2) Drijfmest uitrijden kan alleen bij praktijkomstandigheden, bij groenbemester en bij strobedekking. Bij bodembedekker met mulchzaai kan drijfmest injecteren. Dit kan echter alleen in droge jaren; 1 x in de vijf jaar. Daarom is bij mulchzaai 20 procent drijfmest injecteren en 80 procent km. strooien (K2O) opgevoerd. Bij directzaai kan ook geen drijfmest worden geïnjecteerd, ter compensatie wordt daarom km. strooien (K2O) opgevoerd. Extra P2O5 kan gelijk met N worden gestrooid. In Zuid Limburg is geen mestoverschot. Op individuele rundveebedrijven kan wel een mestoverschot ontstaan. In welke mate zich dit kan voordoen is niet bekend. Meer of minder kosten voor gebruik of afzet van drijfmest is in de berekeningen buiten beschouwing gelaten.

**Tabel 4 Uit te voeren werkzaamheden voor het gewas suikerbieten bij praktijkomstandigheden en bij verschillende erosiebestrijdende maatregelen**

	Teeltmethode				
	praktijk	groen-bemester	bodembedekk. mulchz.	bodembedekk. directz.	strobebedekking
Drijfmest uitrijden (1)	1	1	0,5	0,5	1
Cultivateren	1	1	0,5	0,5	1
Ploegen	1	1	1	1	1
Km. strooien (N,P2O5)	1	1	1	1	1
Rotorkoepgen	1	1	1	-	1
Zaaien	1	1	1	1	1
Schoffelen	1	1	1	-	-
Sputen	4	4	4	4	4
Rooien	1	1	1	1	1
Laden	1	1	1	1	1
Cultivateren	1	1	1	1	1
<u>Minder bewerkingen:</u>					
Drijfmest uitrijden	-	-	0,5	0,5	-
Cultivateren	-	-	0,5	0,5	-
Rotorkoepgen	-	-	-	1	-
Schoffelen (2)	-	-	1	1	1
<u>Meer bewerkingen:</u>					
Km. strooien (K2O)	-	-	0,5	0,5	-
Rotorkoepgen	-	1	1	1	-
Groenbemester zaaien	-	1	-	-	-
Bodembedekk. zaaien	-	-	1	1	-
Km. strooien (N)	-	-	0,5	0,5	-
Bodembed. doodsp.	-	-	1	1	-
Schoffelen handwerk	-	-	0,5	0,5	0,5
Sputen onkr. bestrijding	-	-	0,5	0,5	0,5
Stro hakselen/spreiden	-	-	-	-	1
Slakkenbestrijding	-	-	-	0,5	-

- 1) Drijfmest uitrijden kan alleen bij praktijkomstandigheden, bij groenbemester en bij strobedekking. Bij bodembedekker met mulchzaai en directzaai kan drijfmest alleen na wintergraan in de nazomer (voor 1 september) worden uitgereden. Ongeveer de helft van de suikerbieten wordt na wintergraan verbouwd. Daarom wordt bij mulchzaai en directzaai op 50 % drijfmest uitgereden en op 50 procent wordt kunstmest (K2O) gestrooid. Extra P2O5 kan gelijk met N worden gestrooid. Ook bij suikerbieten is meer of minder kosten voor gebruik of afzet van drijfmest in de berekeningen buiten beschouwing gelaten (zie ook noot onder tabel 3).
- 2) Bij directzaai en in mindere mate bij mulchzaai en strobedekking treden stagnaties op bij schoffelen. Daarnaast vermindert schoffelen de erosiebeperkende invloed van de teeltmaatregelen. Daarom is bij mulchzaai, directzaai en strobedekking de werkzaamheid schoffelen voor 50 % vervangen door handschoffelen en voor 50 % door 1 x spuiten met onkruidbestrijdingsmiddelen.

**Tabel 5 Extra teeltkosten (gld/ha) voor verschillende erosiebeperkende teeltmethoden bij de gewassen snijmais en suikerbieten**

erosiebeperkende teeltmethode	snijmais	suikerbieten
groenbemester	480	365
bodembedekker met mulchzaai	875	815
bodembedekker met directzaai	760	740
strobedekking	970	1120

In de rapportage over bestrijding/beperking bodemerosie op bedrijfsniveau in 1993 (Crijns en Deneer, 1993) en het erosieverificatieproject (Kraak, 1993) zijn eveneens berekeningen opgesteld met betrekking tot meer of minder kosten voor de erosiebeperkende teeltmethoden bodembedekker met mulchzaai en bodembedekker met directzaai. In aanhangsel 1 zijn de relevante **toegerekende** kosten (zaaizaad, bemesting, bestrijdingsmiddelen) vergeleken met bovenstaande **toegerekende** kosten. Per project verschillen deze kosten aanzienlijk, hetgeen voornamelijk wordt veroorzaakt doordat niet steeds dezelfde posten in beschouwing zijn genomen. In de betreffende rapporten is soms geen rekening gehouden met kosten voor zaaizaad bodembedekker (ca 100 gld/ha), extra kunstmestkosten (275 à 400 gld/ha bij snijmais en 120 gld/ha bij suikerbieten) ter compensatie van het niet kunnen uitrijden van drijfmest of extra kosten voor bestrijdingsmiddelen ter compensatie van het niet machinaal kunnen schoffelen van suikerbieten. Voor zover de kostenposten wel zijn opgevoerd, verschillen ze niet zo veel. Voor de teeltsystemen met groenbemester en strobedekking zijn geen kostenberekeningen van derden voorhanden.

#### **Effect op opbrengsten**

Bij het onderzoek naar erosiebeperkende teeltmethoden zijn ook metingen en berekeningen verricht aan de opbrengsten van de gewassen (Wijnandsrade, 1990/1993; Kraak, 1993). De resultaten hiervan zijn gegeven in aanhangsel 1. In tabel 6 zijn de relatieve opbrengsteffecten omgezet in geldelijke opbrengsteffecten.

Het erosiebeperkende teeltsysteem bodembedekker met mulchzaai heeft weinig invloed op de bruto-opbrengst van snijmais en suikerbieten. Bodembedekker met directzaai geeft 6 % opbrengstdepressie. Voor snijmais betekent dit ongeveer 150 gulden per ha verlies en voor suikerbieten is dit 400 gld per ha. Het machinaal opbrengen van strobedekking wordt nog niet toegepast. Effecten op opbrengsten hiervan zijn dan ook niet bekend en worden hier buiten beschouwing gelaten.

**Tabel 6 Effect van enkele erosiebeperkende teeltmethoden op de bruto opbrengsten van snijmais en suikerbieten.**

	Gewas	
	Snijmais	Suikerbieten
Relatieve opbrengst in procenten bij:		
bodembedekker met mulchzaai	99	100
bodembedekker met directzaai	94	94
strobedekking in voorjaar (1)	104	?
Bruto-opbrengst (gld/ha) (2)	2530	6610
Effect op bruto-opbrengst (gld/ha)		
bodembedekker met mulchzaai	-25	0
bodembedekker met directzaai	-152	-397
strobedekking in voorjaar (1)	+101	?

1) Gebaseerd op waarnemingen waarbij stro in handkracht is opgebracht;

2) Bron: PAGV, 1993; Bij snijmais excl steunbedrag van 660,00 gld per ha.

### **Schade landbouw**

Door erosiebestrijdingsmaatregelen vermindert ook de schade voor de landbouw. Deze schade bestaat uit:

- Lagere gewasopbrengst door wegspoelen van zaaigoed, nutriënten en pesticiden of het onderslibben hiervan;
- Verminderde gewasopbrengst door plaatselijk stagnerende ontwatering;
- Kosten voor extra inzet van arbeid, materieel en materiaal voor egaliseren van rills en geulen en het ploegen van colluviale dekken.

De meeste literatuur over de schade door erosie aan landbouwgewassen gaat in op de lange-termijneffecten, dat wil zeggen de afname aan opbrengend vermogen van de bodem. Over de korte termijn effecten, te weten de effecten die direct optreden als gevolg van intensieve regenbuien, zijn slechts weinig concrete cijfers bekend. Volgens onderzoek van Bolline en Laurant (1983) kan het opbrengstverlies op frequent geërodeerde gronden oplopen tot 3 à 5 procent per jaar van de waarde van de oogst. Dit percentage is becijferd op basis van vraaggesprekken met landbouwers uit de streek van Gembloux (België) en geëvalueerd door landbouweconomen. Het geldt als gemiddelde voor alle teelten en houdt rekening met rechtstreekse erosieschade, kosten van herinzaaien en produktiederving ingevolge laattijdig herinzaaien (Bolline en Laurant, 1983; De Ploey, 1986). Schouten et al. (1985) melden dat uit veldonderzoek op een aantal akkers in Zuid-Limburg bleek dat vijf tot tien procent van de oogst als verloren beschouwd moet worden ten gevolge van erosie en sedimentatie. Deze waarneming was echter niet representatief voor het Limburgse heuvelland, maar geeft een indicatie van de omvang die de schade kan aannemen. In het algemeen zal deze echter geringer zijn.

Door Jansen (1985) zijn ongeveer 15 enquêtes gehouden onder boeren in Zuid-Limburg. De helft van de geënquêteerde boeren zegt op meer dan 50 procent van de percelen last te hebben van erosie. De frequentie bleek uiteen te lopen van elk jaar tot één keer per vijftien jaar. Bij de jaarlijkse schade was sprake van rillen tot 10-15 cm diep. Eens per 3 à 5 jaar was sprake van geultjes van 40-50 cm diep en ééns in de 15 jaar ging

het om geulen die zo groot zijn dat ze opgevuld moeten worden. Last bestaat uit oogstderving. In en rond de geulen groeit weinig en met modder overspoelde stukken geven weinig tot geen opbrengst. Bij grotere geulen is er extra werk nodig omdat de geul bij de bewerkingen gaat fungeren als perceelsgrens. Het oogsten wordt door geulen bemoeilijkt en de oogst kan in de geulen wegzakken. Uit de enquête bleek ook dat de meeste erosie optreedt in het voorjaar, direct na het zaaien.

Door agrariërs die zitting hebben in de erosiewerkgroep Zuid-Limburg wordt de opbrengstdepressie als gevolg van erosie ingeschat op gemiddeld één procent bij een 25-jaars bui (mondelinge mededeling Duijsings, 1994). Dit zou op jaarbasis uitkomen op 0,04 procent.

Voor de kosten-batenanalyse is de volgende benadering gekozen ter bepaling van de opbrengstdepressie als gevolg van erosie: Uitgegaan is van de oppervlakte per proefgebied met meer dan 50 ton sedimentatie per ha in de scenario's 0 en 1 (De Roo et al., 1994). Dit betekent een gemiddelde sliblaag van 2,5 mm. Er wordt van uitgegaan dat hierdoor 10 procent van de bruto-oogst verloren gaat. De opbrengstdepressies op gronden waarop meer dan 50 ton slib per hectare is afgezet worden daarmee bij snijmais 253 gulden en bij suikerbieten 661 gulden.

Voor Catsop betekent dit bij het huidige bouwplan (2 % snijmais, 37,6 % suikerbieten)  $0,02 * f 253 + 0,376 * f 661 = f 254,-$  per ha met meer dan 50 ton slib (zie tabel 7). Voor Etzenrade en St. Gillisstraat zijn de bedragen, als gevolg van een ander bouwplan,  $f 289,-$  en  $f 276,-$ . Voor het gemiddelde bouwplan in Zuid-Limburg komt het bedrag op  $f 245,-$ . Deze bedragen gelden voor de oppervlakte met meer dan 50 ton slib per ha. Voor het gemiddelde effect moeten de bedragen worden vermenigvuldigd met het percentage van de oppervlakte waarop meer dan 50 ton slib per ha is afgezet. De gemiddelde opbrengstdepressies die daaruit volgen per bui per ha (zomer, herhalingstijden 2 en 25 jaar) staan in tabel 7.

Ter vergelijking: Bij het gemiddelde bouwplan in Zuid-Limburg is de bruto-opbrengst 4100 gulden. Bij een bui met een herhalingstijd van 2 jaar is de opbrengstdepressie dus 0,4 procent. Bij een herhalingstijd van 25 jaar is dit 0,7 procent.

In de kosten-batenanalyse wordt als jaargemiddelde uitgegaan van de opbrengstdepressie die hoort bij een bui met een herhalingstijd van 2 jaar. Gegevens van buien met een herhalingstijd van 1 jaar ontbreken. Omdat over een langere tijd bezien ook buien optreden met andere herhalingstijden (5, 10, 25 jaar etc), waarbij de schade hoger is, lijkt het redelijk om als gemiddelde uit te gaan van een herhalingstijd van 2 jaar.

**Tabel 7 Oppervlakte met meer dan 50 ton slib/ha (%) en opbrengstdepressies per ha (gld) voor de proefgebieden en voor het studiegebied Zuid-Limburg voor zomerbuien met herhalings tijden van 2 en van 25 jaar**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillis-straat	Zuid-Limburg
opbrengstdepressie bij > 50 ton slib/ha (gld/ha)	254	289	276	245
<u>zomer, 2 jaar</u>				
% opp. > 50 ton/ha	10	4	6	6,7*
opbrengstdepressie (gld/ha)	25	12	17	16
<u>zomer, 25 jaar</u>				
% opp. > 50 ton/ha	15	10	9	11*
opbrengstdepressie (gld/ha)	38	29	25	27

\* Gemiddelde van de drie proefgebieden

Omdat in het erosienormeringsonderzoek is gewerkt met een gridmodel zijn de oppervlakten sedimentatie moeilijk nauwkeurig aan te geven. Voor het bepalen van de reductie aan erosie is daarom uitgegaan van de reductie aan gemiddeld bodemverlies (De Roo et al., 1994). In tabel 8 staan de gehanteerde reductiepercentages vermeld. De vermindering van de opbrengstdepressie per scenario wordt bepaald uit een combinatie van tabel 7 en 8. Scenario 2D bijvoorbeeld leidt voor Catsop tot een reductie van de opbrengstdepressie van  $0,77 * f 25,- = f 19,-$  per ha bouwland.

**Tabel 8 Reductie van gemiddeld bodemverlies (%) ten opzichte van scenario 0 per proefgebied bij een zomerbui met een herhalings tijd van 2 jaar**

scenario	Catsop	Etzenrade	St.Gillisstraat	Zuid-Limburg*
1	0	0	0	0
2D	77	86	98	87
4A	77	83	92	84
4B	80	86**	91	86
4C	80	88**	95	88
4D	80	87**	94	87
4E	57	71**	84	71

\* Voor Zuid-Limburg is het gemiddelde genomen van de drie proefgebieden.

\*\* Voor de scenario's 4B, 4C, 4D en 4E zijn geen gegevens van het erosienormeringsonderzoek. Uitgegaan is daarom van het gemiddelde van Catsop en St. Gillisstraat. Dit lijkt redelijk omdat de waarden voor de scenario's 2D en 4A voor Etzenrade ook ongeveer het gemiddelde zijn van Catsop en St. Gillisstraat.

## 4.2 Inrichtingsmaatregelen

De inrichtingsmaatregelen die in dit onderzoek worden meegenomen zijn aanleg van grasbanen en groenstroken. Grasbanen worden aangelegd in afvoerbanen in het landschap waar het water zich van nature concentreert en afstroomt. De bedoeling van



grasbanen is te voorkomen dat tot afstroming gekomen water tijdens het transport naar de beek of rivier nog verdere erosie veroorzaakt (De Roo et al., 1994). De breedte van de grasbanen bedraagt 10 meter. Groenstroken zijn begroeide stroken, veelal gras, die min of meer de hoogtelijnen volgen, afgewisseld met stroken bouwland. De groenstroken kunnen de sedimentlast van afstromend water verminderen en daarmee erosieproblemen beperken. De breedte van de groenstroken bedraagt 5 meter en de onderlinge afstand 200 meter.

Voor dit onderzoek is er van uitgegaan dat de grasbanen en groenstroken in eigendom en beheer komen bij het waterschap. In de praktijk kan het beheer en eigendom ook bij anderen komen te liggen (bijv. agrariërs of gemeenten). Nadere invulling hiervan valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

De kosten voor het waterschap voor grasbanen en groenstroken bestaan uit verwerving van grond, aanleg en onderhoud. Daarnaast zijn er extra exploitatiekosten voor de landbouw als gevolg van doorsnijding van percelen. De verschillende kostenposten worden in de paragrafen 4.2.1 tot en met 4.2.3 behandeld.

#### **4.2.1 Verwerving grond**

Aankoop van grond tegen de gangbare grondprijs kost 47.000 gulden per ha (BBL, 1993). Als de gronden moeten worden onteigend, moet rekening worden gehouden met inkomensderving voor de landbouw. De verwervingskosten van de gronden kunnen hierdoor oplopen tot 75.000 gulden per ha. Als compensatiegrond ter beschikking kan worden gesteld is de vergoeding voor inkomensderving niet nodig. Bij de berekening van de kosten van de grasbanen en groenstroken is er van uitgegaan dat binnen landinrichtingsprojecten landbouwgrond kan worden aangekocht voor 47.000 gulden per ha. Buiten de landinrichtingsprojecten zal rekening moeten worden gehouden met 75.000 gulden per ha (incl. vergoeding voor inkomensderving). In deze studie wordt een gemiddelde van beide bedragen gehanteerd, gebaseerd op de oppervlakte landinrichtingsgebied ten opzichte van de totale gebiedsoppervlakte.

In het studiegebied liggen 4 landinrichtingsprojecten (CCC, 1979; Min.LNV, 1993a en 1993b en LD, 1988). Circa 75 procent van het bouwland en tuinland ligt in één van deze projectgebieden. Gemiddeld voor het studiegebied leidt dat tot een prijs van 54.000 gulden per ha. De grondverwerving voor grasbanen kost dan 54 gulden per strekkende meter en voor groenstroken 27 gulden per strekkende meter.

#### **4.2.2 Aanleg en onderhoud**

De ligging en de afmetingen van de grasbanen moeten nauwkeurig worden bepaald. Er is vanuit gegaan dat voor planvorming en toezicht een cultuurmaatschappij wordt ingeschakeld. De kosten voor planvorming en directievoering zijn op 30% van de

uitvoeringskosten gesteld. De berekening van aanleg- en onderhoudskosten is gegeven in aanhangsel 2. De kosten zijn in onderstaand overzicht samengevat.

Grasbaan 10 m breed:

Aanlegkosten	4,60 gld/m
Onderhoudskosten in loonwerk	2,25 gld/jaar/m
Aanlegkosten onderdoorgang onverharde weg	5900 gld/stuk
Aanlegkosten onderdoorgang verharde weg	8900 gld/stuk

Groenstrook 5 m breed:

Aanlegkosten	1,75 gld./m
Onderhoudskosten	1,15 gld./jaar/m

#### 4.2.3 Extra exploitatiekosten landbouw

De extra exploitatiekosten voor de landbouw als gevolg van de aanleg van grasbanen en groenstroken bestaan uit extra bewerkingskosten en opbrengstdepressies op de perceelskanten. Deze kosten zijn afhankelijk van het bouwplan en de bewerkingsrichting. Het bouwplan is afhankelijk van het hellingspercentage (zie aanhangsel 3). Onderscheiden zijn hellingen van  $> 10\%$  en hellingen van  $\leq 10\%$ . Op hellingen  $> 10\%$  zijn geen aardappelen in het bouwplan opgenomen. De bewerkingsrichting is voor de meeste werkzaamheden altijd evenwijdig aan de perceelslengte. Voor enkele werkzaamheden is de bewerkingsrichting altijd zo veel mogelijk evenwijdig aan de hellingsrichting (loodrecht op de hoogtelijnen) en voor enkele werkzaamheden is de bewerkingsrichting altijd zoveel mogelijk loodrecht op de hellingsrichting (evenwijdig aan hoogtelijnen) (in aanhangsel 3 is in de tabellen 3.4 t/m 3.11 de bewerkingsrichting voor de verschillende omstandigheden aangegeven). Vanwege de verschillen in bewerkingsrichting is het van belang onderscheid te maken in perceelskanten evenwijdig aan en perceelskanten loodrecht op de hellingsrichting. In aanhangsel 3 is aangegeven hoe de extra bewerkingskosten zijn berekend. Een samenvatting staat in tabel 9 kolom 2.

Voor het berekenen van de extra opbrengstdepressies op randen is uitgegaan van opbrengstdepressies langs een gewasgrens. In aanhangsel 3 is beschreven hoe de opbrengstdepressies zijn bepaald. Een samenvatting hiervan staat in tabel 9 kolom 3. In kolom 4 zijn de extra bewerkingskosten en opbrengstdepressies samengevoegd tot extra exploitatiekosten per perceelskant of hoek.

**Tabel 9 Extra exploitatiekosten op een perceelskant (gld/hm) of hoek (gld/hoek)**

	Bewerkingskosten	Opbrengst-depressie	Totaal
Op percelen met perceelslengte // hellingrichting:			
helling > 10 %:			
perc.kant//helling (LK)	87	17	104
perc.kant   helling (WA)	281	17	298
hoek (h)	49	1	50
helling ≤ 10 %:			
perc.kant//helling (LK)	81	20	101
perc.kant   helling (WA)	319	20	339
hoek (h)	53	2	55
Op percelen met perceelslengte   hellingrichting:			
helling > 10 %:			
perc.kant//helling (WA)	239	17	256
perc.kant   helling (LK)	129	17	146
hoek (h)	49	1	50
helling ≤ 10 %:			
perc.kant//helling (WA)	222	20	242
perc.kant   helling (LK)	178	20	198
hoek (h)	53	2	55

De grasbanen worden in de droogdalbodems evenwijdig aan de hellingrichting aangelegd. De groenstroken worden evenwijdig aan de hoogtelijnen aangelegd. Als de grasbanen en groenstroken langs de perceelsgrenzen worden aangelegd zijn er geen extra exploitatiekosten. Naarmate meer kleine percelen voorkomen, kunnen meer grasbanen en groenstroken langs perceelskanten worden gelegd. Indien een grasbaan of groenstrook een perceel doorsnijdt, ontstaan extra exploitatiekosten.

### 4.3 Regenwaterbuffers

#### *Aanleg*

Op grond van het landinrichtingsplan Mergelland (west) is berekend wat de kosten zijn voor de aanleg van regenwaterbuffers en leegloopvoorzieningen. De voorzieningen die getroffen gaan worden in dit landinrichtingsproject hebben als doel het voorkomen van overlast van water en modder afkomstig uit landelijke gebieden. Om die reden vormt de berekening van de in Mergelland te maken kosten een goede basis voor de kosten-batenanalyse. De daadwerkelijk te maken kosten kunnen in de praktijk aanzienlijk hoger of lager uitvallen dan de hieronder aangenomen bedragen.

De kostenberekening voor buffers in het landinrichtingsplan Mergelland luidt als volgt:

Totale hoeveelheid buffers:	79
Totale inhoud van de buffers:	100.000 m <sup>3</sup>
Totale lengte leegloopvoorziening:	6,2 km

**Kosten**

- uitvoering werk	3.065.160,00
- voorbereiding/directie	648.280,00
- schadevergoeding	503.000,00
- grondaankoop 40 ha à 75.000	<u>3.000.000,00</u>
totaal	7.216.440,00

Gemiddelde kosten per m<sup>3</sup> te bufferen regenwater: f 72,00

Bij deze berekening is uitgegaan van een hogere grondprijs dan de marktprijs omdat voor regenwaterbuffers veelal grond op een vast bepaalde plaats nodig is waar meer voor moet worden betaald dan de gemiddelde grondprijs. Analoog aan de redenering van grasbanen en groenstroken wordt bij de kosten-batenanalyse in eerste instantie gerekend met een grondprijs van 54.000 gld per ha. In de gevoeligheidsanalyse wordt het effect van de hoogte van de grondprijs op de totale kosten nagegaan.

Afhankelijk van de grondprijs zijn de jaarkosten als volgt (rente 6 procent, afschrijving 25 jaar):

<u>grondprijs (gld)</u>	<u>kosten per m<sup>3</sup> buffer(gld/m<sup>3</sup>)</u>	<u>jaarkosten per m<sup>3</sup> buffer (gld/m<sup>3</sup>)</u>
47.000	61	4,77
54.000	64	5,00
75.000	72	5,63

**Onderhoud**

Door het waterschap is een inschatting gemaakt van de kosten voor onderhoud van regenwaterbuffers. In de praktijk blijken de onderhoudskosten erg uiteen te lopen tussen de verschillende buffers. De hoogte van de onderhoudskosten per buffer zijn afhankelijk van:

- het gevoerde beheer, volledig maaien en afvoeren tegenover het gebruiken als weiland
- inrichting, met name aanwezige beplanting
- de inhoud, over het algemeen geldt hoe kleiner de buffer hoe hoger de kosten per kubieke meter inhoud

In het kader van het landinrichtingsproject Mergelland zijn de onderhoudskosten geschat variërend van f 0,21 tot f 1,55 per m<sup>3</sup> (prijspeil 1989). Het waterschap komt op basis van ervaringen bij bestaande buffers op bedragen oplopend tot f 4,11 per m<sup>3</sup> (f 5,- inclusief overhead).

In deze kosten-batenanalyse zijn twee kostenvarianten voor het onderhoud van regenwaterbuffers gehanteerd, te weten f 2,50 per m<sup>3</sup> per jaar en f 5,00 per m<sup>3</sup> per jaar. De kosten voor onderhoud van buffers kunnen aanzienlijk verschillen tussen de diverse buffers. De hoogte van de kosten is onder andere afhankelijk van de onderhoudsmethode, de inrichting, grootte en ligging van de buffer. Er is geen rekening gehouden met de kosten voor het periodiek verwijderen van slib uit de regenwaterbuffers.

## 5 Kosten en baten proefgebieden

### 5.1 Beschrijving proefgebieden en scenario's

De ligging van de proefgebieden is aangegeven in figuur 1. Enkele gegevens van de proefgebieden zijn weergegeven in tabel 10.

**Tabel 10 Enkele gegevens van de drie proefgebieden**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstraat
oppervlakte totaal (ha)	41,6	224,4	42,8
w.v. bouwland met helling 0-2 %	-	60,2	1,3
2-5%	17,0	57,9	4,8
5-10%	17,4	64,8	18,8
10-15%	-	3,7	2,6
wintertarwe (%)	39,9	24,1	17,9
aardappelen (%)	20,5	13,3	20,4
suikerbieten (%)	37,6	32,0	29,3
snijmais (%)	2,0	30,6	32,4
groenbemester (%)	24,3	4,4	13,9

Bron: De Roo et al., 1994

De scenario's die worden doorgerekend zijn geselecteerd als zijnde het meest perspectiefvol. Hierbij worden onderscheiden scenario's gericht op het beheer van gronden (scenariogroep 2), scenario's gericht op inrichtingsmaatregelen (scenariogroep 3) en combinatiescenario's (scenariogroep 4). In deze studie wordt de nummering van scenario's aangehouden uit het erosienormeringsonderzoek. Dit om goed de uitkomsten van de kosten-batenanalyse te kunnen relateren aan de effectiviteit van maatregelen.

De geselecteerde scenario's met bijbehorende maatregelen zijn:

scenario 0

het grondgebruik anno 1990

- geen specifieke maatregelen

scenario 1

het huidig beleid

- grondbewerking in het najaar
  - perceelslengte beperken tot 400 m op hellingen van 2-5 %
  - perceelslengte beperken tot 300 m op hellingen van 5-18 %
  - toepassen groenbemesters op hellingen van 10-15 %
  - toepassen bodembedekkers met mulchzaai op hellingen van 15-18 %
  - bouwland omzetten in grasland op hellingen > 18 %
- regenwaterbuffers

#### scenario 2D

conform scenario 1, dit betekent:

- perceelslengte beperken tot 400 m op hellingen van 2-5 %
- perceelslengte beperken tot 300 m op hellingen van 5-18 %
- bouwland omzetten in grasland op hellingen > 18 %
- aanleg regenwaterbuffers om de resterende waterhoeveelheid te bergen.

extra:

- toepassen strobedekking op hellingen van 2-18 %

#### scenario 4A

conform scenario 1, dit betekent:

- perceelslengte beperken tot 400 m op hellingen van 2-5 %
- perceelslengte beperken tot 300 m op hellingen van 5-18 %
- bouwland omzetten in grasland op hellingen > 18 %
- aanleg regenwaterbuffers om de resterende waterhoeveelheid te bergen.

extra:

- mulchzaai op hellingen > 2 %

#### scenario 4B

conform scenario 1, dit betekent:

- perceelslengte beperken tot 400 m op hellingen van 2-5 %
- perceelslengte beperken tot 300 m op hellingen van 5-18 %
- bouwland omzetten in grasland op hellingen > 18 %
- aanleg regenwaterbuffers om de resterende waterhoeveelheid te bergen.

extra:

- mulchzaai op hellingen > 2 %
- grasbanen in droogdalbodems

#### scenario 4C

conform scenario 1, dit betekent:

- bouwland omzetten in grasland op hellingen > 18 %
- aanleg regenwaterbuffers om de resterende waterhoeveelheid te bergen.

extra:

- mulchzaai op hellingen > 2 %
- grasbanen in droogdalbodems
- groenstroken met een onderlinge afstand van 200 m op hellingen > 2%

#### scenario 4D

conform scenario 1, dit betekent:

- bouwland omzetten in grasland op hellingen > 18 %
- aanleg regenwaterbuffers om de resterende waterhoeveelheid te bergen.

extra:

- mulchzaai op hellingen > 2 %
- grasbanen in droogdalbodems
- groenstroken met een onderlinge afstand van 200 m op hellingen > 5%

#### scenario 4E

conform scenario 1, dit betekent:

- perceelslengte beperken tot 400 m op hellingen van 2-5 %
- perceelslengte beperken tot 300 m op hellingen van 5-18 %
- bouwland omzetten in grasland op hellingen > 18 %
- aanleg regenwaterbuffers om de resterende waterhoeveelheid te bergen.

extra:

- mulchzaai op hellingen > 5 %
- grasbanen in droogdalbodems

In de volgende paragrafen worden de resultaten voor de doelgroepen landbouw en waterschap gegeven. Een voorbeeld van de manier waarop dit is berekend staat in aanhangsel 4.

## 5.2 Landbouw

### *Uitgangspunten*

De kosten zijn berekend op jaarbasis. Voor de teeltmaatregelen zijn de bedragen uit par. 4.1. vermenigvuldigd met het aantal hectare bouwland per hellingklasse. Hierbij is verondersteld dat geen erosiebestrijdende teeltmaatregelen worden toegepast bij de teelt van wintertarwe en consumptie-aardappelen. De aandelen van deze gewassen zoals vermeld in tabel 10 zijn aangehouden. Verondersteld is verder dat de gewassen evenredig zijn verdeeld over de verschillende hellingklassen. Dit zal niet geheel correct zijn, met name omdat aardappelen niet op hellingen steiler dan 10 procent worden verbouwd. Het percentage aardappelen is echter over het algemeen gering zodat dit weinig uit zal maken voor het totaalresultaat. Bovendien is voor de meeste scenario's de hellingklassegrens van 10 procent niet van belang. Teeltmaatregelen gelden veelal voor de hellingklasse groter dan 2 of 5 procent.

Indien er in de huidige situatie groenbemester wordt verbouwd dan wordt dit beschouwd als horende bij het 0-scenario. Dat wil zeggen dat alleen voor het areaal groenbemester dat extra wordt verbouwd kosten worden toegerekend aan de scenario's. Ook voor groenbemester wordt verondersteld dat de teelt evenredig is verdeeld over de verschillende hellingklassen. Tevens is verondersteld dat de groenbemester evenredig is verdeeld over de gewassen consumptie-aardappelen en suikerbieten. In het geval van mulchzaai met groenbemester worden de kosten van verbouw van de reeds aanwezige groenbemester afgetrokken van de kosten van mulchzaai.

De kosten van de grasbanen en groenstroken zijn per gebied uitgerekend. De manier waarop dit gedaan is wordt toegelicht voor Catsop. De uitgangssituatie is weergegeven in figuur 2. Hierop staat per perceel de bewerkingsrichting weergegeven. In totaal zijn er 6 percelen. De situatie met grasbanen en groenstroken (scenario 4C) is weergegeven in figuur 3. Hieruit blijkt dat er een aantal nieuwe percelen ontstaat: 1a, 1b, 2a, 2b, 4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b, 6c, 6d. In totaal zijn er nu 13 percelen. Van deze percelen is de lengte van de wendakkers en de lengtekanten en het aantal hoeken bepaald. Deze zijn vermenigvuldigd met de bedragen uit tabel 9. Dit is gedaan zowel voor de uitgangssituatie als voor de situatie met grasbanen en groenstroken. Het verschil tussen



beide bedragen geeft het effect van de aanleg van grasbanen en groenstroken weer (zie aanhangsel 4).

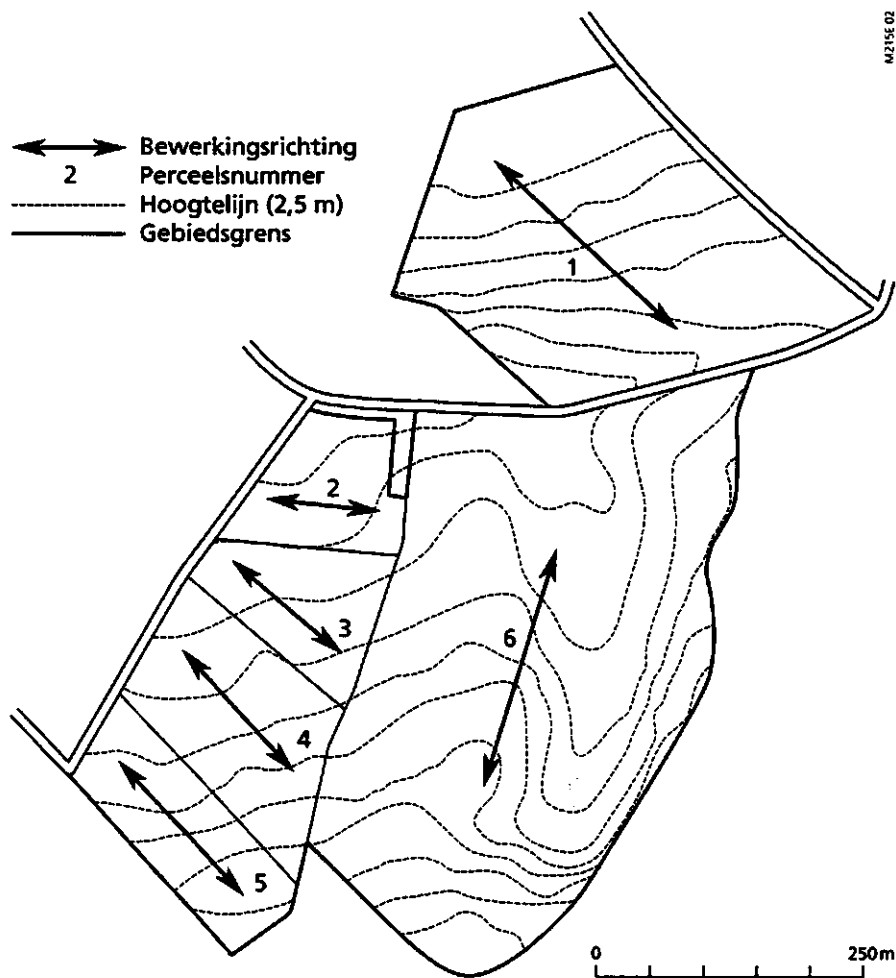
Het berekende effect is maximaal, dat wil zeggen dat geen rekening is gehouden met aanpassing van de percelering en met braaklegging. In de praktijk zal dit wel gebeuren en zullen indien mogelijk de percelen 4b en 5b worden samengevoegd. In hoeverre dit mogelijk is hangt af van de situatie in het veld (wat voor grenzen liggen er tussen de percelen) en van de eigendomssituatie. Veelal zal verandering van de percelering samengaan met extra kosten voor kavelinrichting. De ligging van de grasbanen en groenstroken is voor de proefgebieden Etzenrade en St. Gillisstraat aangegeven in de figuren 4 en 5. Alleen in St. Gillisstraat is verondersteld dat voor de grasbanen één onderdoorgang onder een verharde weg wordt aangelegd.

### **Resultaten**

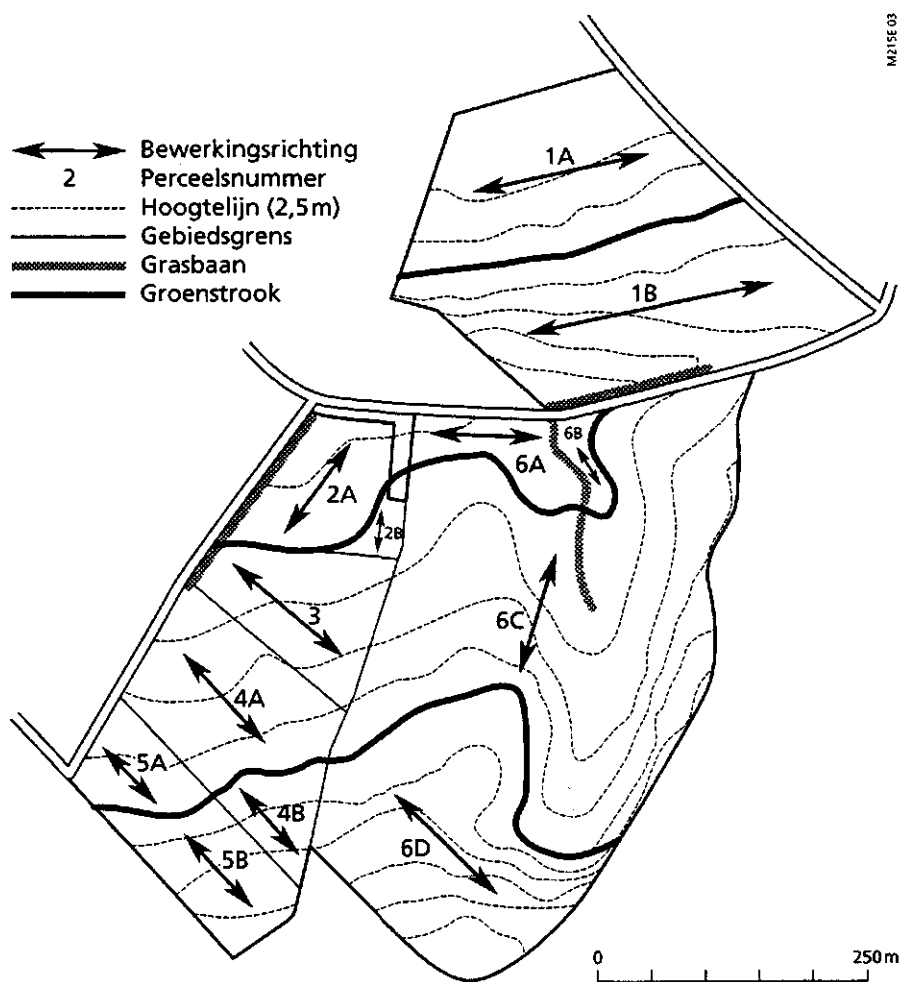
De jaarkosten voor de landbouw in de drie proefgebieden zijn per scenario weergegeven in tabel 11. Het beperken van de perceelslengte conform scenario 1 heeft alleen gevolgen voor Catsop. Perceel 6 (zie figuur 2) in dit gebied wordt hierdoor door midden gedeeld. Gemiddeld voor het gebied leidt dit tot extra exploitatiekosten van 56 gld per ha bouwland. In de andere proefgebieden zijn geen percelen die de grens van 400 respectievelijk 300 meter lengte evenwijdig aan de helling overschrijden. Toepassing van groenbemester op hellingen van 10 tot 15 procent leidt tot geringe extra kosten voor Etzenrade en St. Gillisstraat.

In scenario 2D blijkt dat strobedekking tot aanzienlijk hogere kosten leidt. Ondanks de batenpost 'vermindering opbrengstdepressie' resulteert dit scenario in kosten van 420 à 635 gulden per ha bouwland met een hellingklasse van meer dan 2 procent. De kosten per hectare zijn het laagst in Catsop. Dit komt omdat in dit proefgebied maar op 40 procent van de oppervlakte, snijmais of suikerbieten wordt verbouwd. Alleen op deze gewassen worden de erosiebestrijdende teeltmaatregelen toegepast. In de andere proefgebieden wordt op ongeveer 60 procent van de oppervlakte snijmais of suikerbieten verbouwd, waardoor de kosten van het scenario gemiddeld hoger zijn.

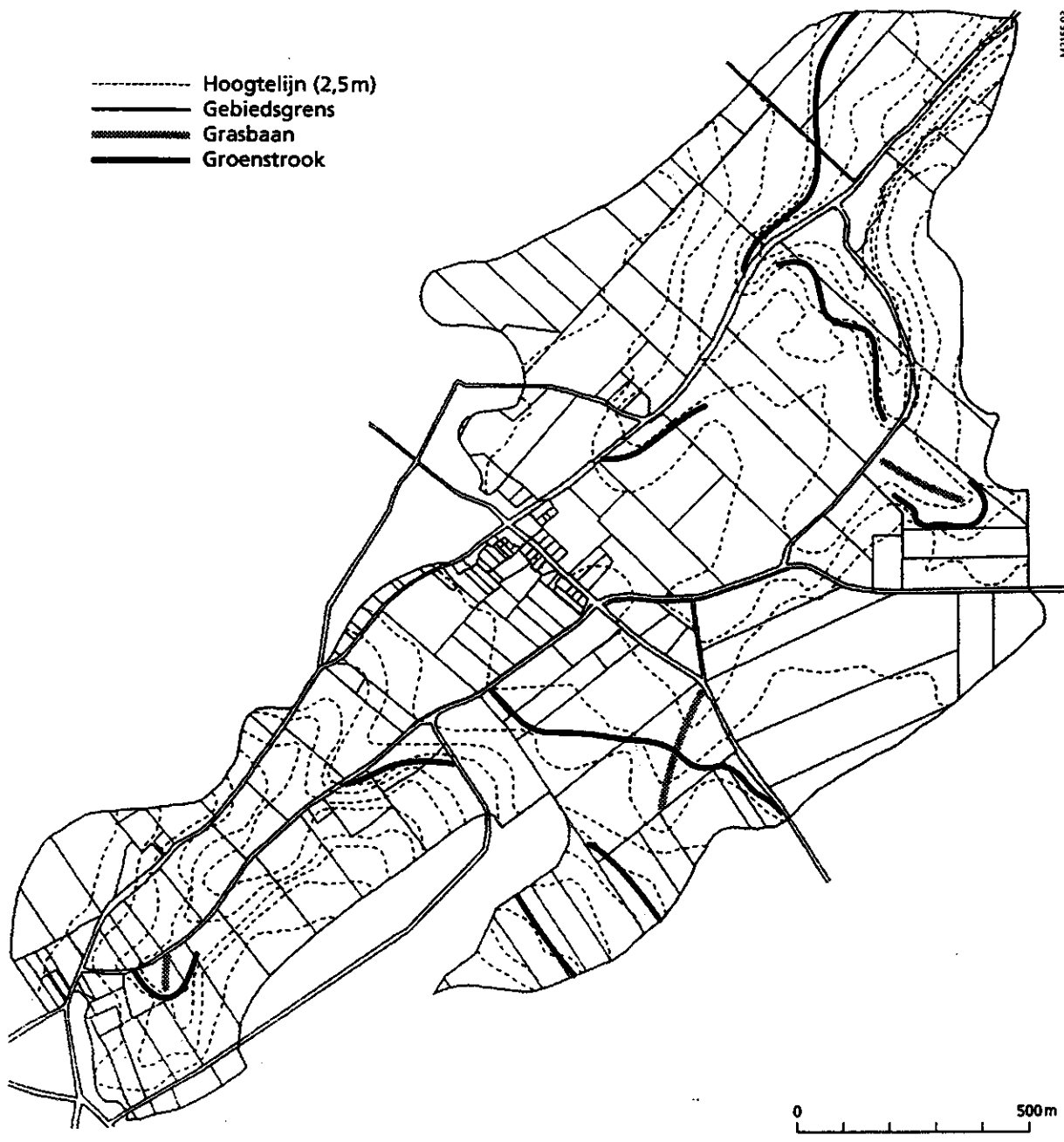
Mulchzaai kost minder dan strobedekking. Dit is reden waarom de kosten per ha van scenario 4A geringer zijn dan die van scenario 2D. Ze lopen uiteen van 245 gulden per ha bouwland in Catsop tot 495 gulden per ha bouwland met een hellingklasse van meer dan twee procent voor Etzenrade.



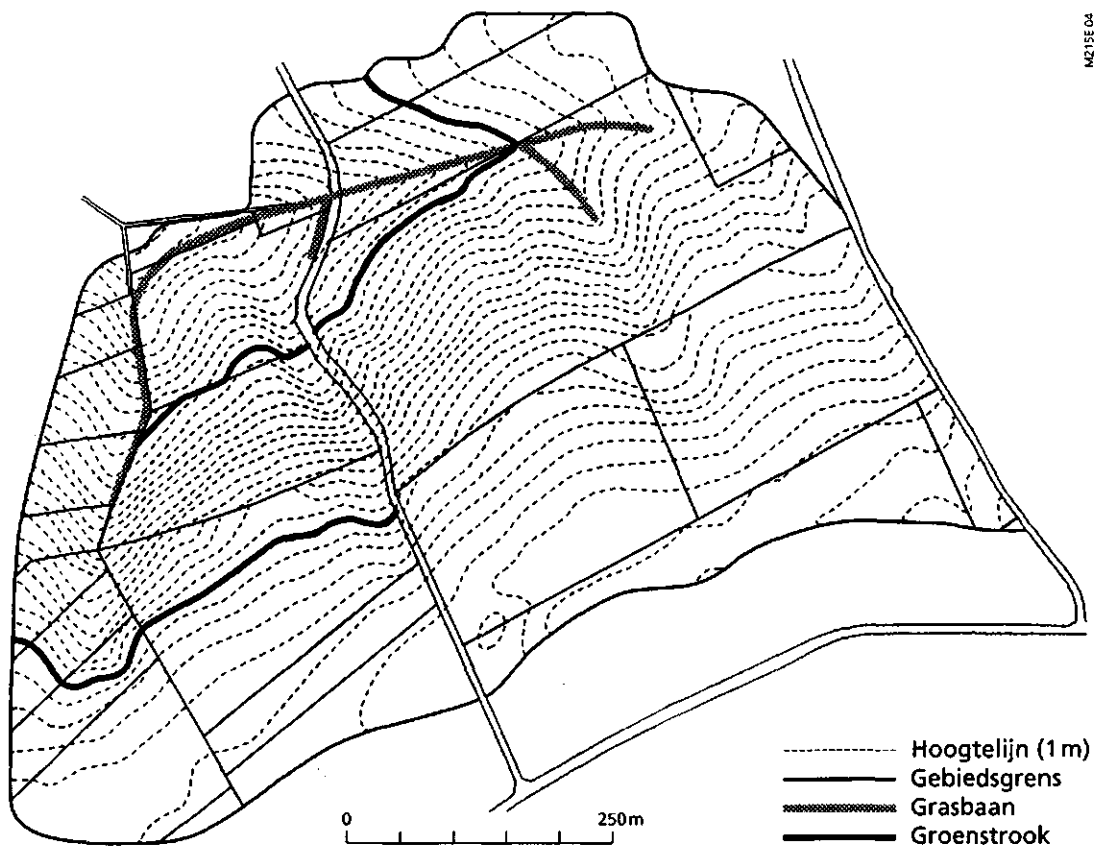
**Fig. 2** Verkavelingssituatie in Catsop vóór aanleg van grasbanen en groenstroken



*Fig. 3 Verkavelingssituatie in Catsop na aanleg van grasbanen en groenstroken*



**Fig. 4 Ligging grasbanen en groenstroken in Etzenrade**



*Fig. 5 Ligging grasbanen en groenstroken in St. Gillisstraat*

In de scenario's 4B tot en met 4E worden grasbanen aangelegd. In Catsop wordt er gemiddeld per ha 17 meter grasbaan aangelegd, hetgeen leidt tot extra exploitatiekosten van 42 gulden per ha (zie tabel 12). In Etzenrade en St. Gillisstraat zijn deze waarden respectievelijk 4 en 35 meter per ha en 21 en 77 gulden per ha. De kosten per strekkende meter grasbaan lopen uiteen van f 2,20 in St. Gillisstraat tot f 5,25 in Etzenrade. Dit verschil komt omdat in St. Gillisstraat een deel van de grasbanen aangelegd kan worden langs de perceelsranden terwijl in Etzenrade alle grasbanen dwars door de percelen heen gaan. In totaal leidt scenario 4B tot kosten van 290 gulden per hectare in Catsop tot 530 gulden per ha in St. Gillisstraat (tabel 11a).

De aanleg van groenstroken wordt toegevoegd in scenario 4C. In Catsop wordt gemiddeld 48 meter groenstrook per ha aangelegd, voor Etzenrade en St. Gillisstraat gaat het om 27 en 43 meter per ha. De extra exploitatiekosten per strekkende meter groenstrook zijn het hoogst in Catsop. In dit proefgebied worden de meeste groenstroken door percelen aangelegd. Door de aanleg van groenstroken vervalt in Catsop de maatregel 'beperken perceelslengte' als gevolg van scenario 1. De extra kosten als

gevolg van groenstroken variëren van zo'n 100 tot 180 gulden per ha (scenario 4C ten opzichte van 4B). Voor de gebieden Catsop en Etzenrade is scenario 4D gelijk aan 4B. De reden dat er toch verschillen zijn in uitkomsten is omdat voor Catsop de maatregel 'beperken perceelslengte' is weggelaten en voor Etzenrade de opbrengstreductie voor dit scenario bepaald is als gemiddelde van Catsop en St. Gillisstraat (tabel 8). In dit scenario worden groenstroken aangelegd op hellingen van meer dan 5 procent. Voor St. Gillisstraat betekent dit een gemiddelde van 26 meter groenstrook per hectare, hetgeen leidt tot extra exploitatiekosten van 67 gulden per hectare (tabel 12). De kosten voor de landbouw bij scenario 4D variëren van 230 tot bijna 580 gulden per ha bouwland (2%) (tabel 11).

Scenario 4E is eveneens een variant op scenario 4B. Het verschil ligt in de hellingklasse waarbij mulchzaai toegepast wordt. In 4B is dit vanaf 2 % helling, in 4D is het vanaf 5 % helling. Met name in Etzenrade nemen de kosten van het scenario aanzienlijk af.

Uit de berekeningen blijkt dat de teeltmaatregelen over het algemeen een belangrijk aandeel in de kosten van de scenario's hebben. De aanleg van grasbanen heeft relatief minder effect op de kosten maar de aanleg van groenstroken des te meer. Door combinatie van een teeltmaatregel (mulchzaai) met de aanleg van zowel grasbanen als groenstroken zijn de kosten van scenario 4C het hoogst. De kosten van scenario 2D zijn ook relatief hoog, ten opzichte van de andere scenario's. Strobedekking is een relatief dure teeltmaatregel.

In Catsop zijn de kosten bij alle scenario's lager dan in de andere proefgebieden. Dit komt omdat in Catsop relatief het minste snijmais en suikerbieten wordt verbouwd. De kosten voor Etzenrade en St. Gillisstraat zijn met elkaar vergelijkbaar. In St. Gillisstraat zijn de reducties in opbrengstderving per hectare gemiddeld iets hoger.

**Tabel 11a Jaarkosten landbouw in de proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
<b>scenario 1</b>			
beperken perceelslengte	1937	0	0
groenbemester (10-15%)	0	941	602
bodembedekker met mulchzaai	0	0	0
vermindering opbrengstdepressie	0	0	0
totaal scenario 1	1937	941	602
kosten /ha bouwland > 2%	56	7	23
<b>scenario 2D</b>			
beperken perceelslengte	1937	0	0
strobedekking (2-18 %)	15193	82874	16809
vermindering opbrengstdepressie	-672	-1854	-445
totaal scenario 2D	16458	81020	16364
verschil met scenario 1	14521	80079	15762
kosten/ha bouwland > 2%	422	634	603
<b>scenario 4A</b>			
beperken perceelslengte	1937	0	0
mulchzaai (> 2%)	9151	65273	12856
vermindering opbrengstdepressie	-672	-1790	-418
totaal scenario 4A	10416	63484	12438
verschil met scenario 1	8479	62543	11836
kosten/ha bouwland > 2%	246	495	453
<b>scenario 4B</b>			
beperken perceelslengte	1937	0	0
mulchzaai (> 2%)	9151	65273	12856
grasbanen	1450	2645	2003
vermindering opbrengstdepressie	-699	-1854	-413
totaal scenario 4B	11840	66064	14445
verschil met scenario 1	9903	65123	13844
kosten/ah bouwland > 2%	288	515	530
<b>scenario 4C</b>			
mulchzaai	9151	65273	12856
grasbanen	1450	2645	2003
groenstroken > 2%	8216	13174	4723
vermindering opbrengstdepressie	-699	-1897	-431
totaal scenario 4C	18119	79195	19150
verschil met scenario 1	16182	78254	18549
kosten/ha bouwland > 2%	470	619	710

**Tabel 11b Vervolg jaarkosten landbouw in de proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
scenario 4D			
mulchzaai (> 2%)	9151	65273	12856
grasbanen	1450	2645	2003
groenstroken > 5%	0	0	1261
vermindering opbrengstdepressie	-699	-1876	-427
totaal scenario 4D	9903	66043	15693
verschil met scenario 1	7966	65102	15092
kosten/ha bouwland > 2%	231	515	577
scenario 4E			
bepersen perceelslengte	1937	0	0
mulchzaai (> 5%)	4633	35395	10520
grasbanen	1450	2645	2003
vermindering opbrengstdepressie	-498	-1531	-381
totaal scenario 4E	7522	36510	12141
verschil met scenario 1	5585	35569	11540
kosten/ha bouwland > 2%	162	281	441

**Tabel 12 Aantal strekkende meters en kosten (in guldens) van grasbanen en groenstroken per ha en per strekkende meter in de proefgebieden en in Zuid-Limburg voor de verschillende scenario's**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstraat	Zuid-Limburg
scenario 4B, 4C, 4D en 4E				
grasbaan (m')	570	560	910	
grasbaan/ha	17	4	35	19
extra expl.kosten/ha	42	21	77	47
extra expl.kosten/m'	2,50	5,25	2,20	2,50
scenario 4C				
groenstrook (m')	1650	3350	1125	
groenstrook/ha	48	27	43	39
extra expl.kosten/ha	239	104	181	175
extra expl.kosten/m'	5,00	3,85	4,20	4,50
scenario 4D				
groenstrook (m')	-	-	560	
groenstrook/ha	-	-	26	9
extra expl.kosten/ha	-	-	67	22
extra expl.kosten/m'	-	-	2,60	2,44

De kosten van de erosiebestrijdende maatregelen zijn bepaald uitgaande van kosten voor arbeid van 34 gulden per uur. Dit zijn de werkgeverslasten voor betaalde arbeid. In de landbouw wordt echter veel arbeid door agrariërs en gezinsleden zelf verricht en hoeven deze kosten niet werkelijk betaald te worden. In tabel 13 is nagegaan hoe de uitkomsten van de berekeningen wijzigen indien lagere kosten voor arbeid worden ingerekend. Uitgegaan is hierbij van 20 gulden per uur, zijnde ongeveer het gemiddelde van het



netto en bruto CAO-loon van een vaste arbeidskracht in de landbouw. Uit de tabel blijkt dat de kosten per hectare bouwland, afhankelijk van het scenario met zo'n 20 à 55 gulden dalen. Dit is ongeveer 10 procent van de totale kosten.

**Tabel 13 Jaarkosten landbouw voor de proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten voor arbeid van f 20,00 per uur (i.p.v. f 34,00 per uur)**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
scenario 1			
totaal kosten	1762	857	548
kosten/ha bouwland (> 2%)	51	7	21
verschil met arbeidsk. f 34,00	-5	-0	-2
scenario 2D			
kosten t.o.v. scenario 1	13382	75328	14860
kosten/ha bouwland (> 2%)	389	596	568
verschil met arbeidsk. f 34,00	-33	-38	-35
scenario 4A			
kosten t.o.v. scenario 1	7523	57989	11020
kosten/ha bouwland (> 2%)	219	459	422
verschil met arbeidsk. f 34,00	-27	-36	-31
scenario 4B			
kosten t.o.v. scenario 1	8816	60330	12846
kosten/ha bouwland (> 2%)	256	477	491
verschil met arbeidsk. f 34,00	-32	-38	-39
scenario 4C			
kosten t.o.v. scenario 1	14526	72267	17123
kosten/ha bouwland (> 2%)	422	572	655
verschil met arbeidsk. f 34,00	-48	-47	-55
scenario 4D			
kosten t.o.v. scenario 1	7054	60308	13980
kosten/ha bouwland (> 2%)	205	477	535
verschil met arbeidsk. f 34,00	-26	-38	-42
scenario 4E			
kosten t.o.v. scenario 1	4970	32898	10700
kosten/ha bouwland (> 2%)	144	260	409
verschil met arbeidsk. f 34,00	-18	-21	-32

### 5.3 Waterschap

#### *Uitgangspunten*

De kosten voor het waterschap bestaan uit aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers en aanleg en onderhoud van grasbanen en groenstroken. Voor het aantal meters grasbanen en groenstroken is uitgegaan van de gegevens uit tabel 12. Het aantal meters grasbaan en groenstrook is vermenigvuldigd met de gegevens uit paragraaf 4.2. Voor de omvang van de benodigde regenwaterbuffers is uitgegaan van de resultaten van het

erosienormeringsonderzoek. Deze resultaten staan samengevat in tabel 14. Er is van uitgegaan dat alle afvoer van een zomerbui met een herhalingsdij van 25 jaar gebufferd wordt.

**Tabel 14 Totale waterafvoer in de huidige situatie (scenario 0) en reductie van waterafvoer per scenario t.o.v. het 0-scenario bij een zomerbui met een herhalingsdij van 1x in 25 jaar (m<sup>3</sup>)**

scenario	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
0 (waterafvoer)	4745	17082	4645
1 (reductie t.o.v. 0-scenario)	0	0	0
2D,,	1084	5088	1325
4A,,	984	4902	1116
4B,,	1131	4942	1751
4C,,	1433	5123	1943
4D,,	1131	4942	1973
4E,,	257	182	1422

Bron: De Roo et al., 1994

### **Resultaten**

Het aanleggen van regenwaterbuffers is de laatste maatregel om de resterende hoeveelheid water te bufferen. Dit betekent dat naar gelang er meer teelttechnische- of inrichtingsmaatregelen zijn getroffen, er minder water met regenwaterbuffers hoeft te worden opgevangen. De kosten hiervan zijn echter niet realistisch en worden niet weergegeven. In scenario 1 moet de grootste hoeveelheid water in buffers worden opgevangen. In de volgende scenario's is de hoeveelheid te bufferen water steeds kleiner en zijn de kosten voor aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers steeds lager. De kosten voor het waterschap zijn uitgerekend t.o.v. scenario 1. Het aanleggen en onderhouden van regenwaterbuffers komt daarom in alle scenario's als een negatieve kostenpost (of batenpost) naar voren. Ten opzichte van scenario 1 wordt er namelijk bespaard op de aanleg en het onderhoud van buffers.

In tabel 15 zijn de jaarlijkse kosten voor het waterschap bij uitvoering van de scenario's in de drie proefgebieden gegeven. Hierbij zijn de onderhoudskosten van 2,50 gld per m<sup>3</sup> te bufferen water aangehouden. Bij de scenario's 2D en 4A worden alleen teelttechnische maatregelen uitgevoerd. Voor het waterschap brengen deze maatregelen geen kosten mee. Door deze maatregelen is de hoeveelheid te bufferen water kleiner en kan het aantal en/of de grootte van de regenwaterbuffers kleiner worden. Deze twee scenario's leveren daarom besparingen op voor het waterschap en geen extra kosten. Het zijn de gunstigste scenario's voor het waterschap.

**Tabel 15a Jaarkosten waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten onderhoud buffers f 2,50/m<sup>3</sup> (kosten uitgedrukt t.o.v. scenario 1)**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
scenario 2D			
aanleg regenwaterbuffers	-5393	-25314	-6592
onderhoud regenwaterbuffers	-2710	-12720	-3313
totaal	-8103	-38034	-9905
kosten/ha gebied	-195	-170	-231
scenario 4A			
aanleg regenwaterbuffers	-4896	-24389	-5552
onderhoud regenwaterbuffers	-2460	-12255	-2790
totaal	-7356	-36644	-8342
kosten/ha gebied	-177	-163	-195
scenario 4B			
aanleg regenwaterbuffers	-5627	-24588	-8712
onderhoud regenwaterbuffers	-2828	-12355	-4378
verwerving en aanleg grasbanen	2613	2567	4868
onderhoud grasbanen	1294	1271	4680
totaal	-4548	-33104	-3542
kosten/ha gebied	-109	-148	-83
scenario 4C			
aanleg regenwaterbuffers	-7129	-25488	-9667
onderhoud regenwaterbuffers	-3583	-12808	-4858
verwerving en aanleg grasbanen	2613	2567	4868
onderhoud grasbanen	1294	1271	4680
verwerving en aanleg groenstroken	3711	7534	2530
onderhoud groenstroken	1881	3819	1283
totaal	-1213	-23104	-1164
kosten/ha gebied	-29	-103	-27
scenario 4D			
aanleg regenwaterbuffers	-5627	-24588	-9816
onderhoud regenwaterbuffers	-2828	-12355	-4933
verwerving en aanleg grasbanen	2613	2567	4868
onderhoud grasbanen	1294	1271	4680
verwerving en aanleg groenstroken	0	0	1539
onderhoud groenstroken	0	0	780
totaal	-4548	-33104	-2882
kosten/ha gebied	-109	-148	-67

**Tabel 15b Vervolg jaarkosten waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten onderhoud buffers f 2,50/m<sup>3</sup>**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
scenario 4E			
aanleg regenwaterbuffers	-1279	-905	-7075
onderhoud regenwaterbuffers	-643	-455	-3555
verwerving en aanleg grasbanen	2613	2567	4868
onderhoud grasbanen	1294	1271	4680
totaal	1986	2478	1082
kosten/ha gebied	48	11	-25

In de volgende scenario's worden grasbanen en/of groenstroken aangelegd. Deze maatregelen brengen wel kosten mee voor het waterschap. Voor de meeste scenario's en gebieden is het saldo van de jaarlijkse kosten negatief dat wil zeggen dat deze scenario's de jaarlijkse kosten voor het waterschap met ca 30 tot 150 gld per ha verlagen. Het aanleggen van grasbanen en groenstroken kost dan minder dan de besparing op het aanleggen van regenwaterbuffers. Alleen in Catsop en Etzenrade leidt uitvoering van scenario 4E tot extra kosten voor het waterschap. Dit komt omdat in dit scenario erg weinig bespaard kan worden op niet-aanleggen van regenwaterbuffers. De reductie in waterafvoer is bij dit scenario slechts één resp. vijf procent. In St. Gillisstraat is dit bij hetzelfde scenario 30 procent.

De jaarlijkse kosten zijn ook berekend bij jaarlijkse onderhoudskosten van 5 gld/m<sup>3</sup> te bufferen water (tabel 16). Als gevolg van hogere onderhoudskosten stijgen de baten van de scenario's; Het niet-uitvoeren van onderhoud levert meer geld op. De baten voor het waterschap stijgen het meest in St. Gillisstraat bij scenario 4C en 4D, namelijk met 115 gulden per ha gebied. De stijging is het minst in Etzenrade bij scenario 4E (2 gulden per ha) omdat de afvoerreductie in dit scenario zo gering is. Bij de overige scenario's stijgen de baten met zo'n 50 à 100 gulden per hectare.

De kosten van de verschillende scenario's zijn ook berekend bij andere grondprijzen, namelijk zowel bij een grondprijs van 47.000 gulden per ha (zijnde de gemiddelde grondprijs bij transacties, BBL, 1993) als bij een grondprijs van 75.000 gulden per ha. De laatste prijs wordt gehanteerd indien compensatie voor inkomensderving moet worden betaald. De uitkomsten van de berekeningen staan in tabel 17. De uitkomsten zijn weergegeven als verschil in kosten per hectare ten opzichte van de uitgangssituatie. Afhankelijk van het scenario treden er verschillende effecten op. Bij de maatregelen 'besparing op aanleg en onderhoud van buffers' wordt bij een hogere grondprijs extra geld bespaard. Dit is te zien bij de scenario's 2D en 4A. Bij de overige scenario's speelt dit ook maar wordt het effect gedeeltelijk teniet gedaan doordat meer moet worden betaald voor de grond voor grasbanen en groenstroken. Het effect van een grondprijs van 75.000 gulden per hectare ten opzichte van die van 54.000 varieert van -21 tot +32 gulden per hectare.

Naast deze variaties zijn ook berekeningen verricht voor een ander rentepercentage (8 % in plaats van 6 %) en andere afschrijvingstermijnen. Hierbij is een afschrijvingstermijn gekozen van 30 jaar (ten opzichte van 25 jaar) en een

afschrijvingstermijn van 50 jaar voor alleen de grond (overige investeringen 25 jaar). Deze laatste variant is gekozen omdat grond niet verdwijnt of slijt en dus maatschappelijk gezien ook niet afgeschreven hoeft te worden (financieel gezien wel). Uit tabel 17 blijkt dat ook een verandering in rentepercentage redelijk doortelt. Bij een hogere rente wordt meer bespaard op het niet-aanleggen van regenwaterbuffers. Ten opzichte van de verschillen in kosten van de scenario's als gevolg van andere onderhoudskosten van regenwaterbuffers (tabel 16) zijn echter de effecten van alle variaties uit tabel 17 beperkt.

**Tabel 16 Jaarkosten waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's, kosten onderhoud buffers f 5,00/m<sup>3</sup> (kosten t.o.v. scenario 1)**

	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
scenario 2D			
totaal kosten	-10813	-50754	-13217
kosten/ha gebied	-260	-226	-309
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-65	-56	-78
scenario 4A			
totaal kosten	-9816	-48899	-11132
kosten/ha gebied	-236	-218	-260
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-59	-55	-65
scenario 4B			
totaal kosten	-7375	-45459	-7919
kosten/ha gebied	-177	-203	-185
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-68	-55	-102
scenario 4C			
totaal kosten	-4796	-35912	-6022
kosten/ha gebied	-115	-160	-141
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-86	-57	-114
scenario 4D			
totaal kosten	-7375	-45459	-7814
kosten/ha gebied	-177	-203	-183
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-47	-55	-116
scenario 4E			
totaal kosten	1343	2023	-4637
kosten/ha gebied	32	9	-108
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-16	-2	-83

**Tabel 17 Verschil in kosten per ha voor het waterschap voor de drie proefgebieden bij uitvoering van de verschillende scenario's als gevolg van variatie in grondprijs, rentepercentage en afschrijvingstermijn (kosten t.o.v. tabel 15)**

variant	scenario	Catsop	Etzenrade	St. Gillisstr.
grondprijs f 47.000/ha	2D	+6	+5	+6
	4A	+5	+4	+6
	4B	-2	+4	-2
	4C	-11	0	-9
	4D	-2	+4	-6
	4E	-6	-1	-5
grondprijs f 75.000/ha	2D	-17	-14	-21
	4A	-16	-15	-17
	4B	+4	-10	+8
	4C	+32	+1	+26
	4D	+4	-10	+17
	4E	+18	+4	+13
rente 8 procent	2D	-26	-22	-31
	4A	-23	-22	-26
	4B	-15	-19	-18
	4C	-4	-12	-11
	4D	-15	-19	-16
	4E	+6	+2	-10
afschrijving 30 jaar	2D	+9	+9	+11
	4A	+8	+7	+9
	4B	+5	+7	+7
	4C	+1	+5	+4
	4D	+5	+7	+5
	4E	-3	0	+3
afschrijving grond 50 jaar	2D	+8	+8	+9
	4A	+7	+7	+8
	4B	-3	+5	-4
	4C	-16	-1	-13
	4D	-3	+5	-9
	4E	-9	-2	-7

## 6 Extrapolatie naar het studiegebied Zuid-Limburg

### 6.1 Gebiedskenmerken

Op basis van de scenario's en berekeningen is een extrapolatie gemaakt naar het studiegebied Zuid-Limburg. Deze extrapolatie is gebaseerd op veel globaler gegevens en daardoor veel minder betrouwbaar dan de berekeningen per proefgebied. De resultaten geven een indicatie van hetgeen uitvoering van de verschillende scenario's voor heel Zuid-Limburg zou betekenen.

In tabel 18 staan enkele gegevens over het studiegebied Zuid-Limburg. De oppervlakte bouwland per hellingklasse is verkregen door combinatie van de bodemkaart, met daarop hellingpercentages, en het grondgebruiksbestand voor Zuid-Limburg (LGN). Opvallend is dat de oppervlakte met hellingen van meer dan 16 procent zo groot is. Bekend is dat in de drie landinrichtingsprojecten Ransdalerveld, Mergelland-west en Mergelland-oost, met een totaal oppervlak van 21.000 ha, er ongeveer 70 ha bouwland op een helling > 15 procent ligt. Het verschil tussen beide gegevens komt waarschijnlijk omdat de hellingpercentages op de bodemkaart bepaald zijn met behulp van de hoogtelijnen en de afstanden ertussen. Hierbij is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van graften. Ook kan het voorkomen dat op perceelsniveau de gemiddelde helling geringer is dan 15 procent maar dat plaatselijk steilere stukken voorkomen.

*Tabel 18 Enkele gegevens van het studiegebied Zuid-Limburg*

	Zuid-Limburg
oppervlakte totaal (ha)	41146
oppervlakte bouwland (ha)	13149
w.v. helling 0-2%	5057
2-5%	3284
5-8%	2531
8-16%	1169
> 16%	1109
wintertarwe (%)	34
aardappelen (%)	11
snijmais (%)	29
suikerbieten (%)	26
groenbemester (%)	14

Omdat bij de uitvoering van maatregelen gekeken wordt naar de helling op perceelsniveau is bij de extrapolatie de klasse > 16 procent gevoegd bij de klasse 8-16 procent, met uitzondering van 70 hectare.

Het gemiddelde bouwplan is bepaald met behulp van de landbouwtelling (CBS, 1993). Hierin staat niet hoeveel groenbemester er wordt verbouwd. Als aanname is daarom

van het gemiddelde van de drie proefgebieden uitgegaan. Hierbij is het gemiddelde genomen van het percentage groenbemester, gerelateerd aan de oppervlakte consumptie-aardappelen en suikerbieten.

## **6.2 Landbouw**

De kosten per scenario bij extrapolatie naar het studiegebied Zuid-Limburg staan in tabel 19. De kosten per hectare bouwland met een hellingklasse van meer dan twee procent liggen altijd tussen de waarden van enerzijds Catsop en anderzijds Etzenrade en St. Gillisstraat. Dit komt door de verschillen in bouwplan. In Zuid-Limburg wordt op 55 procent van het bouwland snijmais en suikerbieten verbouwd. In Catsop is dit percentage lager en in de beide andere proefgebieden hoger.

Ook uit deze tabel blijkt dat de scenario's 4C en 2D tot de meeste kosten leiden voor de landbouw. In 4C zijn de kosten maximaal, 560 gulden per ha bouwland > 2% en meer dan 4,5 miljoen gulden voor het hele studiegebied.



**Tabel 19a Jaarkosten landbouw in het studiegebied Zuid-Limburg bij uitvoering van de verschillende scenario's**

	Zuid-Limburg
<b>scenario 1</b>	
beperken perceelslengte	152.000
groenbemester (10-15%)	362.000
bodembedekker met mulchzaai	27.000
vermindering opbrengstdepressie	0
totaal scenario 1	541.000
kosten /ha bouwland > 2%	67
<b>scenario 2D</b>	
beperken perceelslengte	152.000
strobekking (2-18 %)	4.637.000
vermindering opbrengstdepressie	-187.000
totaal scenario 2D	4.602.000
verschil met scenario 1	4.061.000
kosten/ha bouwland > 2%	502
<b>scenario 4A</b>	
beperken perceelslengte	152.000
mulchzaai (> 2%)	3.474.000
vermindering opbrengstdepressie	-181.000
totaal scenario 4A	3.445.000
verschil met scenario 1	2.904.000
kosten/ha bouwland > 2%	359
<b>scenario 4B</b>	
beperken perceelslengte	152.000
mulchzaai (> 2%)	3.474.000
grasbanen	377.000
vermindering opbrengstdepressie	-185.000
totaal scenario 4B	3.817.000
verschil met scenario 1	3.276.000
kosten/ha bouwland	405
<b>scenario 4C</b>	
mulchzaai	3.474.000
grasbanen	377.000
groenstroken	1.412.000
vermindering opbrengstdepressie	-189.000
totaal scenario 4C	5.074.000
verschil met scenario 1	4.533.000
kosten/ha bouwland > 2%	560

**Tabel 19b Vervolg jaarkosten landbouw in het studiegebied Zuid-Limburg bij de uitvoering van de verschillende scenario's**

	Zuid-Limburg
scenario 4D	
mulchzaai (> 2%)	3.474.000
grasbanen	377.000
groenstroken	839.000
vermindering opbrengstdepressie	-187.000
totaal scenario 4D	4.503.000
verschil met scenario 1	3.962.000
kosten/ha bouwland > 2%	490
scenario 4E	
beperken perceelslengte	152.000
mulchzaai (> 5%)	2.064.000
grasbanen	377.000
vermindering opbrengstdepressie	-153.000
totaal scenario 4E	2.440.000
verschil met scenario 1	1.899.000
kosten/ha bouwland > 2%	235

### 6.3 Waterschap

#### *Uitgangspunten*

De reductie van de benodigde buffercapaciteit bij de diverse scenario's is berekend door het waterschap Roer en Overmaas (Van Veen en Segeren, 1994). De wijze waarop dit gedaan is staat in aanhangsel 5. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het een extrapolatie betreft van de resultaten van drie kleine proefgebieden naar geheel Zuid Limburg. Het resultaat is dus een grove schatting. Dit geldt des te meer omdat het bodemgebruik in de drie proefgebieden niet geheel overeenkomt met dat in Zuid Limburg.

De afvoerreducties voor Zuid Limburg zijn bepaald aan de hand van de voor de drie proefgebieden berekende afvoerreducties per ha per hellingklasse en de oppervlakte bouwland per hellingklasse. Het resultaat van deze berekeningen staat in tabel 20.

**Tabel 20 Benodigde buffercapaciteit bij het 0-scenario (huidige situatie) en afvoerreducties als gevolg van de overige scenario's voor Zuid Limburg**

scenario	hoeveelheid afvoer (in 100.000 m <sup>3</sup> )
0	13
	reductie t.o.v. het 0-scenario
1	0
2D	3,6
4A	3,4
4B	3,8
4C	3,7
4D	4,0
4E	1,1

Bron: Waterschap Roer en Overmaas (Van Veen en Segeren, 1994)

Bij de beoordeling van de resultaten moet met de volgende kanttekeningen rekening worden gehouden:

- In de berekening is geen rekening gehouden met een leegloop van de buffers (doorvoer). De buffers dienen binnen 24 uur leeg te zijn (standaard waterschap).
- Het waterschap hanteert normaal een herhalingstijd van 10 jaar in plaats van 25 jaar voor die gebieden waar geen bebouwing of infrastructuur bedreigd wordt. Dit betekent dat een kleinere buffercapaciteit voldoende zal zijn.
- Het is niet noodzakelijk overal maatregelen te treffen. Wanneer er geen overlast is zullen geen buffers worden aangelegd.
- Civieltechnische maatregelen worden alleen getroffen ten behoeve van bebouwing en infrastructuur.
- Het is niet mogelijk overal maatregelen te treffen.

Bovengenoemde kanttekeningen leiden tot een reductie van de berekende benodigde buffercapaciteit. De berekende waarden kunnen dan ook als een soort bovengrens worden beschouwd.

De afvoerreducties uit tabel 20 zijn vermenigvuldigd met de normbedragen uit par. 4.3. Bij de grasbanen en groenstroken is uitgegaan van de gemiddelde hoeveelheid per hectare van de drie proefgebieden, conform tabel 12 in par. 5.2.

### **Resultaten**

De jaarkosten voor het waterschap bij uitvoering van de verschillende scenario's zijn weergegeven in tabel 21. Uit de tabel blijkt dat de kosten per hectare studiegebied veel lager zijn dan die in de proefgebieden. Dit komt omdat het aandeel bouwland in de totale oppervlakte veel lager is in heel Zuid-Limburg dan in de grotendeels agrarische proefgebieden.

**Tabel 21a Jaarkosten waterschap bij uitvoering van de verschillende scenario's voor het studiegebied Zuid-Limburg, onderhoudskosten regenwaterbuffers f 2,50/m<sup>3</sup> (kosten t.o.v. scenario 1)**

	Zuid-Limburg
scenario 2D	
aanleg regenwaterbuffers	-1.791.000
onderhoud regenwaterbuffers	-900.000
totaal	-2.691.000
kosten/ha gebied	-65
scenario 4A	
aanleg regenwaterbuffers	-1.692.000
onderhoud regenwaterbuffers	-850.000
totaal	-2.542.000
kosten/ha gebied	-62
scenario 4B	
aanleg regenwaterbuffers	-1.891.000
onderhoud regenwaterbuffers	-950.000
verwerving en aanleg grasbanen	762.000
onderhoud grasbanen	611.000
totaal	-1.467.000
kosten/ha gebied	-36
scenario 4C	
aanleg regenwaterbuffers	-1.841.000
onderhoud regenwaterbuffers	-925.000
verwerving en aanleg grasbanen	762.000
onderhoud grasbanen	611.000
verwerving en aanleg groenstroken	713.000
onderhoud groenstroken	361.000
totaal	-319.000
kosten/ha gebied	-8
scenario 4D	
aanleg regenwaterbuffers	-1.990.000
onderhoud regenwaterbuffers	-1.000.000
verwerving en aanleg grasbanen	762.000
onderhoud grasbanen	611.000
verwerving en aanleg groenstroken	159.000
onderhoud groenstroken	81.000
totaal	-1.377.000
kosten/ha gebied	-33

**Tabel 21b Vervolg jaarkosten waterschap bij uitvoering van de verschillende scenario's voor het studiegebied Zuid-Limburg, kosten onderhoud buffers f 2,50/m<sup>3</sup>**

	Zuid-Limburg
scenario 4E	
aanleg regenwaterbuffers	-547.000
onderhoud regenwaterbuffers	-275.000
verwerving en aanleg grasbanen	762.000
onderhoud grasbanen	611.000
totaal	+551.000
kosten/ha gebied	+13

De baten als gevolg van niet aanleggen en onderhouden van regenwaterbuffers zijn het hoogst in scenario 4D. Dit is overeenkomstig tabel 20 waarin de reductie van de totale buffercapaciteit staat weergegeven. De scenario's 2D en 4A leiden tot de hoogste baten voor het waterschap. In deze scenario's hoeven geen kosten te worden gemaakt voor grasbanen en groenstroken en er zijn wel baten als gevolg van niet-aanleggen van regenwaterbuffers. Bij onderhoudskosten van buffers van 5 gulden per m<sup>3</sup> (i.p.v. 2,50/m<sup>3</sup>) wordt het voordeel van deze scenario's ten opzichte van de anderen iets geringer. Ze blijven echter leiden tot de hoogste baten. Afhankelijk van het scenario stijgen door de hogere onderhoudskosten van 5 gulden per m<sup>3</sup> de baten per hectare gebied met 5 à 25 gulden (tabel 22).

**Tabel 22 Jaarkosten waterschap bij uitvoering van de verschillende scenario's voor heel Zuid-Limburg, kosten onderhoud buffers f 5,00/m<sup>3</sup> (kosten t.o.v. scenario 1)**

	Zuid-Limburg
scenario 2D	
totaal kosten	-3.591.000
kosten/ha gebied	-87
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-22
scenario 4A	
totaal kosten	-3.392.000
kosten/ha gebied	-82
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-20
scenario 4B	
totaal kosten	-2.417.000
kosten/ha gebied	-59
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-23
scenario 4C	
totaal kosten	-1.244.000
kosten/ha gebied	-30
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-22
scenario 4D	
totaal kosten	-2.377.000
kosten/ha gebied	-58
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-25
scenario 4E	
totaal kosten	-276.000
kosten/ha gebied	7
verschil t.o.v. onderh. 2,50/m <sup>3</sup>	-6

## 7 Lange-termijneffecten

De lange-termijneffecten zijn onder te verdelen in effecten voor de landbouw, voor het waterschap, voor gemeenten en particulieren en effecten voor natuur en landschap.

### *Landbouw*

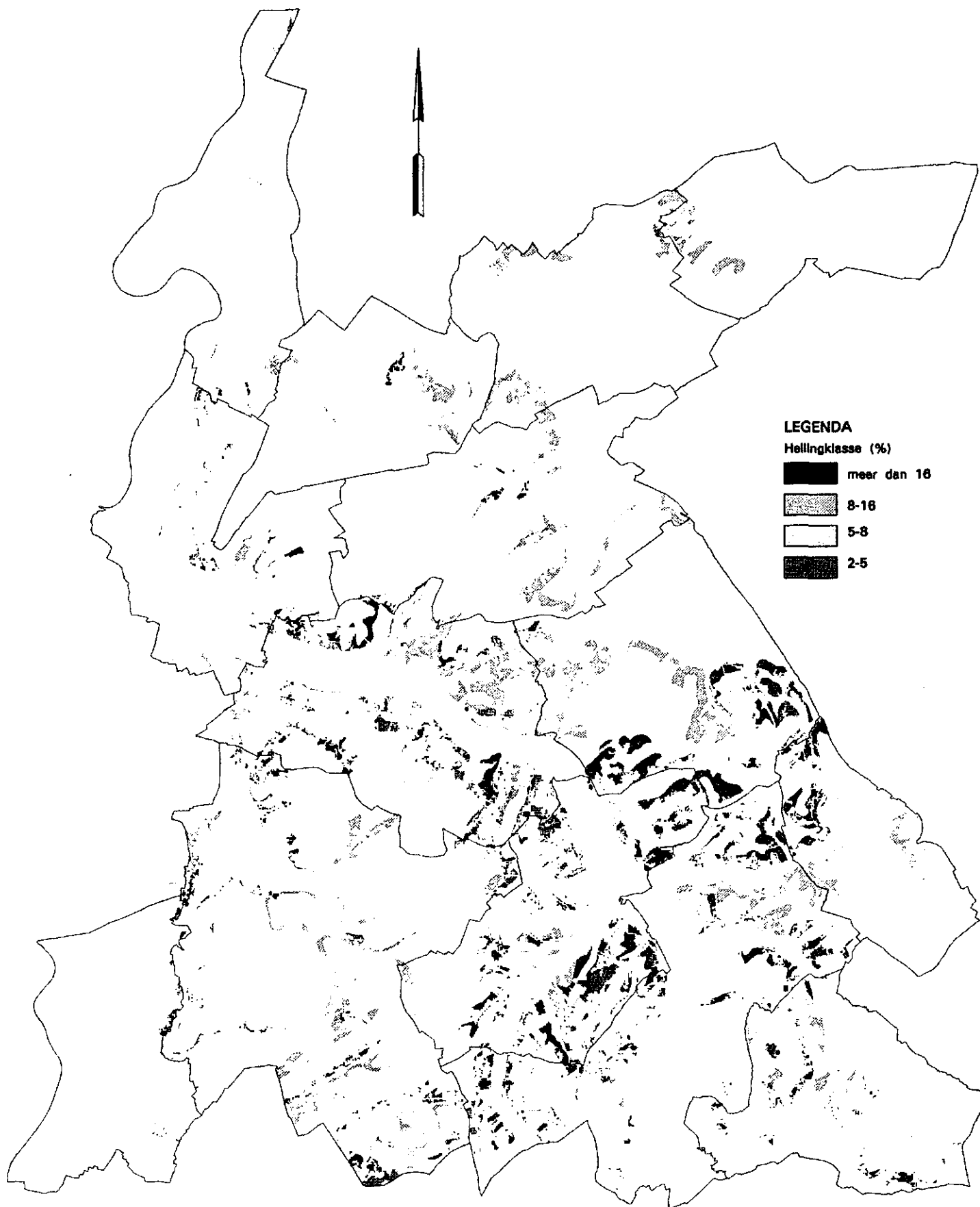
Het belangrijkste lange-termijneffect van erosie voor de landbouw is het verlies van de vruchtbare lösslaag. Hiertegenover staat dat op delen van de lager gelegen landbouwgronden sedimentatie van vruchtbare landbouwgrond plaatsvindt. Dit kan plaatselijk een voordeel zijn of schade opleveren. Door Bouten et al. (1985) wordt de snelheid van erosie ingeschat op ongeveer 1 mm per jaar. Plaatselijk kan dit echter veel meer zijn.

Met behulp van de bij DLO-Staring Centrum beschikbare databestanden is geprobeerd een beeld te krijgen van de omvang van de problematiek in Zuid-Limburg. Hiertoe zijn gegevens met betrekking tot hellingklasse, grondgebruik en aard van de ondergrond met elkaar gecombineerd. Verondersteld is dat de problematiek optreedt op gronden met een helling groter dan twee procent, met een huidige lössdikte van minder dan 120 cm, die in gebruik zijn als bouwland. Een overzicht van de ligging van deze gronden staat in figuur 6. Hierbij zijn alleen de gronden meegenomen met een stenige ondergrond. In tabel 23 staat een overzicht van de oppervlakte van de legenda-eenheden van deze figuur. De grote oppervlakte bouwland met een grotere helling dan 16 procent komt omdat de hellingpercentages op de bodemkaart bepaald zijn met behulp van hoogtelijnen en de afstanden ertussen. Hierbij is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van graften. Ook kan het voorkomen dat op perceelsniveau de gemiddelde helling geringer is dan 15 procent maar dat plaatselijk steilere stukken voorkomen.

Uit de tabel blijkt dat ruim 2000 hectare bouwland op hellingen van meer dan 2 procent een lössdikte heeft van minder dan 120 cm. Dit is 17 procent van de totale oppervlakte bouwland in het studiegebied. De grootste oppervlakten met een geringe lössdikte komen voor op hellingen groter dan 8 procent. Circa 80 procent van het bouwland op deze hellingen heeft een lössdikte van minder dan 120 cm. Bodems met een geringe lössdikte bieden minder mogelijkheden voor beworteling. Hierdoor zijn ze droogtegevoeliger dan diepere bodems en leveren minder voedingsstoffen. Over het algemeen zijn daardoor de opbrengsten op deze bodems lager. Indien de stenige ondergrond aan de oppervlakte komt, kunnen er bovendien problemen optreden met de bewerkbaarheid.

*Tabel 23 Hellingklasse en oppervlakte van de akkerbouwgronden in Zuid-Limburg met een lössdikte < 120 cm, een stenige ondergrond en een helling > 2%*

hellingklasse (%)	oppervlakte (ha)	% van totaal bouwland in dezelfde hellingklasse
2-5	202	6
5-8	208	8
8-16	784	67
> 16	1092	98



*Fig. 6 Hellingklassen (%) van de Zuid-Limburgse lössgronden onder akkerbouw met ondieper dan 120 cm - m.v. een stenige ondergrond*



### ***Waterschap***

De lange-termijneffecten van erosie en wateroverlast voor het waterschap bestaan uit extra dimensionering van het afwateringsstelsel vanwege grotere piekafvoeren. Dit effect, en de vermindering ervan door erosiebestrijdende maatregelen is moeilijk te kwantificeren.

### ***Gemeenten en particulieren***

De indirecte schade van erosie voor gemeenten en particulieren is moeilijk te kwantificeren. Bij vermindering van de erosie hoeven bepaalde infrastructurele werken en voorzieningen niet aangelegd te worden. Het gaat bijvoorbeeld om de omvang van de riolering of om het al dan niet verharderen van wegen.

De indirecte schade door erosie voor particulieren kan mogelijk bestaan uit een vermindering van het woonplezier. Daarnaast kunnen in woongebieden die regelmatig te maken hebben met overlast van slib en water de huizen een waardedaling ondergaan. De Landinrichtingsdienst vermeldt in het evaluatierapport van het voorontwerpplan van de herinrichting Centraal-Plateau dat de indirecte schade in bebouwde gebieden niet onderschat mag worden. Vanwege onvoldoende betrouwbare informatie is deze schade niet berekend.

### ***Natuur en landschap***

De schade aan natuur en landschap door bodemerosie in Zuid Limburg wordt door milieudeskundigen als steeds ernstiger ervaren. Een deel van het afstromende water met slib en meststoffen uit landbouwgebieden komt in natuurgebieden terecht. Vooral de randzones van hellingbossen en kalkgraslanden worden door de gevolgen van erosie bedreigd. Door Van der Helm, De Roo, Schouten (1987) worden de volgende effecten genoemd:

- Sedimentatie van slib met nutriënten en pesticiden leidt plaatselijk tot ongewenste verruiging van de vegetatie en afsterven van de ondergroei.
- Opvulling met slib van waardevolle poelen en sloten.
- Geulen in het landschap.
- Oevershade aan beken met hoge landschappelijke waarde en versterkte migratie van de bedding.
- Natuurschade aan beken door maatregelen in het kader van oeverbescherming en regulatie.
- Schade aan holle wegen met name aan de berm (instabiliteit en versnelde erosie) waardoor de ecologische en recreatieve waarden worden aangetast.
- Eutrofiëring van beken en riviertjes: ook de zeldzaam geworden kleinere waterlopen met een natuurlijke flora en fauna.

Op lange termijn kan erosie het landschap sterk veranderen. Dit kan zowel komen door de directe schade (zie boven) als wel doordat er als gevolg van de erosie een ander grondgebruik plaatsvindt. Een ander belangrijk effect van voortgaande erosie is de aantasting van in de bodem verborgen archeologisch bronmateriaal. Ook bestaande historisch waardevolle elementen in bodem en landschap, kunnen door erosie of de gevolgen daarvan, worden aangetast. Aan de andere kant komt het ook voor dat door erosie juist zeer oude vormen van bewoning aan de oppervlakte komen.

## 8 Discussie en conclusies

### *Probleemstelling*

De doelstelling van het onderzoek is de bepaling van kosten en baten samenhangend met de realisering van een aantal erosiebestrijdende maatregelenpakketten of scenario's. Hierbij gaat het om drie doelgroepen: de landbouw, het waterschap Roer en Overmaas en de gemeenten, inclusief particulieren. De kosten en baten worden bepaald voor drie proefgebieden: Catsop, Etzenrade en St. Gillisstraat. Daarnaast is een extrapolatie van de kosten en baten uitgevoerd voor het lössgebied van Zuid-Limburg. De scenario's bestaan uit een combinatie van teeltechnische en inrichtingsmaatregelen. De kosten en baten worden vergeleken voor zeven verschillende scenario's. Scenario 1 is de referentiesituatie, dat wil zeggen dat de kosten en baten van de zes overige scenario's worden bekeken ten opzichte van scenario 1.

### *Afbakening*

De beschikbare informatie benodigd voor de bepaling van de kosten en baten liep per onderscheiden maatregel en scenario sterk uiteen. Met betrekking tot de landbouwkundige kosten was veel informatie beschikbaar en konden de kosten vrij goed per scenario, proefgebied en voor heel Zuid-Limburg worden bepaald. Voor de doelgroep waterschap liep de aard van de informatie uiteen. De kosten voor grasbanen en groenstroken zijn redelijk nauwkeurig bepaald. De kosten voor regenwaterbuffers bleken echter moeilijker te bepalen. De oorzaak hiervan is dat de hoeveelheid aan te leggen regenwaterbuffer die nodig is om de schade van erosie terug te brengen tot een 'aanvaardbaar' niveau, niet in dit kader was te bepalen. Bovendien bleek het effect van erosiebestrijdende maatregelen en buffering op de schade voor gemeenten en particulieren niet te kwantificeren. Dit betekent dat het grootste deel van de baten van de verschillende scenario's niet was te bepalen.

Om bovenstaande redenen is er in het kader van dit onderzoek vanuit gegaan dat de uit de substroomgebieden afkomstige waterafvoer geheel in regenwaterbuffers wordt opgevangen. In werkelijkheid wordt niet alle afvoer gebufferd omdat het niet op iedere lokatie nodig is om te bufferen. Bovendien zijn de beschikbare afvoergegevens afkomstig van berekeningen met een bui-herhalingstijd van 25 jaar. Het is echter niet overal noodzakelijk om een dergelijke beveiliging toe te passen. De kosten voor het bufferen van overtollig water in scenario 1 worden daardoor overschat.

De aanname dat de afvoer uit de substroomgebieden geheel wordt gebufferd heeft tot gevolg dat de schade voor de doelgroep gemeenten en particulieren in alle scenario's (inclusief scenario 1) tot nul wordt gereduceerd. Omdat alle scenario's worden beoordeeld ten opzichte van scenario 1 valt de doelgroep gemeenten en particulieren buiten de kosten-batenanalyse van deze scenario's. Als gevolg van bovenstaande aanname zijn namelijk de baten voor gemeenten en particulieren in alle scenario's gelijk aan nul. De baten van de verschillende scenario's komen door de gevolgde benadering tot uiting in een besparing op de kosten van aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers

voor de doelgroep waterschap. In werkelijkheid zullen deze baten echter vooral bij gemeenten en particulieren liggen.

De gevolgde benadering geeft een grove schatting van de mogelijke baten van de scenario's. Deze kan te hoog zijn omdat niet iedere kubieke meter afstromend water schade veroorzaakt en dus ook niet gebufferd hoeft te worden.

Het voorgaande betekent dat een kosten-batenanalyse waarbij per scenario afweging plaatsvindt van de kosten en baten van de drie verschillende doelgroepen uit het onderzoek, niet kan plaatsvinden. Het onderzoek wordt beperkt tot het aangeven van kosten voor de doelgroepen landbouw en waterschap per scenario op perceels- en substroomgebiedniveau, de schade van erosie voor gemeenten en particulieren en een indicatie van de mogelijke baten.

De afweging wordt gemaakt voor zes verschillende scenario's. Scenario 1 fungeert hierbij als referentiescenario. De absolute hoogte van de kosten van dit scenario zijn, zoals aangegeven, niet realistisch. Voor de vergelijking van scenario's heeft dit echter geen gevolgen.

Samenvattend geeft het onderzoek de volgende informatie:

- Een schatting van de jaarlijkse kosten voor gemeenten en particulieren als gevolg van erosie en wateroverlast vanaf 1980 voor het studiegebied Zuid-Limburg (hoofdstuk 3).
- De kosten van uitvoering van verschillende erosiebestrijdende teeltsystemen en afvoerremmende inrichtingsmaatregelen (hoofdstuk 4).
- De extra kosten voor de landbouw bij uitvoering van zeven verschillende scenario's, waaronder scenario 1 (de referentiesituatie) voor de proefgebieden en voor het studiegebied Zuid-Limburg (hoofdstuk 5 en 6).
- De kosten voor het waterschap bij uitvoering van zes verschillende scenario's voor de proefgebieden en voor het studiegebied Zuid-Limburg. Ook hierbij is scenario 1 het referentiepunt (hoofdstuk 5 en 6).
- Een schatting van de baten van de scenario's, die als gevolg van de uitgangspunten worden toegerekend aan de doelgroep waterschap (hoofdstuk 5 en 6).
- Een kwalitatief overzicht van de lange-termijneffecten van erosie (hoofdstuk 7).

De volgende kanttekeningen zijn hierbij van belang:

- De berekening van kosten en baten voor landbouw en waterschap zijn het meest nauwkeurig voor de proefgebieden. De berekening voor het studiegebied Zuid-Limburg is een extrapolatie van die voor de proefgebieden en daarmee veel minder nauwkeurig. Voor de bepaling van de effectiviteit van de scenario's ligt daarom de nadruk op de berekeningen voor de proefgebieden.
- Een afweging per scenario tussen de doelgroepen landbouw, waterschap en gemeenten en particulieren is met het beschikbare materiaal niet te maken. De afweging beperkt zich tot die tussen landbouw en waterschap waarbij er voor gemeenten en particulieren van wordt uitgegaan dat de schade bij een 25-jaars voorjaarsbui tot nul wordt gereduceerd.

### ***Omvang schade als gevolg van erosie***

De jaarlijkse schade door erosie en wateroverlast die ten laste komt van de gemeenten in Zuid-Limburg bedraagt circa 2 miljoen gulden. Daarnaast hebben particulieren schade ter hoogte van minimaal 600.000 gulden (ruwe schatting). De schatting van de schade voor gemeenten en particulieren is gebaseerd op de jaren na 1980. Bezien over een langere termijn kan de schade hoger zijn omdat dan buien optreden met hogere intensiteiten. De schatting van de schade is niet bekend voor de drie proefgebieden.

Daarnaast hebben ook andere groepen dan gemeenten en particulieren schade als gevolg van erosie (waterschap, landbouw, provincie, rijkswaterstaat, spoorwegen, natuurbeschermingsorganisaties etc.). In het kader van dit onderzoek was het niet mogelijk de omvang hiervan te bepalen. Uitvoering van de verschillende scenario's zal er toe leiden dat de schade ook voor deze groepen vermindert. Bovendien kunnen de te treffen maatregelen ook leiden tot andere positieve neveneffecten. Buffering kan ook worden uitgevoerd om de belasting van de watergangen te verminderen. De totale baten van erosiebestrijdende maatregelen kunnen door al deze effecten ruim boven de 2,6 miljoen gulden op jaarbasis uitkomen.

### ***Kosten maatregelen***

In de berekeningen voor scenario 1 is uitgegaan van het huidige beleid inclusief de uitvoering van het voorlopig toetsingskader. De kosten in de proefgebieden voor de landbouw zijn het hoogst in Catsop als gevolg van beperking van de perceelslengte. De kosten variëren van 600 gulden in St. Gillisstraat tot bijna 2000 gulden in Catsop. In totaal voor het studiegebied Zuid-Limburg zijn de kosten voor de landbouw bij uitvoering van dit scenario ongeveer een half miljoen gulden.

Scenario 1 is de referentiesituatie voor de andere scenario's. Dit betekent dat de kosten en baten steeds bekeken worden ten opzichte van scenario 1. Uitvoering van alle scenario's leidt tot extra kosten voor landbouw en waterschap samen ten opzichte van scenario 1. Het scenario dat tot de minste extra kosten leidt is scenario 4A (zie tabel 24). Voor de landbouw betekent dit scenario mulchzaai op hellingen van meer dan twee procent. Voor het waterschap betekent dit scenario een besparing op aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers. Het minst dure scenario na scenario 4A voor landbouw en waterschap tezamen is niet duidelijk aan te wijzen. Afhankelijk van het gebied komen de scenario's 2D, 4B en 4D in aanmerking. Scenario 4C komt er voor alle gebieden slecht uit.

Voor de landbouw is scenario 4E het gunstigst. Dit leidt in alle proefgebieden en ook in het studiegebied Zuid-Limburg tot de geringste kostenstijging. In dit scenario wordt de teeltmaatregel mulchzaai slechts toegepast op akkerbouwpercelen met hellingen steiler dan 5 procent. In de andere scenario's vindt toepassing van mulchzaai (4A, 4B, 4C en 4D) of strobedekking (2D) plaats op hellingen van meer dan 2 procent, waardoor de kosten in deze scenario's hoger zijn dan in scenario 4E. Het op één na gunstigste scenario voor de landbouw is in vrijwel alle gebieden 4A. In dit scenario wordt mulchzaai toegepast op hellingen van meer dan 2 procent. De kosten van de scenario's 4B en 4D hebben globaal dezelfde orde van grootte. De scenario's 4C en 2D leiden voor de landbouw tot de hoogste kosten.

Voor het waterschap is scenario 2D het gunstigst maar 4A volgt vrij snel daarna. In beide scenario's zijn er alleen baten omdat er minder regenwaterbuffers komen en er nog geen inrichtingsmaatregelen worden aangelegd. De afvoerreductie van scenario 2D is groter dan die van 4A, daarom scoort 2D iets beter. Scenario 4E is het minst gunstig voor het waterschap. De afvoerreductie is gering en er moeten wel kosten worden gemaakt voor grasbanen en groenstroken.

**Tabel 24** Overzicht jaarkosten landbouw en waterschap bij uitvoering van de scenario's in de verschillende proefgebieden en het studiegebied Zuid-Limburg (kosten t.o.v. scenario 1)

scenario	gebied	kosten en baten landbouw	kosten waterschap	schatting baten *	totaal
2D	Catsop	14.521	0	8.103	6.500
	Etzenrade	80.079	0	38.034	42.000
	St. Gillisstraat	15.762	0	9.905	6.000
	Zuid-Limburg	4.061.000	0	2.691.000	1.370.000
4A	Catsop	8.479	0	7.356	1.000
	Etzenrade	62.543	0	36.644	26.000
	St. Gillisstraat	11.836	0	8.342	3.500
	Zuid-Limburg	2.904.000	0	2.542.000	360.000
4B	Catsop	9.903	3.907	8.455	5.500
	Etzenrade	65.123	3.838	36.943	32.000
	St. Gillisstraat	13.844	9.548	13.090	10.500
	Zuid-Limburg	3.276.000	1.373.000	2.841.000	1.810.000
4C	Catsop	16.182	9.499	10.712	15.000
	Etzenrade	78.254	15.191	38.296	55.000
	St. Gillisstraat	18.549	13.361	14.525	17.500
	Zuid-Limburg	4.533.000	2.447.000	2.766.000	3.210.000
4D	Catsop	7.966	3.907	8.455	3.500
	Etzenrade	65.102	3.838	36.943	32.000
	St. Gillisstraat	15.092	11.867	14.749	12.000
	Zuid-Limburg	3.962.000	1.613.000	2.990.000	2.590.000
4E	Catsop	5.585	3.907	1.922	7.500
	Etzenrade	35.569	3.838	1.360	38.000
	St. Gillisstraat	11.540	9.548	10.630	10.500
	Zuid-Limburg	1.999.000	1.373.000	822.000	2.550.000

\* toegerekend aan het waterschap

### **Keuze van maatregelen**

In het voorgaande zijn de kosten steeds toegerekend aan verschillende doelgroepen. Voor de afweging van maatregelen zijn vooral de totale kosten van belang in combinatie met de effectiviteit van de maatregelen. In tabel 25 wordt een overzicht gegeven van de totale kosten per scenario. Om ze vergelijkbaar te maken zijn de kosten uitgedrukt per hectare gebied. In de tabel is het gemiddelde van de drie proefgebieden vermeld. Tevens is vermeld welk aandeel van de kosten toegeschreven kan worden aan respectievelijk

teeltmaatregelen, inrichtingsmaatregelen en regenwaterbuffers. In de laatste kolom van tabel 25 staat een indicatie van de effectiviteit van de scenario's (Duijsings, 1995).

**Tabel 25 Jaarlijkse kosten en effecten van de scenario's per ha gebied (gemiddelde van de drie proefgebieden)**

scenario	kosten/ha	aandeel teeltmaatregelen (%)*	aandeel inrichtingsmaatregelen (%)*	aandeel regenwaterbuffers (%)*	reductie bodemverlies (%)**
1	770	3	0	97	-
2D	930	42	0	58	30
4A	840	33	0	67	25
4B	940	30	14	56	35
4C	1100	25	30	45	50
4D	940	29	16	55	50
4E	970	19	14	67	30

\* teeltmaatregelen: groenbemester, bodembedekker met mulchzaai, strobedekking, beperken perceelslengte, verminderen opbrengstdepressies  
inrichtingsmaatregelen: verwerving, aanleg en onderhoud van grasbanen en groenstroken, extra exploitatiekosten voor de landbouw  
regenwaterbuffers: verwerving, aanleg en onderhoud

\*\* reductie bodemverlies t.o.v. huidig beleid (scenario 1) bij een 25-jaarsbui in de zomer.

De jaarlijkse kosten voor uitvoering van het huidig beleid bedragen 770 gulden per hectare. 97 procent hiervan wordt gevormd door de kosten voor verwerving, aanleg en onderhoud van regenwaterbuffers. Zoals aangegeven zal in de praktijk echter nooit al het resterende water worden gebufferd. Interessanter zijn daarom de extra kosten ten opzichte van het huidig beleid bij uitvoering van de overige scenario's. De extra kosten bedragen tussen 70 en 330 gulden per hectare. Scenario 4A leidt tot de minste extra kosten, scenario 4C tot de meeste.

Vanuit het oogpunt van kosten lijkt scenario 4A het meest aantrekkelijke scenario. Voor een keuze tussen verschillende scenario's is het echter ook nodig de effectiviteit van de scenario's te bekijken. Inzicht hierin ontstaat door de reductie van het gemiddelde bodemverlies te relateren aan de extra kosten van een scenario. Bij scenario 4A wordt een reductie van het bodemverlies bereikt van 25 procent ten opzichte van scenario 1, bij extra kosten van 70 gulden per ha. Per gulden extra kosten leidt dit scenario dus tot vermindering van het bodemverlies met 0,36 procentpunt. De kosten-effectiviteit van scenario 4D is hiermee vergelijkbaar, die van de overige scenario's is geringer. Bij scenario 4D wordt echter wel in absolute zin een grotere reductie van het bodemverlies bereikt.

Voor een goede keuze tussen de scenario's is het nodig de reductie in bodemverlies te vertalen in baten voor onder meer gemeenten en particulieren. Afhankelijk van de locatie waarop de reductie van toepassing is zullen deze baten verschillen. Zoals aangegeven was het binnen het kader van dit onderzoek echter niet mogelijk deze baten goed te bepalen.

Ook de lange-termijneffecten zijn van belang bij de keuze voor een bepaald scenario. Hierbij springt de afname van het natuurlijk voortbrengend vermogen van de bodem als gevolg van erosie het sterkst in het oog. Op ruim 15 procent van de akkerbouwgronden is de lösslaag nu al dunner dan 120 cm. Vermindering van de lössdikte leidt tot opbrengstverliezen voor de landbouw. Dit kan de kosten-batenverhouding van de scenario's beïnvloeden.

### ***Gevoeligheid resultaten***

De uitkomsten van berekeningen zijn altijd sterk afhankelijk van de gehanteerde uitgangspunten. In de voorgaande hoofdstukken is zoveel mogelijk geprobeerd aan te geven wat de invloed is van wijziging van bepaalde uitgangspunten.

Door lagere arbeidskosten voor de landbouw in te rekenen dalen de kosten van de scenario's met 20 à 55 gulden per hectare. Voor het studiegebied Zuid-Limburg betekent dit een reductie in de kosten van maximaal 450.000 gulden. De grootste reductie treedt op bij scenario 4C. De reductie is echter te gering om tot een andere rangorde van scenario's te leiden.

Indien de kosten voor onderhoud van regenwaterbuffers 5 gulden per m<sup>3</sup> zijn, in plaats van 2,50 per m<sup>3</sup>, dalen de te maken kosten voor het waterschap bij uitvoering van de scenario's. Dit bedrag is voor Catsop en Etzenrade maximaal in scenario 4C en bedraagt 3500 resp. 13.000 gulden per jaar. Voor St. Gillisstraat en Zuid-Limburg is het effect maximaal in scenario 4D omdat in deze gebieden bij dit scenario de grootste reductie in benodigde buffercapaciteit optreedt. In deze situatie zijn de extra baten voor het waterschap 5000 gulden in St. Gillisstraat en één miljoen gulden voor heel Zuid-Limburg. Bij deze hoge onderhoudskosten wordt het totaalbedrag aan kosten voor landbouw en waterschap samen voor alle scenario's geringer omdat de baten voor het waterschap groter zijn. Bij scenario 4A wordt voor Catsop en voor heel Zuid-Limburg het totaalbedrag zelfs positief. Dit betekent dat de baten dan hoger zijn dan de kosten.

De kosten van onderhoud van grasbanen kunnen nog stijgen omdat geen rekening is gehouden met periodiek afgraven van sediment. Bovendien zijn geen kosten voor onderhoud van onderdoorgangen etc. ingerekend. Op het totaalbedrag zijn deze posten van gering belang. Belangrijker is dat de berekende buffercapaciteit in de verschillende scenario's maximaal is. Zoals al eerder is aangegeven zal waarschijnlijk de totale hoeveelheid aan te leggen regenwaterbuffers in de proefgebieden en in Zuid-Limburg aanzienlijk kleiner zijn dan de hoeveelheid waarvan in deze studie is uitgegaan. De overschatting van de benodigde buffercapaciteit in dit onderzoek geldt zowel voor scenario 1 als voor de overige scenario's. Omdat de benodigde buffercapaciteit in de overige scenario's wordt uitgedrukt als reductie ten opzichte van scenario 1 zal de overschatting van de overige scenario's geringer zijn. Enige overschatting zal echter altijd optreden omdat in dit onderzoek is uitgegaan van een bui-intensiteit met een herhalingstijd van 25 jaar.

De extrapolatie naar het studiegebied Zuid-Limburg is gebaseerd op de situatie en de uitkomsten van het erosienormeringsonderzoek in drie kleine proefgebieden. Hierbij is er van uitgegaan dat deze proefgebieden samen redelijk representatief zijn voor heel Zuid-Limburg. De representativiteit dient te gelden voor de bodem, de verdeling van

hellingklassen, het grondgebruik en de perceelsvormen en -oppervlakten. Volgens De Roo et al. (1994) zijn zowel de bodems als het grondgebruik in de proefgebieden representatief voor heel Zuid-Limburg. De hellingpercentages zijn redelijk representatief. Over de perceelsoppervlakten en perceelsvormen is weinig bekend. De indruk bestaat dat over het algemeen de percelen in de proefgebieden wat groter zijn dan gemiddeld. Voor de resultaten betekent dit dat aanleg van grasbanen en groenstroken in Zuid-Limburg wellicht gemakkelijker langs perceelsranden gelegd kunnen worden dan in de proefgebieden. Hierdoor zouden de extra exploitatiekosten voor de landbouw geringer kunnen zijn dan berekend. Voor het totale kostenbeeld zal het effect waarschijnlijk gering zijn. Scenario 4C zal altijd wel het duurste scenario voor de landbouw blijven.

Alhoewel een volledige kosten-batenanalyse niet heeft plaatsgevonden kan wel worden geconcludeerd dat de aanleg van regenwaterbuffers voor het voorkomen van water- en modderoverlast, vanuit het oogpunt van kosten en baten, slechts dan een juiste oplossing is indien de te verwachten schade wezenlijk van omvang is. Of in de praktijk buffering, vanuit het oogpunt van kosten en baten, verantwoord is kan slechts van geval tot geval worden beoordeeld.

### ***Onderzoeksvragen***

Het onderzoek geeft slechts een globaal inzicht in de kosten en baten van de verschillende scenario's en de verdeling daarvan over de doelgroepen landbouw en waterschap. Voor een betere onderbouwing van de kosten en baten van verschillende erosiebestrijdende maatregelen is meer onderzoek nodig. Dit betreft:

- Nauwkeuriger bepaling van de benodigde buffercapaciteit bij verschillende maatregelenpakketten en bij andere neerslagintensiteiten voor de proefgebieden en voor heel Zuid-Limburg.
- (Nauwkeuriger) bepaling van de omvang van de schade van erosie en wateroverlast bij gemeenten, particulieren, landbouw, waterschap, provincie, rijkswaterstaat, spoorwegen, natuurbeschermingsorganisaties etc.
- Ontwikkeling van een methode die vermindering van de schade als gevolg van verschillende maatregelenpakketten aangeeft.
- Een kwantitatieve bepaling van de lange-termijneffecten van erosie en wateroverlast.

### ***Conclusies***

De gemiddelde jaarlijkse schade samenhangend met de erosie-problematiek in Zuid-Limburg is moeilijk in beeld te brengen als gevolg van de sterk wisselende en lokale aard van intensieve buien. Bovendien wordt de schade niet systematisch geregistreerd. De gemiddelde jaarlijkse schade wordt globaal geschat op twee miljoen gulden voor gemeenten en 0,6 miljoen gulden voor particulieren.

Voor de landbouw leidt toepassing van scenario 4E tot de minste extra kosten ten opzichte van scenario 1. Dit scenario betekent mulchzaai op hellingen groter dan 5 procent en aanleg van grasbanen. Voor het waterschap leiden de scenario's waarbij geen grasbanen en groenstroken worden aangelegd tot de minste kosten (2D en 4A).

Voor de doelgroepen landbouw en waterschap samen leidt scenario 4A tot de minste kosten. In dit scenario wordt mulchzaai op hellingen groter dan twee procent toegepast aangevuld met regenwaterbuffers. De kosten-effectiviteit, uitgedrukt in vermindering



bodemverlies per gulden extra kosten, is het hoogst van scenario 4A. De kosten-effectiviteit van scenario 4D is echter vergelijkbaar, terwijl in dit scenario het bodemverlies veel sterker wordt teruggedrongen.

## Literatuur

- BBL, 1993. *Verslag over de werkzaamheden van het Bureau Beheer Landbouwgronden in het jaar 1993*. Utrecht.
- BOLLINE, A. & A. LAURANT, 1983. La prévision de l'érosion en Europe atlantique: le cas de la zone Limoneuse de Belgique. In: *Pedologie* 1983-2: 117-136.
- BOUTEN, W., G. VAN EIJDEN, A.C. IMESON, F.J.P.M. KWAAD, H.J. MUCHER & A. TIKTAK, 1985. 'Ontstaan en erosie van de lössleemgronden in Zuid-Limburg'. K.N.A.G., *Geografisch Tijdschrift* XIX (1985) Nr. 3.
- CBS, 1992. *Landbouwtelling 1992*. 's-Gravenhage.
- CCC, 1979. *Rapport betreffende ruilverkaveling van gronden in de gemeenten Bemelen, Berg en Terblijt, Cadier en Keer, Eijsden, St. Geertruid, Gronsveld, Gulpen, Maastricht, Margraten, Meerssen, Mheer, Noorbeek, Slenaken, Valkenburg-Houthem, Wijlre en Wittem genaamd Mergelland*. Utrecht.
- HELM, P.P.M. VAN DER, A.P.J. DE ROO & C.J. SCHOUTEN, 1987. *Milieu-effecten van het ruimtegebruik in streekplangebied Zuid Limburg. Deel 3: Bodemerosie en wateroverlast*. Instituut voor Ruimtelijk Onderzoek. Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.
- HELM, P.P.M. VAN DER, A.P.J. DE ROO & C.J. SCHOUTEN, 1987. *Citaat: Richter, G., 1965. Bodenerosion, Schaden und gefahrdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland*. Forschgn. z. dt. Landeskunde Bd. CD XXX, Darmstadt.
- IKC-VEEHOUDERIJ, 1993. *Kwantitatieve Informatie veehouderij 1993-1994*. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.
- JANSEN, L., 1985. *Erosie in het Limburgs lössgebied*. Stage uitgevoerd in opdracht van de Landinrichtingsdienst te Roermond. LUW-Vakgroep Cultuurtechniek, Wageningen.
- MINISTERIE LNV, 1993a. *Voorontwerp-Landinrichtingsplan ex artikel 76 voor de herinrichting Mergelland-Oost*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.
- MINISTERIE LNV, 1993b. *Voorontwerp-Landinrichtingsplan ex artikel 76 voor de herinrichting Centraal-Plateau*. Landinrichtingsdienst, Utrecht.
- MINISTERIE LNV, 1993c. *Notitie mest- en ammoniakbeleid derde fase*. SDU Den Haag.
- PAGV, 1993. *Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegroend. Bedrijfsynthese 1993-1994*. PAGV, Lelystad.

PLOEY, J. DE, 1986. 'Naar een strategie voor bodemerosiebestrijding op leemgronden'. In: *Tijdschrift van de Belgische Vereniging Aardrijkskundige Studies* — BEVAS, 1986-1: 33-43

RENES, J., 1990. *Cultuurlandschap en historisch-landschappelijke waarden in het herinrichtings-gebied Mergelland-Oost*. Staring Centrum, Wageningen, Rapportnr. 3.

ROO A. DE et al., 1994. *Erosienormeringsonderzoek Zuid-Limburg Eindrapport*. Universiteit Utrecht, Universiteit van Amsterdam, DLO-Staring Centrum Wageningen.

SCHOFIELD, J.A., 1987. *Cost-Benefit Analyses in Urban & Regional Planning*. Unwin Hyman, London.

SCHOUTEN, C.J., M.C. RANG & P.M.J. HUIGEN, 1985. 'Erosie en wateroverlast in Zuid-Limburg'. In: *Landschap, tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde, themanummer erosie 2(1985)2*. Werkgemeenschap Landschapsecologisch Onderzoek (WLO), Delft.

SPRIK, J.B. EN J.A. KESTER, 1972. *Kantverliezen op rechthoekige en onregelmatig gevormde akkerbouwpercelen*. ICW mededeling 144, Wageningen.

WIJNANDSRADÉ, 1990 TOT 1993. *Van onderzoek naar voorlichting 1990. Onderzoekresultaten van de proefboerderij 'Wijnandsrade' voor de akkerbouw op de lössgrond*. Wijnandsrade.

#### **Niet-gepubliceerde bronnen**

CRUINS, J., 1994. *Mondelinge mededeling*. DLV ZON, Wijnandsrade.

DUIJINGS, J., 1994. *Mondelinge mededeling*. Provincie Limburg.

DUIJINGS, J. 1995. *Beleidsmatige samenvatting erosienormeringsonderzoek*. (concept januari 1995) Provincie Limburg.

GEELLEN, P., 1994. *Mondelinge mededeling*. ROC 'Wijnandsrade', Wijnandsrade.

KRAAK, T., 1993. *Erosiebeperkende teeltsystemen op bedrijfsniveau. Verslag van het Erosieverificatieproject 1988-1991*. Consulentenschap voor de Landbouw, Roermond.

ROO A. DE et al., 1994. *Erosienormeringsonderzoek Zuid-Limburg Eindrapport*. Universiteit Utrecht, Universiteit van Amsterdam, DLO-Staring Centrum rapport 364.1 (in voorbereiding), Wageningen.

SPRIK, J.B., 1976. *Opbrengstbepalingen bij snijmais langs begroeide perceelskanten*. ICW nota 906, Wageningen.

VEEN, R. VAN & A.G. SEGEREN, 1994. *Het schatten van de benodigde buffercapaciteit in Zuid-Limburg in het kader van het erosienormeringsonderzoek*. Sittart, Waterschap Roer en Overmaas.

## Aanhangsel 1 Effect van erosiebeperkende teeltmethoden op de teeltkosten en opbrengsten van snijmais en suikerbieten

### *Teeltkosten*

De extra kosten die gemaakt moeten worden voor het toepassen van groenbemesters, bodembedekkers met mulchzaai, bodembedekkers met directzaai en strobedekking zijn berekend voor de gewassen snijmais en suikerbieten. De kosten van werkzaamheden zijn berekend met de taaktijden en uurkosten (machinekosten en arbeid) uit aanhangsel 3.

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **groenbemester voor snijmais** in gld per ha

Meerkosten:

Rotorkopeggen 1,4 uur/ha à 127,00 gld	177,80
Groenbemester zaaien 1,0 uur/ha à 105,00 gld	105,00
Groenbem. zaaizaad	110,00
Km. strooien 0.6 uur/ha à 103,00 gld	61,80
Kunstmest 50 kg N à 1,10 gld	<u>55,00</u>
	509,60

Minder kosten:

Nawerking N (25 kg à 1,10 gld)	<u>27,50</u>
Totaal groenbemester voor snijmais	482,10

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **groenbemester voor suikerbieten** in gld per ha

Meerkosten:

Rotorkopeggen 1,4 uur/ha à 127,00 gld	177,80
Groenbemester zaaien 1,0 uur/ha à 105,00 gld	105,00
Groenbem. zaaizaad	<u>110,00</u>
	392,80

Minder kosten:

Nawerking N (25 kg à 1,10 gld)	<u>27,50</u>
Totaal groenbemester suikerbieten	365,30

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **bodembedekker met mulchzaai voor snijmais** in gld per ha.

Meerkosten:

Drijfmest injecteren 2,0 uur/ha à 137,00 gld x 20 %	54,80
Km. strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld x 80 %	49,40
Kunstmest: 300 kg K <sub>2</sub> O à 0,60 gld x 80 %	144,00
120 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> à 0,90 gld x 80 %	86,40
150 kg NPK 20+20+0 à 0,45 gld x 80 %	54,00
Rotorkopeggen 1,4 uur/ha à 127,00 gld	177,80
Bodembedekker zaaien 1,0 uur/ha à 105,00 gld	105,00
Bodembedekker zaaizaad	110,00
Km. strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld	61,80
Kunstmest 50 kg N à 1,10 gld	55,00
Bodembedekker/onkruid doodspuiten 0,50 uur/ha à 113,00 gld	56,50
Sputmiddel Round up 4 kg à 35,00 gld	140,00
Extra zaaikosten hoofdgewas 20 % van 116,00 gld/ha (1)	<u>23,20</u>
	1117,90

Minder kosten:

Drijfmest uitrijden 1,00 uur/ha à 122,00 gld	122,00
Cultivateren 1,00 uur/ha à 93,00	93,00
Nawerking N (25 kg à 1,10 gld)	<u>27,50</u>
	<u>242,50</u>
Totaal bodembedekker met mulchzaai voor snijmais	875,40

1) Extra zaaikosten bij het hoofdgewas snijmais i.v.m. meer stagnatie.

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **bodembedekker met mulchzaai voor suikerbieten** in gld per ha.

Meerkosten:

Km. strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld x 50 %	30,90
Kunstmest: 150 kg K <sub>2</sub> O à 0,60 gld x 50 %	45,00
100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> à 0,90 gld x 50 %	45,00
Rotorkopeggen 1,4 uur/ha à 127,00 gld	177,80
Bodembedekker zaaien 1,0 uur/ha à 105,00 gld	105,00
Bodembedekker zaaizaad	110,00
Km. strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld x 50 %	30,90
Kunstmest 50 kg N à 1,10 gld x 50 %	27,50
Bodembedekker/onkruid doodspuiten 0,50 uur/ha à 113,00 gld	56,50
Sputmiddel Round up 4 kg à 35,00 gld	140,00
Extra zaaikosten hoofdgewas 20 % van 138,00 gld/ha (1)	27,60
Schoffelen handkracht 10 uur à 34,00 gld x 50 %	170,00
Sputten onkruid 0,50 uur/ha à 113,00 gld x 50 %	28,30
Sputmiddelen 180,00 gld per ha(2) x 50 %	<u>90,00</u>
	1084,50

Minder kosten:

Drijmest uitrijden 1,00 uur/ha à 122,00 gld x 50 %	61,00
Cultivateren 1,00 uur/ha à 93,00 gld x 50 %	46,50
Suikerbieten schoffelen 1,6 uur/ha à 85,00 gld	136,00
Nawerking N (25 kg à 1,10 gld)	<u>27,50</u>
	271,00
Totaal bodembedekker met mulchzaai voor suikerbieten	813,50

- 1) Extra zaaikosten bij het hoofdgewas suikerbieten i.v.m. meer stagnatie.
- 2) Spuitmiddelen: 2 l fenmedifam à 27,50 gld, 1 kg metamitron à 65,50 gld, 1,5 l minerale olie à 5,25 gld en 1 l ethofumesaat à 51,75 gld.

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **bodembedekker met directzaai voor snijmais** in gld per ha.

Meerkosten:

Km. strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld	61,80
Kunstmest: 300 kg K <sub>2</sub> O à 0,60 gld	180,00
120 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> à 0,90 gld	108,00
150 kg NPK 20+20+0 à 0,45 gld	67,50
Rotorkopeggen 1,4 uur/ha à 127,00 gld	177,80
Bodembedekker zaaien 1,0 uur/ha à 105,00 gld	105,00
Bodembedekker zaaizaad	110,00
Km. strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld	61,80
Kunstmest 50 kg N à 1,10 gld	55,00
Bodembed.doodspuiten 0,50 uur/ha à 113,00 gld	56,50
Spuitmiddel Round up 4 kg à 35,00 gld	140,00
Extra zaaikosten hoofdgewas 20 % van 116 gld/ha (1)	23,20
Extra zaaizaad hoofdgewas 10 % van 350 gld/ha (1)	<u>35,00</u>
	1181,60

Minder kosten:

Drijmest uitrijden 1,00 uur/ha à 122,00 gld	122,00
Cultivateren 1,00 uur/ha à 93,00 gld	93,00
Niet rotorkopeggen voor het hoofdgewas 1,4 uur/ha à 127 gld	177,80
Nawerking N (25 kg à 1,10 gld)	<u>27,50</u>
	420,30
Totaal bodembedekker met directzaai voor snijmais	761,30

- 1) Extra zaaikosten i.v.m. stagnatie extra kosten voor zaaizaad i.v.m. verliezen als gevolg van het niet goed afdekken zaai voor.

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **bodembedekker met directzaai voor suikerbieten** in gld per ha.

Meerkosten:

Km. strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld x 50 %	30,90
Kunstmest: 150 kg K <sub>2</sub> O à 0,60 gld x 50 %	45,00
100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> à 0,90 gld x 50 %	45,00
Rotorkopeggen 1,4 uur/ha à 127,00 gld	177,80
Bodembedekker zaaien 1,0 uur/ha à 105,00 gld	105,00
Bodembed. zaaizaad	110,00
Km.strooien 0,6 uur/ha à 103,00 gld x 50 %	30,90
Kunstmest 50 kg N à 1,10 gld x 50 %	27,50
Bodembed.doodspuiten 0,50 uur/ha à 113,00 gld	56,50
Spuitmiddel Round up 4 kg à 35,00 gld	140,00
Extra zaaikosten hoofdgewas 20 % van 138 gld/ha (1)	27,50
Extra zaaizaad hoofdgewas 10 % van 400 gld/ha (1)	40,00
Schoffelen handkracht 10 uur à 34,00 gld x 50 %	170,00
Spuiten onkruid 0,50 uur/ha à 113,00 gld x 50 %	28,30
Spuitmiddelen 180,00 gld per ha(2) x 50 %	90,00
Slakkenbestrijdingsmiddel strooien 1x per 2 jaar à 50 gld	25,00
Slakkenbestrijdingsmiddel 5 kg à 16,00 gld 1x per 2 jaar	<u>40,00</u>
	1189,40

Minder kosten:

Drijmest uitrijden 1,00 uur/ha à 122,00 gld x 50 %	61,00
Cultivateren 1,00 uur/ha à 93,00 x 50 %	46,50
Niet rotorkopeggen voor het hoofdgewas 1,4 uur/ha à 127 gld	177,80
Suikerbieten schoffelen 1,6 uur/ha à 85,00 gld	136,00
Nawerking N (25 kg à 1,10 gld)	<u>27,50</u>
	<u>448,80</u>
Totaal bodembedekker met directzaai voor suikerbieten	740,60

- 1) Extra kosten voor zaaien en zaaizaadbij het hoofdgewas suikerbieten i.v.m. meer stagnatie resp. verlies door niet goed afdekken zaaivoren.
- 2) Spuitmiddelen: 2 l fenmedifam à 27,50 gld, 1 kg metamitron à 65,50 gld, 1,5 l minerale olie à 5,25 gld en 1 l ethofumesaat à 51,75 gld.

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **strobedekking in snijmais** in gld per ha (schatting).

Meerkosten:

Stro hakselen en opbrengen 1,2 uur/ha à 200,00 gld	240,00
Stro aanvoer + balen op machine zetten 1,30 uur/ha à 100 gld	130,00
Stro 3 tn/ha à 200 gld	<u>600,00</u>
Totaal strobedekking in snijmais	970,00

Extra teeltkosten bij het toepassen van de methode **strobedekking in suikerbieten** in gld per ha (schatting).

Meerkosten:

Stro hakselen en opbrengen 1,2 uur/ha à 200,00 gld	240,00
Stro aanvoer + balen op machine zetten 1,30 uur/ha à 100 gld	130,00
Stro 3 tn/ha à 200 gld	600,00
Schoffelen handkracht 10 uur à 34,00 gld x 50 %	170,00
Spuiten onkruid 0,50 uur/ha à 113,00 gld x 50 %	28,30
Spuitmiddelen 180,00 gld per ha(1) x 50 %	<u>90,00</u>
	1258,30

Minder kosten:

Suikerbieten schoffelen 1,6 uur/ha à 85,00 gld	<u>136,00</u>
Totaal strobedekking in suikerbieten	1122,30

- 1) Spuitmiddelen: 2 l fenmedifam à 27,50 gld, 1 kg metamitron à 65,50 gld, 1,5 l minerale olie à 5,25 gld en 1 l ethofumesaat à 51,75 gld.



### Vergelijking kostenberekeningen voor erosiebeperkende teeltsystemen

In het concept-rapport van het demonstratieproject bestrijding/beperking bodemerisatie op bedrijfsniveau in 1993 (Crijns en Deneer, 1993) en in het verslag van het erosieverificatieproject (Kraak, 1993) zijn kostenberekeningen opgesteld van enkele erosiebeperkende teeltsystemen. In deze berekeningen is hoofdzakelijk gekeken naar de toegerekende kosten. In tabel 1.1 zijn de meer of minder toegerekende kosten van mulchzaai en directzaai naast de in dit rapport gehanteerde toegerekende kosten gezet.

Tabel 1.1 Vergelijking kostenberekeningen voor erosiebeperkende teeltsystemen

	Demon.proj		Verific.project		SC-rapport	
	mulchz.	directz.	mulchz.	directz.	mulchz.	directz.
<b>Snijmais</b>						
Zaaiz. snijm.	0	0	-	0	0	+ 35
Zaaiz. bod.bed	+ 90	+ 90	-	0	+110	+110
Bem.kost.meer	0	0	-	+273(1)	+339(2)	+410(1)
Bem.kost.min	0	0	-	-	- 27	- 27
Onkr.bestr.m.	+100	+100	-	+105	+140	+140
Onged.bestr.	0	0	-	0	0	+ 40
Diversen	0	0	-	- 2	0	0
Totaal	+190	+190	-	+376	+562	+708
<b>Suikerbieten</b>						
Zaaiz. suik.b.	0	+ 48	0	+ 49	0	+ 40
Zaaiz. bod.bed	0	0	0	0	+110	+110
Bem.kost.meer	0	0	-	-	+118(3)	+118(3)
Bem.kost.min	0	0	-	-	- 27	- 27
Onkr.bestr.m.	+100	+100	+ 88	+ 27	+140	+140
Onkr.bestr.	0	0	0	0	+ 90	+ 90
Onged.bestr.	0	+ 25	0	+ 50	0	+ 40
Diversen	0	0	0	- 30	0	0
Totaal	+100	+173	+ 88	+ 96	+341	+421

- 1) Hier is drijfmest vervangen door kunstmest. In zuid Limburg is geen overschot aan drijfmest. Als overtollige drijfmest binnen de regio kan worden afgezet, kan hiervoor een besparing van ca 120 gld per ha worden gerekend. Als er een overschot aan drijfmest is of ontstaat dan moet voor afzet van dit overschot rekening worden gehouden met 15 gld per ton af te zetten drijfmest. Besparing op drijfmest uitrijden of injecteren van drijfmest door de loonwerker is hier eveneens buiten beschouwing gelaten.
- 2) Hier kan in het najaar geen drijfmest worden uitgereden. Op 20 % van de oppervlakte wordt in het voorjaar drijfmest geïnjecteerd en op 80 % van de oppervlakte wordt ter compensatie kunstmest gebruikt
- 3) Hier kan op de helft (na wintergraan) van de oppervlakte nog wel drijfmest worden uitgereden gebruikt; op de andere helft wordt ter compensatie kunstmest gebruikt.

**Effecten van erosiebeperkende teeltmethoden op de opbrengsten van landbouwgewassen**

Reeds enkele jaren wordt op proefboerderij 'Wijnandsrade', op demonstratieprojecten (Crijs en Deneer, 1993; Wijnandsrade, 1990/1993) en op het erosieverificatie-project (Kraak, 1993) onderzoek gedaan naar en berekeningen uitgevoerd aan teeltmethoden om de erosie bij erosiegevoelige akkerbouwgewassen op lössgronden te beperken. De onderzochte erosiebeperkende teeltmethoden zijn bodembedekker met mulchzaai, bodembedekker met directzaai en strobedekking. Het onderzoek heeft zich vooral gericht op aangepaste teeltmethoden bij snijmais en suikerbieten en incidenteel bij consumptie-aardappelen. Bij dit onderzoek zijn ook opbrengstmetingen verricht. In de tabellen 1.2 en 1.3 zijn de resultaten van deze opbrengstmetingen gegeven.

Tabel 1.2 Relatieve opbrengsten van het gewas snijmais bij erosiebeperkende teeltmethoden t.o.v. praktijk in procenten.

Jaar	Erosiebeperkende teeltmethode:		
	Bodembed. mulchzaai	bodembed. directzaai	stro- bedekking
<b>'Wijnandsrade':</b>			
1990	95	88	102
1991	100	91	106
1992	107	101	111
1993	100	98	98
Gemidd. 'Wijnandsrade'	101	95	104
<b>Demonstratieprojecten:</b>			
1992	94	82	-
1993	98	106	-
Gemidd. demo-projecten	96	94	-
Verificatieprojecten	100	93	-
Totaal/gemiddeld	99	94	104

Tabel 1.3 Relatieve opbrengsten van het gewas suikerbieten bij erosiebeperkende teeltmethoden in procenten.

Jaar	Erosiebeperkende teeltmethode:	
	Bodembed. mulchzaai	bodembed. directzaai
'Wijnandsrade':		
1990	102	94
1991	99	96
	96	88
1992	100	94
Gemidd. 'Wijnandsrade'	99	93
Demonstratieprojecten:		
1992	-	97
1993	100	99
Gemidd. demo-projecten	100	98
Verificatieprojecten	100	91
Totaal/gemiddeld	100	94

## Aanhangsel 2 Aanleg- en onderhoudskosten van grasbanen en groenstroken

### *Aanleg grasbanen*

Voor het aanleggen van grasbanen moet eerst het midden (laagste lengte-as) van het betreffende droogdal worden aangegeven, waarna ter weerszijden van dit midden 5 m grasbaan moet worden uitgezet. Het zijn banen van 10 meter breed; de oppervlakte van een grasbaan zal in veel gevallen kleiner zijn dan 1 ha. Afhankelijk van de werkzaamheid zijn de gemiddelde loonwerktarieven daarom verhoogd met 0-50%. De loonwerktarieven zijn ontleend aan IKC (1993) of PAGV (1993).

Aanlegkosten incl. 17,5 % BTW (gld/ha)	
Uitzetten (raming)	1000
Afrastering opruimen en herplaatsen (4 st à 15 m) 60 m à 1,25 gld.	75
Onkruid bestrijden:	
spuiten loonwerk (60 gld.+40%)	85
onkr.bestr.middel (1 ltr Starane)	75
Profileren:	
Cultivateren (135 gld.+20 %)	160
Profileren met tr.+ kilverbak (635 gld.+20%)	760
Ploegen (330 gld.+20 %)	395
Cultivateren (135 gld.+20 %)	160
Bemesting:	
80 kg K <sub>2</sub> O à 0,55 gld. en 60 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> à 0,90 gld	100
in 2x strooien loonwerk 2(55 gld.+50 %)	165
Zaaien:	
zaaien loonwerk (135 gld.+20 %)	160
zaaizaad 30 kg BG4	<u>200</u>
Totaal	2335
Plankosten en directiekosten 30 %	1000
Onvoorzien en afronding	<u>265</u>
Totaal aanlegkosten per ha	4600

Bij een grasbaanbreedte van 10 m zijn de aanlegkosten 4,60 gld. per strekkende meter.

Als de grasbaan een weg kruist moet een onderdoorgang worden gemaakt voor het water. Hiervoor kunnen betonbuizen 0.50 m diameter worden gebruikt. Aan de kant van de weg moet een instroom- resp. een uitstroomvoorziening worden gemaakt. De aanlegkosten van een dergelijke onderdoorgang zijn o.a. afhankelijk van de wegconstructie.

Aanlegkosten onderdoorgang onder een **onverharde weg**, incl. 17,5 % BTW (gld. per onderdoorgang):

Leveren en leggen 10 m betonbuis diam. 0.50 m à 235 gld	2350
Instr.- + uitstr.voorziening (1)	1940
Plankosten en directiekosten 30 %	1290
Onvoorzien en afronding	<u>320</u>
Totaal	5900

1) Opgave w.s. Roer en Overmaas 1650 gld per wegekruising excl BTW.

Als een **verharde weg** moet worden gekruist, moet de verharding worden opgebroken en afgevoerd en moet nieuwe verharding worden aangebracht. Door de verspreide ligging en de relatief kleine stukjes verharding is het repareren van de verharding relatief duur. Daarom zijn de kosten voor het aanbrengen van verharding met 50% verhoogd.

Aanlegkosten onderdoorgang onder een **verharde weg**, incl. 17,5 % BTW (gld. per onderdoorgang):

Opbreken verharding 10 m <sup>2</sup> à 17,5 gld.	175
Afvoeren oude verharding 7 tn 52,50 gld.	370
Stortkosten 7 tn à 135 gld.	945
Leveren en leggen 10 m betonbuis diam. 0,50 m à 235 gld	2350
Instr.- + uitstr.voorziening	1940
Leveren en aanbrengen fundering 5 tn à 52,50 gld + 50 %.	395
leveren en aanbrengen asfalt 2 tn à 120 gld + 50 %.	360
Plankosten en directievoering 30%	1960
Onvoorzien en afronding	<u>405</u>
Totaal	8900

### ***Aanleg groenstroken***

Voor het aanleggen van de groenstroken zijn 30 % plan- en directiekosten in rekening gebracht. De banen zijn 5 m breed en worden eerst ingezaaid met gras. De oppervlakte van de stroken zal in veel gevallen kleiner zijn dan 50 are. Afhankelijk van de werkzaamheid zijn de gemiddelde loonwaktarieven verhoogd met 0 tot 100 %. De loonwaktarieven zijn ontleend aan IKC (1993) of PAGV (1993).

Aanlegkosten groenstroken incl. 17,5 % BTW (gld/ha).	
Uitzetten (raming)	1000
Onkruid bestrijden:	
spuiten loonwerk (60 gld.+100 %)	120
onkr.bestr.middel (1 ltr Starane)	75
Ploegen (330 gld.+40 %)	460
Cultivateren (135 gld.+40%)	190
Basis bemesting:	
80 kg K2O à 0,55 gld. en 60 kg P2O5 à 0,90 gld.	100
in 2x strooien loonwerk 2(55 gld.+100 %)	220
Zaaien:	
zaaien loonwerk (135 gld.+40 %)	190
zaaizaad 30 kg BG4	<u>200</u>
Totaal	1555
Plan- en directiekosten 30 %	765
Onvoorzien en afronding	<u>180</u>
Totaal aanlegkosten	3500

Bij een breedte van 5 meter is dit f 1,75 per strekkende meter.

### ***Onderhoud grasbanen en groenstroken***

In het onderzoek wordt er van uitgegaan dat het onderhoud van grasbanen en groenstroken door het waterschap wordt verricht. Het onderhoud bestaat uit 2x maaien en afvoeren van het maaisel. Er wordt geen onderhoudsbemesting gegeven. Enige verwildering van de grasbanen en groenstroken is geoorloofd. Kosten voor onderhoud volgens opgave W.s. Roer en Overmaas voor maaien en afvoeren maaisel.

2x maaien met frontmaaier 2x250 gld	500
2x bijmaaien 2x150 gld	300
2x harken 2x110 gld	220
2x oprapen 2x150	300
2x transport composteringsinstallatie 2x70 gld	140
composteringskosten 2x4,5 ton à 90 gld.	<u>810</u>
Totaal onderhoudskosten incl 17,5 % BTW (gld/ha.jaar)	2270

Bij een breedte van 10 m grasbaan is dit 2,27 gld per strekkende meter. Voor groenstroken met een strookbreedte van 5 m, is dit jaarlijks 1,15 gld per strekkende meter groenstrook.

PM:

- Op de grasbanen kan zich sediment afzetten. Dit betekent dat de grasbanen op bepaalde tijden opnieuw moeten worden geprofileerd en ingezaaid. Hiervoor zijn geen kosten berekend.
- Onderhoudskosten voor onderdoorgang bij wegen zijn moeilijk te schatten. De putten zullen gaan fungeren als opvangputten voor sediment en de onderhoudswerkzaamheden zullen daarom voornamelijk bestaan uit het verwijderen van dit sediment. De onderhoudskosten zijn ook afhankelijk van de verspreide ligging van de onderdoorgangen. Het jaarlijks verwijderen van sediment kan worden gesteld op gemiddeld 100 gld. per onderdoorgang.

## Aanhangsel 3 Exploitatiekosten op perceelskanten en hoeken

### *Algemeen*

De oppervlakte cultuurgrond in het studiegebied is 25394 ha (CBS, 1992). Hiervan is 10741 ha in gebruik als grasland, 12939 ha als bouwland en 1714 ha als tuinland. De problematiek van water- en bodemerosie doet zich voornamelijk voor op gronden die grote delen van het jaar niet zijn bedekt met een gewas. De meeste akkerbouwgewassen bedekken de bodem slechts gedurende enkele maanden per jaar. De meeste erosie vindt dan ook plaats op bouwlandpercelen gedurende de maanden dat de gewassen de bodem niet of slechts gedeeltelijk bedekken.

Op het bouwland worden de volgende gewassen verbouwd (CBS, 1992):

- wintergraan	30,9 %
- ov.granen en hand.gew.	2,9 %
- cons. aardappelen	11,1 %
- suikerbieten	25,6 %
- voederbieten	0,9 %
- snijmais	28,6 %

Op bouwlandpercelen met hellingen > 10 % worden in verband met de helling en het voorkomen van stenen geen aardappelen verbouwd. Op dergelijke percelen wordt relatief veel graan en snijmais verbouwd. Ofschoon ook op hellingen ≤ 10 % bij 1/3 van de bedrijven geen aardappelen worden verbouwd, kan voor deze hellingen toch met één bouwplan worden gerekend (Crijs, 1994). Als voor het studiegebied wordt uitgegaan van 90 % bouwland op hellingen ≤ 10% en 10 % bouwland op hellingen > 10 %, kunnen de vier belangrijkste gewassen als volgt over de twee hellingklassen worden verdeeld.

Hellingen ≤ 10 %:

- wintergraan	33 %
- cons. aardappelen	13 %
- suikerbieten	27 %
- snijmais	27 %

Hellingen > 10 %:

- wintergraan	40 %
- suikerbieten	25 %
- snijmais	35 %

Door erosiebeperkende maatregelen als het aanleggen van graften, groenstroken, grasbanen of het verkleinen van gewaspercelen, wijzigt de perceelskantlengte, perceelsbreedte en het aantal hoeken. Hierdoor veranderen de bewerkingskosten per ha.

### *Wijziging bewerkingskosten*

De bewerkingskosten zijn afhankelijk van de perceelsgrootte en -vorm, de gewassen die worden verbouwd en de te verrichten werkzaamheden. De meest ideale toestand voor een akkerbouwbedrijf is een rechthoekig perceel. Naarmate een perceel kleiner of slechter van vorm is, is de lengte aan perceelskanten groter. De perceelskanten zijn



onder te verdelen in lengtekanten (evenwijdig aan de grootste perceelslengte) en wendakkers (loodrecht op de grootste perceelslengte) (fig. 3.1).

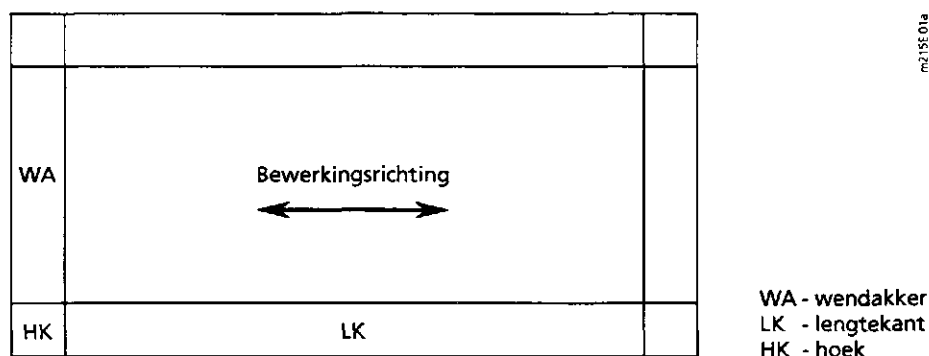


Fig. 3.1. Indeling van perceelskanten op een rechthoekig perceel.

De perceelskanten en hoeken vragen extra bewerkingskosten. De extra bewerkingskosten op een wendakker zijn meestal beduidend hoger dan op een lengtekant.

De extra bewerkingskosten op een wendakker worden veroorzaakt door:

- wenden incl. in- en uitwerking stellen van de machine, per werkgang een wending;
- extra storing bij één of meer werkgangen op de wendakker of deze werkgangen moeten met een lagere snelheid worden uitgevoerd;
- bij strokenbewerking (bv. eggen, cultivateren, maaidorsen etc.) extra werkgangen voor het afronden van de stroken;

De extra bewerkingskosten op een lengtekant worden veroorzaakt door:

- Extra storing bij één of meer werkgangen langs de kant of deze werkgangen moeten met een lagere snelheid worden uitgevoerd;
- één tot twee extra werkgangen omdat het aantal werkgangen op een perceel bijna nooit exact een even aantal is;
- bij rijengebonden werkzaamheden (bv. aardappelen poten) het aantal rijen (elementen) aanpassen voor de laatste werkgang, de laatste werkgang heeft meestal geen volle werkbreedte;

De extra bewerkingskosten op een hoek worden veroorzaakt door:

- wenden en in- en uitwerking stellen van de machine bij werkgangen op de wendakker;
- bijwerken van de hoek bij enkele werkzaamheden.

De extra bewerkingskosten zijn voor de verschillende werkzaamheden berekend uit de extra tijdbesteding op de perceelskanten en de uurkosten voor machines en personeel. Voor het berekenen van de uurkosten van de machines is gebruik gemaakt van de verrekenprijzen landbouwwerktuigen (PAGV, 1993) en van door het IMAG berekende taaktijden verhoogd met transporttijd en aan- en aflooptijd op de percelen. In tabel 3.1 zijn voor de onderscheiden werkzaamheden de verrekenprijzen, de taaktijden en de uurkosten voor machines, tractie en personen gegeven. De tractiekosten zijn incl. brandstof en smeermiddelen (5 gld per uur voor trekker 50-60 kw en 9 gld per uur voor trekker 60-70 kw). De personeelskosten bestaan uit bruto cao-loon plus sociale lasten werkgever. In tabel 3.2 en 3.3 zijn de extra bewerkingstijden en kosten op lengtekanten, wendakkers en hoeken gegeven.

Tabel 3.1. Verrekenprijzen (gld/ha), taaktijden (uren/ha) en uurkosten (gld/uur) voor landbouwmachines en personen.

Werkzaamheid	Verr. prijzen machines	Taak tijden	Uurkosten voor:		
			machines	tractie*	personeel
Trekker 50-60 kw			33,00	n.v.t.	n.v.t.
Trekker 60-70 kw			40,00	n.v.t.	n.v.t.
Zaai-/winterv.pl. 3 sch.	57,00	3,09	18,00	40,00	34,00
Cultivateren v.t. 4,5 m	19,00	1,00	19,00	40,00	34,00
Eggen rotorkop 3 m	70,00	1,32	53,00	40,00	34,00
Drijfmest uitrijden 6 m <sup>3</sup>	n.v.t.	n.v.t.	48,00	40,00	34,00
Drijfmest injecteren 3 m	n.v.t.	n.v.t.	63,00	40,00	34,00
Km strooien 1000 l	21,00	0,58	36,00	33,00	34,00
Graan zaaien 4,5 m***	38,00	1,00	38,00	33,00	34,00
S.bieten zaaien 4,5 m	62,00	1,14	54,00	33,00	34,00
Mais zaaien 3 m	44,00	1,07	41,00	33,00	34,00
Aardappelen poten 3 m	86,00	2,45	35,00	33,00	34,00
Aard. aanaarden 3 m	23,00	1,56	15,00	33,00	34,00
S.bieten schoffelen 3 m	28,00	1,56	18,00	33,00	34,00
Sputten aanbouw 18 m	21,00	0,46	46,00	33,00	34,00
Maaidorsen 4 m	414,00	1,69	260,00*	n.v.t.	34,00
Stro persen 4 m	168,00	1,08	156,00	40,00	34,00
Aard.loofklappen 3 m	100,00	1,39	72,00	33,00	34,00
Aard. rooien 1,50 m	708,00	3,75	194,00**	40,00	68,00
Suikerbieten rooien 3 m	595,00	1,62	382,00*	n.v.t.	34,00
Suikerbieten laden 3 m	215,00	1,68	128,00	40,00	34,00
Mais oogsten 3 m	680,00	1,545	457,00*	n.v.t.	34,00

\*) inclusief brandstof en smeermiddelen.

\*\*) inclusief smeermiddelen

\*\*\*) graan zaaien wordt in de praktijk vaak met rotorkopeggen en één bewerking uitgevoerd.

De extra tijdbestedingen zijn berekend aan de hand van gegevens uit de literatuur (Sprik en Kester, 1972) en afgeleid uit door het IMAG in 1990 berekende taaktijden. In tabel 3.2 staan per werkzaamheid de uurkosten voor de machines (incl. tractie) en de extra bewerkingstijden en -kosten voor de perceelskanten en hoeken. In tabel 3.3 staan per werkzaamheid de extra manuren en personele kosten voor de perceelskanten en hoeken.

Tabel 3.2. Machineurkosten en berekende extra bewerkingstijden en machinekosten op lengtekanten(LK), wendakkers(WA) en hoeken(HK).

Werkzaamheid	Uur- kosten gld/uur	Extra tijd resp. kosten op:					
		<u>100 m LK</u> uren gld		<u>100 m WA</u> uren gld		<u>1 hoek</u> uren gld	
Ploegen	58,00	0,02	1,16	0,56	32,48	0,17	9,86
Cultivateren	59,00	0,04	2,36	0,20	11,80	-	-
Eggen rotorkop	93,00	0,03	2,79	0,16	14,88	0,07	6,51
Drijfmest uitrijden	88,00	0,01	0,88	0,04	3,52	-	-
Drijfmest injecteren	103,00	0,02	2,06	0,17	17,51	0,01	1,03
Km strooien	69,00	0,02	1,38	0,05	3,45	0,03	2,07
Graan zaaien	71,00	0,03	2,13	0,12	8,52	0,02	1,42
Suikerbieten zaaien	87,00	0,04	3,48	0,18	15,66	0,03	2,61
Mais zaaien	74,00	0,03	2,22	0,14	10,36	0,02	1,48
Aardappelen poten	68,00	0,05	3,40	0,39	26,52	0,15	10,20
Aardapp. aanaarden	48,00	0,04	1,92	0,21	10,08	0,06	2,88
S.bieten schoffelen	51,00	0,04	2,04	0,21	10,71	0,06	3,06
Sputten	79,00	0,01	0,79	0,07	5,53	-	-
Maaidorsen	260,00	0,07	18,20	0,30	78,00	0,02	5,20
Stro persen	196,00	0,01	1,96	0,19	37,24	0,01	1,96
Aard. loofklappen	105,00	0,01	1,05	0,10	10,50	0,02	2,10
Aardappelen rooien	234,00	0,04	9,36	0,69	161,46	0,06	14,04
Suikerbieten rooien	382,00	0,03	11,46	0,35	133,70	0,03	11,46
Suikerbieten laden	168,00	0,01	1,68	0,33	55,44	0,03	5,04
Mais oogsten	457,00	0,02	9,14	0,23	105,11	0,01	4,57

Tabel 3.3. Berekende extra manuren en personele kosten op lengtekanten (LK), wendakkers(WA) en hoeken(HK).

Werkzaamheid	Extra tijd resp. kosten op:					
	<u>100 m LK</u>		<u>100 m WA</u>		<u>1 hoek</u>	
	uren	gld	uren	gld	uren	gld
Ploegen	0,02	0,68	0,56	19,04	0,17	5,78
Cultivateren	0,04	1,36	0,20	6,80	-	-
Eggen rotorkop	0,03	1,02	0,16	5,44	0,07	2,38
Drijfmest uitrijden	0,01	0,34	0,04	1,36	-	-
Drijfmest injecteren	0,02	0,68	0,17	5,78	0,01	0,34
Km strooien	0,02	0,68	0,05	1,70	0,03	1,02
Graan zaaien	0,03	1,02	0,12	4,08	0,02	0,68
Suikerbieten zaaien	0,04	1,36	0,18	6,12	0,03	1,02
Mais zaaien	0,03	1,02	0,14	4,76	0,02	0,68
Aardappelen poten	0,05	1,70	0,39	13,26	0,15	5,10
Aardapp. aanaarden	0,04	1,36	0,21	7,14	0,06	2,04
S.bieten schoffelen	0,04	1,36	0,21	7,14	0,06	2,04
Sputten	0,01	0,34	0,07	2,38	-	-
Maaidorsen	0,07	2,38	0,30	10,20	0,02	0,68
Stro persen	0,01	0,34	0,19	6,46	0,01	0,34
Aard. loofklappen	0,01	0,34	0,10	3,40	0,02	0,68
Aard. rooien 2 pers.	0,08	2,72	1,38	46,92	0,12	4,08
Suikerbieten rooien	0,03	1,02	0,35	11,90	0,03	1,02
Suikerbieten laden	0,01	0,34	0,33	11,22	0,03	1,02
Mais oogsten	0,02	0,68	0,23	7,82	0,01	0,34

De extra bewerkingskosten op de perceelskanten zijn afhankelijk van het gewas en de bewerkingsrichting. Op vlakke percelen kan de bewerkingsrichting voor alle werkzaamheden evenwijdig aan de grootste perceelslengte worden gesteld. Op percelen met een hellend maaiveld moeten sommige werkzaamheden evenwijdig aan de hellingsrichting worden uitgevoerd en andere werkzaamheden loodrecht op de hellingsrichting (contour). Hierdoor zijn de extra bewerkingskosten op de afzonderlijke perceelskanten afhankelijk van de richting van de grootste perceelslengte t.o.v. de hellingsrichting. In overleg met DLV ZON (Crijns, 1994) zijn voor de vier belangrijkste gewassen de werkzaamheden en hun bewerkingsrichting vastgesteld. Vervolgens zijn per gewas de extra machinekosten en personeelskosten op de afzonderlijke perceelskanten berekend. In de tabellen 3.4 t/m 3.7 staan deze kosten voor percelen met de perceelslengte evenwijdig aan (//) de hellingsrichting en in de tabellen 3.8 t/m 3.11 staan de extra kosten voor percelen met de perceelslengte loodrecht op (⊥) de hellingsrichting.

Tabel 3.4. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van wintertarwe en perceelslengte // hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK // hellingsr. gld/hm	WA   hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<u>Machinekosten</u>					
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Graanzaaien	1	PL	2,13	8,52	1,42
Km strooien	3	HR	4,14	10,35	6,21
Spuiten	4	HR	3,16	22,12	-
Maaidorsen	1	C @	78,00	18,20	5,20
Stro persen	1	C @	37,24	1,96	1,96
Drijfmest injecteren	1	PL	2,06	17,51	1,03
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Gele mosterd zaaien	1	PL	<u>2,13</u>	<u>8,52</u>	<u>1,42</u>
Totaal			135,60	149,42	40,12
<u>Personeelskosten</u>					
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Graanzaaien	1	PL	1,02	4,08	0,68
Km strooien	3	HR	2,04	5,10	3,06
Spuiten	4	HR	1,36	9,52	-
Maaidorsen	1	C @	10,20	2,38	0,68
Stro persen	1	C @	6,46	0,34	0,34
Drijfmest injecteren	1	PL	0,68	5,78	0,34
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Gele mosterd zaaien	1	PL	<u>1,02</u>	<u>4,08</u>	<u>0,68</u>
Totaal			25,50	61,20	16,32
Totaal machine- en personeelskosten			161,10	210,62	56,44

- 1) PL = bewerkingsrichting // perceelslengte  
 HR = bewerkingsrichting // hellingsrichting dus | hoogtelijnen  
 C = bewerkingsrichting | hellingsrichting dus // hoogtelijnen  
 @ = Bewerkingsrichting is | perceelslengte

Tabel 3.5. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van consumptieaardappelen en perceelslengte // hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK // hellingsr. gld/hm	WA   hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<b><u>Machinekosten</u></b>					
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Km. strooien(K)	1	HR	1,38	3,45	2,07
Cultivateren	1	PL	2,36	11,80	-
Km. str. (N of NP)	1	HR	1,38	3,45	2,07
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Poten	1	HR	3,40	26,52	10,20
Aanaarden	1	HR	1,92	10,08	2,88
Sputen	12	HR	9,48	66,36	-
Doodspuiten	1	HR	0,79	5,53	-
Loofklappen	1	HR	1,05	10,50	2,10
Rooien	1	HR	9,36	161,46	14,04
Cultivateren	1	PL	<u>2,36</u>	<u>11,80</u>	-
Totaal			37,43	358,31	49,73
<b><u>Personeelskosten</u></b>					
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Km. strooien(K)	1	HR	0,68	1,70	1,02
Cultivateren	1	PL	1,36	6,80	-
Km. str. (N of NP)	1	HR	0,68	1,70	1,02
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Poten	1	HR	1,70	13,26	5,10
Aanaarden	1	HR	1,36	7,14	2,04
Sputen	12	HR	4,08	28,56	-
Doodspuiten	1	HR	0,34	2,38	-
Loofklappen	1	HR	0,34	3,40	0,68
Rooien	1	HR	2,72	46,92	4,08
Cultivateren	1	PL	<u>1,36</u>	<u>6,80</u>	-
Totaal			16,32	143,14	22,10
Totaal machine- en personeelskosten			53,75	501,45	71,83

1) zie tabel 3.4.

Tabel 3.6. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van suikerbieten en perceelslengte // hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK // hellingsr. gld/hm	WA   hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<u>Machinekosten</u>					
Drijfmest injecteren	1	PL	2,06	17,51	1,03
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Cultivateren	1	PL	2,36	11,80	-
Km. strooien(N)	1	HR	1,38	3,45	2,07
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Zaaïen	1	HR	3,48	15,66	2,61
Schoffelen	1	HR	2,04	10,71	3,06
Sputen	5	HR	3,95	27,65	-
Rooien	1	HR	11,46	133,70	11,46
Laden	1	HR	1,68	55,44	5,04
Cultivateren	1	PL	<u>2,36</u>	<u>11,80</u>	-
Totaal			34,72	335,08	41,64
<u>Personeelskosten</u>					
Drijfmest injecteren	1	PL	0,68	5,78	0,34
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Cultivateren	1	PL	1,36	6,80	-
Km. strooien(N)	1	HR	0,68	1,70	1,02
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Zaaïen	1	HR	1,36	6,12	1,02
schoffelen	1	HR	1,36	7,14	2,04
Sputen	5	HR	1,70	11,90	-
Rooien	1	HR	1,02	11,90	1,02
Laden	1	HR	0,34	11,22	1,02
Cultivateren	1	PL	<u>1,36</u>	<u>6,80</u>	-
Totaal			11,56	93,84	14,62
Totaal machine- en personeelskosten			46,28	428,92	56,26

1) zie tabel 3.4.

Tabel 3.7. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van  
snijmais en perceelslengte // hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK // hellingsr. gld/hm	WA   hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<b><u>Machinekosten</u></b>					
Drijfmest uitrijden	1	HR	0,88	3,52	-
Cultivateren	1	PL	2,36	11,80	-
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Km. strooien(N)	1	HR	1,38	3,45	2,07
Rotorkoepgen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Zaaien	1	PL	2,22	10,36	1,48
Sputen	1	HR	0,79	5,53	-
Mais oogsten	1	PL	9,14	105,11	4,57
Cultivateren	1	PL	<u>2,36</u>	<u>11,80</u>	-
Totaal			23,08	198,93	24,49
<b><u>Personeelskosten</u></b>					
Drijfmest uitrijden	1	HR	0,34	1,36	-
Cultivateren	1	PL	1,36	6,80	-
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Km. strooien(N)	1	HR	0,68	1,70	1,02
Rotorkoepgen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Zaaien	1	PL	1,02	4,76	0,68
Sputen	1	HR	0,34	2,38	-
Mais oogsten	1	PL	0,68	7,82	0,34
Cultivateren	1	PL	<u>1,36</u>	<u>6,80</u>	-
Totaal			7,48	56,10	10,20
Totaal machine- en personeelskosten			30,56	255,03	34,69

1) zie tabel 3.4.



Tabel 3.8. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van wintertarwe en perceelslengte  $\perp$  hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK $\perp$ hellingsr. gld/hm	WA // hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<u>Machinekosten</u>					
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Graanzaaien	1	PL	2,13	8,52	1,42
Km strooien	3	HR @	10,35	4,14	6,21
Spuiten	4	HR @	22,12	3,16	-
Maaidorsen	1	C	18,20	78,00	5,20
Stro persen	1	C	1,96	37,24	1,96
Drijfmest injecteren	1	PL	2,06	17,51	1,03
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Gele mosterd zaaien	1	PL	<u>2,13</u>	<u>8,52</u>	<u>1,42</u>
Totaal			65,69	219,33	40,12
<u>Personeelskosten</u>					
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Graanzaaien	1	PL	1,02	4,08	0,68
Km strooien	3	HR @	5,10	2,04	3,06
Spuiten	4	HR @	9,52	1,36	-
Maaidorsen	1	C	2,38	10,20	0,68
Stro persen	1	C	0,34	6,46	0,34
Drijfmest injecteren	1	PL	0,68	5,78	0,34
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Gele mosterd zaaien	1	PL	<u>1,02</u>	<u>4,08</u>	<u>0,68</u>
Totaal			22,78	63,92	16,32
Totaal machine- en personeelskosten			88,47	283,25	56,44

1) zie tabel 3.4.

Tabel 3.9. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van consumptieaardappelen en perceelslengte | hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK   hellingsr. gld/hm	WA // hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<b><u>Machinekosten</u></b>					
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Km. strooien(K)	1	HR @	3,45	1,38	2,07
Cultivateren	1	PL	2,36	11,80	-
Km. str. (N of NP)	1	HR @	3,45	1,38	2,07
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Poten	1	HR @	26,52	3,40	10,20
Aanaarden	1	HR @	10,08	1,92	2,88
Spuiten	12	HR @	66,36	9,48	-
Doodspuiten	1	HR @	5,53	0,79	-
Loofklappen	1	HR @	10,50	1,05	2,10
Rooien	1	HR @	161,46	9,36	14,04
Cultivateren	1	PL	<u>2,36</u>	<u>11,80</u>	=
Totaal			296,02	99,72	49,73
<b><u>Personeelskosten</u></b>					
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Km. strooien(K)	1	HR @	1,70	0,68	1,02
Cultivateren	1	PL	1,36	6,80	-
Km. str. (N of NP)	1	HR @	1,70	0,68	1,02
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Poten	1	HR @	13,26	1,70	5,10
Aanaarden	1	HR @	7,14	1,36	2,04
Spuiten	12	HR @	28,56	4,08	-
Doodspuiten	1	HR @	2,38	0,34	-
Loofklappen	1	HR @	3,40	0,34	0,68
Rooien	1	HR @	46,92	2,72	4,08
Cultivateren	1	PL	<u>1,36</u>	<u>6,80</u>	=
Totaal			109,48	49,98	22,10
Totaal machine- en personeelskosten			405,50	149,70	71,83

1) zie tabel 3.4.

Tabel 3.10. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van suikerbieten en perceelslengte  $\perp$  hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK $\perp$ hellingsr. gld/hm	WA // hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<u>Machinekosten</u>					
Drijfmest injecteren	1	PL	2,06	17,51	1,03
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Cultivateren	1	PL	2,36	11,80	-
Km. strooien(N)	1	HR @	3,45	1,38	2,07
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Zaaien	1	HR @	15,66	3,48	2,61
Schoffelen	1	HR @	10,71	2,04	3,06
Spuiten	5	HR @	27,65	3,95	-
Rooien	1	HR @	133,70	11,46	11,46
Laden	1	HR @	55,44	1,68	5,04
Cultivateren	1	PL	<u>2,36</u>	<u>11,80</u>	=
Totaal			257,34	112,46	41,64
<u>Personeelskosten</u>					
Drijfmest injecteren	1	PL	0,68	5,78	0,34
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Cultivateren	1	PL	1,36	6,80	-
Km. strooien(N)	1	HR @	1,70	0,68	1,02
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Zaaien	1	HR @	6,12	1,36	1,02
Schoffelen	1	HR @	7,14	1,36	2,04
Spuiten	5	HR @	11,90	1,70	-
Rooien	1	HR @	11,90	1,02	1,02
Laden	1	HR @	11,22	0,34	1,02
Cultivateren	1	PL	<u>1,36</u>	<u>6,80</u>	=
Totaal			55,08	50,32	14,62
Totaal machine- en personeelskosten			312,42	162,68	56,26

1) zie tabel 3.4.

Tabel 3.11. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij de verbouw van snijmais en perceelslengte  $\perp$  hellingsrichting.

Werkzaamheid	Bewerkings-		Extra bewerkingskosten op:		
	freq.	rich- ting(1)	LK $\perp$ hellingsr. gld/hm	WA // hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<b><u>Machinekosten</u></b>					
Drijfmest uitrijden	1	HR @	3,52	0,88	-
Cultivateren	1	PL	2,36	11,80	-
Ploegen	1	PL	1,16	32,48	9,86
Km. strooien(N)	1	HR @	3,45	1,38	2,07
Rotorkopeggen	1	PL	2,79	14,88	6,51
Zaaien	1	PL	2,22	10,36	1,48
Sputen	1	HR @	5,53	0,79	-
Mais oogsten	1	PL	9,14	105,11	4,57
Cultivateren	1	PL	<u>2,36</u>	<u>11,80</u>	=
Totaal			32,53	189,48	24,49
<b><u>Personeelskosten</u></b>					
Drijfmest uitrijden	1	HR @	1,36	0,34	-
Cultivateren	1	PL	1,36	6,80	-
Ploegen	1	PL	0,68	19,04	5,78
Km. strooien(N)	1	HR @	1,70	0,68	1,02
Rotorkopeggen	1	PL	1,02	5,44	2,38
Zaaien	1	PL	1,02	4,76	0,68
Sputen	1	HR @	2,38	0,34	-
Mais oogsten	1	PL	0,68	7,82	0,34
Cultivateren	1	PL	<u>1,36</u>	<u>6,80</u>	=
Totaal			11,56	52,02	10,20
Totaal machine- en personeelskosten			44,09	241,50	34,69

1) zie tabel 3.4.

Aan de hand van het bouwplan zijn voor perceelskanten op hellingen  $> 10\%$  en voor perceelskanten op hellingen  $\leq 10\%$  de bewerkingskosten uitgerekend. Hierbij is weer onderscheid gemaakt in percelen met lengterichting evenwijdig aan de hellingsrichting (tabel 3.12) en percelen met lengterichting loodrecht op de hellingsrichting (tabel 3.13)

Tabel 3.12. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij een gemiddeld bouwplan en perceelslengte // hellingsrichting.

Gewas	Bouwplan	Extra bewerkingskosten op:		
		LK // hellingsr. gld/hm	WA   hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<b>Helling &gt; 10 %</b>				
<u>Machinekosten</u>				
Wintertarwe	40 %	135,60	149,42	40,12
Cons. aardappelen	-	-	-	-
Suikerbieten	25 %	34,72	335,08	41,64
Snijmais	<u>35 %</u>	<u>23,08</u>	<u>198,93</u>	<u>24,49</u>
Totaal/gemiddeld	100 %	71,00	213,16	35,02
<u>Personeelskosten:</u>				
Wintertarwe	40 %	25,50	61,20	16,32
Cons. aardappelen	-	-	-	-
Suikerbietwn	25 %	11,56	93,84	14,62
Snijmais	35 %	7,48	56,10	10,20
Totaal/gemiddeld	100 %	15,71	67,58	13,75
Totaal machine- en personeelskosten		86,71	280,74	48,78
Afgerond		87	281	49
<b>Helling ≤ 10 %</b>				
<u>Machinekosten</u>				
Wintertarwe	33 %	135,60	149,42	40,12
Cons. aardappelen	13 %	37,43	358,31	49,73
Suikerbieten	27 %	34,72	335,08	41,64
Snijmais	27 %	<u>23,08</u>	<u>198,93</u>	<u>24,49</u>
Totaal/gemiddeld	100 %	65,21	240,07	37,56
<u>Personeelskosten:</u>				
Wintertarwe	33 %	25,50	61,20	16,32
Cons. aardappelen	13 %	16,32	143,14	22,10
Suikerbieten	27 %	11,56	93,84	14,62
Snijmais	27 %	7,48	56,10	10,20
Totaal/gemiddeld	100 %	15,68	79,29	14,96
Totaal machine- en personeelskosten		80,89	319,36	52,52
Afgerond		81	319	53

Tabel 3.13. Berekende extra bewerkingskosten op perceelskanten bij een gemiddeld bouwplan en perceelslengte ⊥ hellingsrichting.

Gewas	Bouwplan	Extra bewerkingskosten op:		
		LK ⊥ hellingsr. gld/hm	WA // hellingsr. gld/hm	hoek gld/hk
<b>Helling &gt; 10 %</b>				
<u>Machinekosten</u>				
Wintertarwe	40 %	65,69	219,33	40,12
Cons.aardappelen	-	-	-	-
Suikerbieten	25 %	257,34	112,46	41,64
Snijmais	<u>35 %</u>	<u>32,53</u>	<u>189,48</u>	<u>24,49</u>
Totaal/gemiddeld	100 %	101,99	182,17	35,03
<u>Personeelskosten</u>				
Wintertarwe	40 %	22,78	63,92	16,32
Cons.aardappelen	-	-	-	-
Suikerbieten	25 %	55,08	50,32	14,62
Snijmais	<u>35 %</u>	<u>11,56</u>	<u>52,02</u>	<u>10,20</u>
Totaal/gemiddeld	100 %	26,93	56,36	13,75
Totaal machine- en personeelskosten		128,92	238,53	48,78
Afgerond		129	239	49
<b>Helling ≤ 10 %</b>				
<u>Machinekosten</u>				
Wintertarwe	33 %	65,69	219,33	40,12
Cons.aardappelen	13 %	296,02	99,72	49,73
Suikerbieten	27 %	257,34	112,46	41,64
Snijmais	<u>27 %</u>	<u>32,53</u>	<u>189,48</u>	<u>24,49</u>
Totaal/gemiddeld	100 %	138,43	166,87	37,56
<u>Personeelskosten</u>				
Wintertarwe	33 %	22,78	63,92	16,32
Cons.aardappelen	13 %	109,48	49,98	22,10
Suikerbieten	27 %	55,08	50,32	14,62
Snijmais	<u>27 %</u>	<u>11,56</u>	<u>52,02</u>	<u>10,20</u>
Totaal/gemiddeld	100 %	39,74	55,22	14,96
Totaal machine- en personeelskosten		178,17	222,09	52,52
Afgerond		178	222	53

### **Opbrengstdepressies op perceelskanten en hoeken**

Door erosiebeperkende maatregelen als het aanleggen van grasbanen, groenstroken of het verkleinen van gewaspercelen, neemt de perceelskantlengte langs een gewasgrens (grasbaan, groenstrook of ander gewas) en het aantal perceelshoeken toe. Dit heeft invloed op de opbrengstdepressies per ha.

De opbrengstdepressies op de perceelskanten zijn ontleend aan de literatuur (Sprik en Kester, 1972; Sprik, 1976) en bijgesteld voor de huidige werkmethode in Zuid Limburg. Deze opbrengstdepressies gelden voor percelen waarop de beweringsrichting voor alle werkzaamheden evenwijdig is aan de grootste perceelslengte en zijn onderscheiden in een breedte onbeteeld en een breedte beteeld met een lagere opbrengst. De depressies zijn uitgedrukt in een equivalente breedte met 100 % derving. Tabel 3.14 geeft de opbrengstdepressies per gewas op een wendakker, een perceelskant en een hoek bij een gewasgrens.

Tabel 3.14 Opbrengstdepressies op perceelskanten en hoeken bij een gewasgrens in eq.meters breedte onbegroeid.

Bouwplan		Opbrengstdepressies in eq.m op:		
		wendakker	lengtekant	hoek
W.graan	onbeteeld	0,25	0,25	
	beteeld	0,50	0,35	
C..aard.	onbeteeld	0,25	0,25	70
	beteeld	0,50	0,25	
S.bieten	onbeteeld	0,25	0,25	70
	beteeld	0,50	0,35	
Snijmais	onbeteeld	0,25	0,25	
	beteeld	0,50	0,60	

De opbrengstdepressies op de beteelde gedeelten worden met de volgende bruto-opbrengsten (PAGV, 1993) omgerekend in geld:

Wintergraan (excl. 660 gld. ha-steun)	2230 gld. per ha
Cons. aardappelen(bintje)	8090 gld. per ha
Suikerbieten	6610 gld. per ha
Snijmais (excl. 660 gld. hasteun)	2530 gld. per ha

De opbrengstdepressies op de onbeteelde gedeelten worden tegen een pacht prijs voor los land van 550 gld. per ha (PAGV, 1993) en waterschapslasten van 30 gld. per ha omgerekend in geld. Voor de berekening van de opbrengstdepressies voor een gemiddeld bouwplan is weer onderscheid gemaakt gebieden met hellingen > 10 % en gebieden

met hellingen  $\leq 10\%$ . De berekende geldelijke opbrengstdepressies op beteelde en op onbeteelde gedeelten zijn samengevoegd staan per gewas in tabel 3.15.

Tabel 3.15 De geldelijke opbrengstdepressies op perceelskanten (gld/hm) en op hoeken (gld/hoek).

	Bouwplan	Opbrengstdepressies op:		
		wendakker	lengtekant	hoek
<u>Helling &gt; 10 %</u>				
W.tarwe	40 %	12,60	9,25	
Con.aard.	-	-	-	
S.bieten	25 %	34,50	24,60	4,10
Snijmais	35 %	14,10	16,60	
Totaal/gem.	100 %	18,60	15,70	1,00
<u>Helling <math>\leq 10\%</math></u>				
W.tarwe	33 %	12,60	9,25	
Con.aard.	13 %	41,90	21,70	4,10
S.bieten	27 %	34,50	24,60	4,10
Snijmais	27 %	14,10	16,60	
Tot./gem.	100 %	22,70	17,00	1,60

Het verschil in opbrengstdepressies op wendakkers en op lengtekanten wordt voornamelijk veroorzaakt door de beweringsrichting. In het studiegebied is de beweringsrichting van een (groot) deel van de werkzaamheden niet evenwijdig aan de grootste perceelslengte. Door de wisselende beweringsrichtingen zullen de opbrengstdepressies op wendakkers en op lengtekanten niet veel verschillen. Voor de effectbepaling kan per hellingklasse het beste met de gemiddelde waarde voor beide soorten perceelskanten worden gewerkt. De opbrengstdepressies worden dan:

Helling > 10 %

Perceelskanten langs gewasgrens 17 gld. per hm kant  
 Hoeken 1 gld. per hoek

Helling  $\leq 10\%$

Perceelskanten langs gewasgrens 20 gld. per hm kant  
 hoeken 2 gld. per hoek

Indien langs een perceelskant opgaande begroeiing staat moeten de berekende opbrengstdepressies nog worden verhoogd. Dit kan per gewas verschillen. Gemiddeld is dit circa 9 gld per meter hoogte van de begroeiing. Dit is excl. eventuele ruimtebeslag.



## Aanhangsel 4 Voorbeeld berekeningswijze kosten maatregelen

### Berekening maatregelen landbouw in Catsop

Kosten strobedekking op hellingen > 2 %:

$$(ksphasm * psm + ksphasb * psb) * ha>2\%$$

= kosten strobedekking in Catsop

$$(970 * 0,02 + 1120 * 0,376) * 34,43 = f 15167^1$$

- ksphasm = kosten strobedekking per ha snijmais (tabel 5)  
psm = percentage snijmais (tabel 10)  
ksphasb = kosten strobedekking per ha suikerbieten (tabel 5)  
psb = percentage suikerbieten (tabel 10)  
ha>2% = aantal ha bouwland op helling > 2 % (tabel 10)

Kosten mulchzaai op hellingen > 2%:

Bij mulchzaai worden de kosten van de reeds aanwezige groenbemester afgetrokken.

$$(kmphasm * psm + kmphasb * psb - kgphasb * pgsb) * ha>2\%$$

= kosten mulchzaai in Catsop

$$(875 * 0,02 + 815 * 0,376 - 365 * 0,157) * 34,43$$

= f 9180

- kmphasm = kosten mulchzaai per ha snijmais (tabel 5)  
psm = percentage snijmais (tabel 10)  
kmphasb = kosten mulchzaai per ha suikerbieten (tabel 5)  
psb = percentage suikerbieten (tabel 10)  
kgphasb = kosten groenbemester per ha suikerbieten (tabel 5)  
pgsb = percentage groenbemester voor suikerbieten (zie berekening)  
ha>2% = aantal ha op helling > 2 % (tabel 10)

---

<sup>1</sup> De uitkomsten van de berekeningen kunnen afwijken van die in de hoofdtekst wegens afronding. De berekeningen in de hoofdtekst zijn nauwkeuriger.

Berekening percentage groenbemester voor suikerbieten:

De reeds aanwezige groenbemester wordt evenredig verdeeld over de suikerbieten en de consumptie-aardappelen.

$$(\text{psb} / (\text{psb} + \text{pca})) * \text{pgb} = \text{pgsb}$$

$$(0,376 / (0,376 + 0,205)) * 0,243 = 0,157$$

psb = percentage suikerbieten (tabel 10)

pca = percentage consumptie-aardappelen (tabel 10)

pgb = percentage groenbemester (tabel 10)

pgsb = percentage groenbemester voor suikerbieten

**Kosten beperken perceelslengte:**

De perceelslengte mag maximaal 400 meter zijn op hellingen van 2-5 % en 300 meter op hellingen van 5-15 % (scenario 1). Hierbij is alleen naar de percelen gekeken waarvan de lengtekant evenwijdig loopt aan de hellingsrichting.

De extra exploitatiekosten voor het beperken van de perceelslengte worden bepaald door de volgende formule toe te passen voor zowel de uitgangssituatie als de situatie met gedeelde percelen en deze van elkaar af te trekken.

$$\text{hmlk} * \text{klk} + \text{hmwa} * \text{kwa} + \text{ah} * \text{kh} = \text{exploitatiekosten voor randen en hoeken}$$

hmlk = hectometer (hm) lengtekant percelen

klk = extra exploitatiekosten per hm lengtekant (tabel 9)

hmwa = hm wendakker

kwa = extra exploitatiekosten per hm wendakker (tabel 9)

ah = aantal hoeken

kh = extra exploitatiekosten per hoek (tabel 9)

In Catsop wordt alleen perceel 6 (zie figuur 2) doormidden gedeeld.

In de uitgangssituatie zijn de exploitatiekosten:

$$\text{hmlk} * \text{klk} + \text{hmwa} * \text{kwa} + \text{ah} * \text{kh}$$

$$4,75*2 * 101 + 3,2*2 * 339 + 5 * 55 = 3404$$

Na deling van perceel 6 komt de lengterichting van de nieuwe percelen loodrecht op de hellingsrichting te liggen. Hierdoor veranderen de kosten per hm lengtekant en wendakker (zie tabel 9). Na deling zijn de exploitatiekosten:

$$\text{hmlk} * \text{klk} + \text{hmwa} * \text{kwa} + \text{ah} * \text{kh}$$

$$3,2*4 * 198 + 4,75*2 * 242 + 9 * 55 = 5328$$

De kosten van deling van perceel 6 bestaan uit het verschil van beide bedragen, zijnde  $5328 - 3404 = 1924$  gulden, voor het gebied Catsop, of 56 gulden per ha bouwland  $> 2\%$  ( $=1924/34,43$ ).

#### Kosten grasbanen:

De grasbanen worden aangelegd zoals aangegeven in figuur 3. Alleen in perceel 6 komt een grasbaan te liggen, de overige grasbanen komen langs perceelsranden.

De extra exploitatiekosten voor de grasbaan in perceel 6 worden bepaald door de extra lengtekanten, wendakkers en hoeken te vermenigvuldigen met de kosten per lengtekant, wendakker en hoek. In perceel 6 komt 235 meter grasbaan.

$ehmlk * klk + ehmw a * kwa + eah * kh =$  extra exploitatiekosten als gevolg van grasbaan

$$1,25*2 * 101 + 1,1*2 * 339 + 8 * 55 = 1438$$

ehmlk = extra hectometer (hm) lengtekant

klk = extra exploitatiekosten per hm lengtekant (tabel 9)

ehmw a = extra hm wendakker

kwa = extra exploitatiekosten per hm wendakker (tabel 9)

eah = extra aantal hoeken

kh= = extra exploitatiekosten per hoek (tabel 9)

De extra exploitatiekosten voor het gebied Catsop als gevolg van aanleggen van grasbanen bedragen dus 1438 gulden. Per hectare bouwland met een helling groter dan 2 % wordt dit 42 gulden ( $= 1438/34,43$ ). In heel Catsop wordt 570 meter grasbaan aangelegd. Per meter grasbaan zijn de extra exploitatiekosten dus  $1438/570 = f 2,50$ .

#### Kosten groenstroken:

De groenstroken worden aangelegd zoals aangegeven in figuur 3. Perceel 1, 2, 4, 5 en 6 worden hierdoor opgedeeld. De berekeningswijze van de extra exploitatiekosten is analoog aan die voor de beperking van de perceelslengte. Per perceel worden voor de uitgangssituatie de exploitatiekosten voor randen en hoeken bepaald met behulp van de kosten per lengtekant, wendakker en hoeken uit tabel 9. Hetzelfde wordt gedaan voor de situatie na aanleg van grasbanen en het verschil tussen beide bedragen zijn de extra exploitatiekosten.

Bovenstaande berekeningswijze van de extra extrapolatiekosten door beperking van de perceelslengte en aanleg van grasbanen en groenstroken is vrij gedetailleerd en tijdrovend. Voor meer globale berekeningen kan mogelijk worden volstaan met de gemiddelde bedragen per hectare of per meter grasbaan/groenstrook die berekend zijn voor de proefgebieden (zie tabel 12).

Vermindering **opbrengstdepressie** als gevolg van vermindering erosie:

Op grond waarop meer dan 50 ton slib per ha wordt afgezet bedraagt de opbrengstdepressie 10 procent van de bruto-oogst. Voor snijmais is dit 253 gulden en voor suikerbieten 661 gulden per hectare. Voor Catsop betekent dit bij het huidige bouwplan (2 % snijmais, 37,6 % suikerbieten)  $0,02 * f 253 + 0,376 * f 661 = f 254,-$  per ha met meer dan 50 ton slib. Voor het gemiddelde per hectare moeten de bedragen worden vermenigvuldigd met het percentage van de oppervlakte waarop meer dan 50 ton slib per ha is afgezet. In Catsop is dit 10 procent (tabel 7) zodat de gemiddelde opbrengstdepressie in de uitgangssituatie (scenario 1)  $f 25,40$  per ha wordt.

Voor het bepalen van de reductie aan erosie wordt uitgegaan van de reductie aan gemiddeld bodemverlies (tabel 8). Afhankelijk van het scenario worden de percentages uit tabel 8 vermenigvuldigd met 25,4 en met de oppervlakte bouwland in het gebied. Scenario 4C bijvoorbeeld leidt tot een vermindering van de opbrengstdepressie van 700 gulden voor heel Catsop ( $= 25,4 * 0,8 * 34,43$ ).

### **Berekening maatregelen waterschap voor Catsop**

#### **Kosten aanleg regenwaterbuffers:**

De hoeveelheid water die gebufferd moet worden staat in tabel 14. Voor de scenario's wordt steeds een vermindering van de hoeveelheid gegeven ten opzichte van scenario 1 (en scenario 0). Dit betekent dat op de kosten voor aanleg van regenwaterbuffers kan worden bespaard, hetgeen tot uiting komt in een bedrag aan baten (in dit rapport meestal aangegeven als negatieve kosten). De verminderde hoeveelheid te bufferen water wordt vermenigvuldigd met het bedrag voor verwerving en aanleg van regenwaterbuffers uit par. 4.3. Voor scenario 4C leidt dit tot de volgende berekening:  $1433 * 5 = 7165$  gulden baten voor heel Catsop.

#### **Kosten onderhoud regenwaterbuffers:**

Door vermindering van de aanleg van regenwaterbuffers verminderen de kosten voor onderhoud. Ter bepaling van het bedrag worden de hoeveelheden uit tabel 14 vermenigvuldigd met 2,5, zijnde het bedrag aan onderhoud per m<sup>3</sup> buffer per jaar. Voor scenario 4C leidt dit tot baten van  $f 3583$  voor heel Catsop.

#### **Kosten verwerving en aanleg grasbanen:**

De jaarkosten voor verwerving en aanleg van grasbanen worden berekend door de kosten per meter grasbaan uit par 4.2.2 te vermenigvuldigen met de jaarlijkse annuïteit (zie par. 2.1) en met het aantal meters grasbaan (tabel 12). Voor Catsop leidt dit tot de volgende kosten:

$$\begin{array}{rcllcl} \text{(kosten verwerving} & + & \text{kosten aanleg)} & * & \text{annuïteit} & * & \text{aantal meters} & = & \\ (54 & & + 4,60) & & * 0,07823 & & * 570 & & = f 2613 \end{array}$$

**Kosten onderhoud grasbanen:**

De kosten voor onderhoud van grasbanen worden bepaald door de bedragen uit par. 4.2.2 te vermenigvuldigen met de meters grasbaan uit tabel 12. Voor Catsop leidt dit tot de volgende kosten:

$$\begin{array}{rcl} \text{kosten onderhoud} & * \text{ aantal meters} & = \\ 2,25 & * 570 & = f 1283 \end{array}$$

**Kosten verwerving en aanleg groenstroken:**

Hiervoor wordt dezelfde berekeningswijze gevolgd als bij de grasbanen. Voor Catsop leidt dit tot de volgende kosten:

$$\begin{array}{rcl} (\text{kosten verwerving} & + \text{ kosten aanleg}) & * \text{ annuïteit} * \text{ aantal meters} & = \\ (27 & + 1,75) & * 0,07823 & * 1650 & = f 3711 \end{array}$$

**Kosten onderhoud groenstroken:**

Zie onderhoud grasbanen:

$$\begin{array}{rcl} \text{kosten onderhoud} & * \text{ aantal meters} & = \\ 1,15 & * 1650 & = f 1898 \end{array}$$

## Aanhangsel 5 Berekeningsmethode van de benodigde buffercapaciteit voor Zuid-Limburg

### Berekening

Aangenomen wordt dat al het water van de verharde oppervlakte via de riolering wordt afgevoerd. Het gaat voor een schatting van de benodigde buffercapaciteit, dus om de oppervlakte bouwland en grasland/bos (de niet-verharde oppervlakte). Het totale volume dat geborgen dient te worden kan beschreven worden volgens:

$$V_{t,i} = V_{gb,i} + V_{b,i}$$

Hierin is:

- $V_{t,i}$  - het totale afvoervolume voor de hellingklasse  $i$ ;
- $V_{gb,i}$  - de afvoer voor grasland en bos voor alle hellingklassen  $i$ ;
- $V_{b,i}$  - de afvoer voor bouwland voor alle hellingklassen  $i$ .

Het probleem bij deze benadering is dat er geen gegevens beschikbaar zijn over het afvoervolume van bouwland en grasland/bos afzonderlijk. Voor een kosten/baten-analyse voor de situatie in Zuid Limburg is de afvoerreductie bij de verschillende scenario's ten opzichte van de huidige situatie relevant. Aangezien de reductiemaatregelen alleen van toepassing zijn op bouwland kan de reductie in de afvoer berekend worden met de volgende vergelijking:

$$dV_{t,i} = dV_{b,i}$$

Hierin is:

- $dV_{t,i}$  - de reductie in het totale volume dat geborgen dient te worden voor de hellingklassen  $i$ ;
- $dV_{b,i}$  - de reductie in de afvoer van bouwland voor de hellingklassen  $i$ .

In de drie proefgebieden is de verdeling van bouwland over de hellingklassen bekend. Er is onderscheid gemaakt in drie hellingklassen, namelijk 0 — 2, 2 — 8 en > 8 procent. Ook de totale afvoerreductie voor alle hellingklassen gezamenlijk is bekend. Uit deze gegevens valt een afvoerreductie per hectare bouwland per hellingklasse te berekenen. Aan de hand van deze reductiefactoren is een schatting te geven van de afvoerreductie voor Zuid Limburg. De berekening is gebaseerd op de volgende vergelijking:

$$x_0q_0 + x_1q_1 + x_2q_2 = dV_{b,i}$$

Hierin is:

- $x_i$  - het percentage bouwland in de hellingklasse  $i$ ;
- $q_i$  - de afvoerreductie per hectare per klasse  $i$ ;
- $dV_{b,i}$  - de afvoerreductie voor bouwland voor alle hellingklassen  $i$

De verdeling van bouwland (xi) over de verschillende hellingklassen in de drie proefgebieden en in Zuid Limburg staat in tabel 4.1. In tabel 14 staan voor de drie proefgebieden de afvoerreducties (dVb,i) per scenario voor de zomersituatie bij een 25-jaarsbui. Deze reducties zijn berekend uit de totale afvoer in de huidige situatie (scenario 0) en de met het LISEM-model berekende afvoer bij de verschillende scenario's. In tabel 14 is ook de huidige afvoer gegeven.

Tabel 5.1 Procentuele verdeling bouwland over de hellingklassen in de drie proefgebieden en in het studiegebied Zuid Limburg

hellingklasse	Catsop	Etzenrade	St.Gillis-sstraat	Zuid-Limburg
0 -2 %	0	33	12	39
2- 8 %	99	61	43	44
8 — 16 %	1	6	45	17