

**Tussentijdse evaluatie proefvakken IFCO A2 Breukelen**

**Rapport nummer IR-R02.001**

**ir. A. J. Grashuis  
A. van den Berg**

evaluatie van hoog- en laaggelegen IFCO vakken en  
vergelijkingen met verticale drainage

15 februari 2002

Tussentijdse evaluatie proefvakken IFCO A2 Breukelen

Rapport nummer IR-R02.001

ir. A.J. Grashuis

A. van den Berg

evaluatie van hoog- en laaggelegen IFCO vakken en  
vergelijkingen met verticale drainage

15 februari 2002

---

# Inhoudsopgave

---

	<b>Inhoudsopgave</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Ontwerp</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Uitvoering</b>	<b>9</b>
3.1	Zandschermen	9
3.2	Schade aan de Rijksweg 2 (A2)	9
3.3	Monitoring	10
3.4	Aanbrengen zandophoging	11
<b>4</b>	<b>Meetresultaten</b>	<b>13</b>
4.1	Omgevingsinvloeden	13
4.2	Waterstandsverlaging en waterspanningen	13
4.3	Onderdruk	14
4.4	Stopcriterium	14
4.5	Zettingen en verwachte restzettingen	14
4.5.1	Zettingen vak 3 en 4-laag	14
4.5.2	Zettingen vak 1, 2 en 4-hoog	15
4.5.3	Restzettingen vak 3 en 4-laag	16
4.5.4	Restzettingen vak 1, 2 en 4-hoog	18
<b>5</b>	<b>Conclusies</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>21</b>



---

# 1 Inleiding

In 1996 heeft Directie Utrecht van Rijkswaterstaat besloten een proefvak met de IFCO methode in te richten in het kader van de verdubbeling van de Rijksweg 2 (A2) tussen Amsterdam en Utrecht. Achterliggende redenen hiervoor waren dat de IFCO methode interessant lijkt in situaties waar de stabiliteit van hoge zandlichamen met de traditionele wijze van ophogen een probleem zou vormen, en het op tijd halen van een restzettingscriterium. Voor lage ophogingen (1 à 2 meter boven bestaand maaiveld) was reeds ervaring opgedaan met de IFCO methode. Voor hogere ophogingen was nog geen enkele ervaring opgedaan. De vraag kwam dan ook naar voren of de resultaten bij lage ophogingen zondermeer geëxtrapoleerd mogen worden naar hoge ophogingen. Tevens zou een vergelijking met de traditionele wijze van ophogen (met gebruik van verticale drainage en eventueel overhoogte) op de betreffende locatie met de daar aanwezige grondslag interessant zijn.

De volgende doelen van het proefvak zijn te onderscheiden:

1. Nagaan of met de IFCO methode sneller kan worden opgehoogd dan met de traditionele methode, voor hoge ophogingen.
2. Nagaan of met de IFCO methode in een kortere tijd voldaan kan worden aan de restzettingseis dan met de traditionele methode, voor hoge ophogingen.



---

## 2 Ontwerp

Het beschikbare traject voor de proefvakken betreft het gedeelte ten westen van de huidige Rijksweg 2 (A2) te Breukelen, tussen km 51.3 en km 52.3. De geplande netto ophoging verloopt daar van noord naar zuid van 6,5 meter tot 2,2 meter. Zie tabel 1 voor de afmetingen van de verschillende vakken.

Tabel 1: Afmetingen van de vier proefvakken

vak nr. <sup>1)</sup>	netto ophoging	breedte	lengte
1	6,5 m	60 m	125 m
2	5,3 m	50 m	125 m
3	2,2 m	40 m	240 m
4	3,7-2,2 m	40 m	550 m

1) de vakken 1, 2 en 3 betreffen IFCO vakken, vak 4 is een vak met verticale drainage

De volgorde van de vakken betreft vanaf km 51.3: 1, 2, 4 en 3.

Door het bureau IFCO Funderingsexpertise BV is een ontwerp gemaakt van de drie IFCO vakken, zie rapport "Ontwerp van 3 IFCO-methode proefvakken t.b.v. Rijksweg 2 (A2) -Noord te Breukelen" d.d. 21 oktober 1999, referentie R99135.FW.003.DOC.

De volgende relevante gegevens worden genoemd, voor details zie het ontwerprapport:

- grondslag bij de vakken 1 en 2: globaal een toplaag van 0,5 m klei, gevolgd door 4,5 m slappe veen tot aan het Pleistocene zand;
- grondslag bij vak 3: globaal een toplaag van 0,5 m klei, gevolgd door 4 m slappe veen tot aan het Pleistocene zand;
- grondslag bij vak 4: verlopend tussen de twee hiervoor genoemde;
- verwachte eindzetting van de vakken 1, 2 en 3 op basis van de uiteindelijke belastingssituatie (het realiseren van de netto ophoging): respectievelijk 2,9 m, 2,7 m en 1,6 m;
- verwachte benodigde tijd om deze eindzetting te bereiken bij toepassing van de IFCO methode voor de vakken 1, 2 en 3: respectievelijk 480 dagen, 360 dagen en 180 dagen;
- verwachte restzettingen maximaal 100 mm in een periode van 10 jaar voor vak 3, voor de hooggelegen vakken is geen uitspraak gedaan;
- de stabiliteit was theoretisch ruim voldoende bij het (logistiek maatgevend) ophoogschema, 9,4 m zand kan in 105 dagen worden aangebracht;
- voor voldoende stabiliteit zijn aan de polderzijde de IFCO vakken 1 en 2 tot 8 meter buiten de teenlijn van het talud uitgebreid;
- hart-op-hart afstanden van de zandschermen is 2,5 m voor de vakken 1 en 2 en 3,5 m voor vak 3, de verticale drainage van vak 4 is aangebracht in een driehoeks-stramien met een hart-op-hart afstand van 1 m;
- de zandschermen en de verticale drainage is tot een diepte van 1 meter boven het Pleistocene zand aangebracht;
- de zandschermen zijn bewust onder een hoek van 30° met de lengte-as van de Rijksweg 2 (A2) geplaatst om de pompjes zo effectief mogelijk te benutten.





---

## 3 Uitvoering

### 3.1 Zandschermen

Start van de uitvoering is het najaar van 2000 geweest. Nadat de sloten met gebiedseigen materiaal zijn gevuld is een zand werkvloer van ca. 1 meter dikte aangebracht. Al snel resulteerde deze belasting in een zetting van ongeveer 1 meter. Vervolgens zijn de zandschermen met onderin de drainagebuizen aangebracht. Dit proces verliep in het algemeen zeer voorspoedig. Ook het aanbrengen van de zandsleuven onder een hoek van 30° met de lengte-as van de Rijksweg 2 (A2) vormde geen enkel probleem.

De volgende opmerkingen worden geplaatst:

- een werkvloer van 1 meter dikte was voldoende, maar had zeker niet dunner gemogen bij deze grondslag;
- in het ontwerp dient rekening te worden gehouden met voldoende manoeuvreer ruimte voor de drainmachine, met name in het verlengde van een zandscherm aan het begin- en eindpunt, de werkvloer dient daar dan ook aanwezig te zijn;
- in het ontwerp en de uitvoering dient rekening te worden gehouden met de bereikbaarheid van de pompbakken en de brandstofaanvoer;
- bij het verticaal indraaien van de arm van de drainmachine dient in het ontwerp rekening te worden gehouden dat het startpunt aan het maaiveld verder weg dient te liggen dan het punt van de zandscherm waar de drain op diepte dient te zijn;
- het vrijkomende materiaal was direct goed verwerkbaar, ondanks tegengestelde verwachtingen gezien het hoge watergehalte;
- een controle op de vorm (dikte, voldoende zand) van een zandscherm is uitgevoerd door een zandscherm op te graven, dit zag er goed uit in die zin dat er een aaneensluitend en goed gevulde deel van een zandscherm werd geconstateerd; de ontwerpdikte van 0,25 m is niet gehaald, de werkelijke dikte is ca. 0,15 m (voor de functionaliteit heeft dit echter geen nadelige gevolgen: deze dikte biedt een nog ruim voldoende drainerend vermogen).

### 3.2 Schade aan de Rijksweg 2 (A2)

Nadat de pompen geïnstaleerd waren werd het IFCO systeem in werking gezet. Binnen enkele weken was duidelijk merkbaar dat het nogal natte gebied ter plaatse van de IFCO vakken droger werd. Ook resulteerde dit in een toename van de zetting waardoor het nieuwe maaiveld (bovenkant werkvloer) lager kwam te liggen dan het oorspronkelijke maaiveld. Tevens werd vrij snel nadat de pompen werden aangezet schade geconstateerd aan de vluchtstrook van de Rijksweg 2 (A2). Zowel een verticale beweging (zakkingen) als een horizontale (van de weg af) werd waargenomen. Plaatselijk bedroegen de totale deformaties 10 à 15 cm. Naar aanleiding van deze schade is extra monitoring geplaatst in de vorm van een aantal raaien peilbuizen tussen de verharding van de Rijksweg 2 (A2) en de vier proefvakken. Na analyse van de opgetreden schade en de diverse monitoringsgegevens lijkt de volgende verklaring de meest waarschijnlijke:

*De schade is vrij snel opgetreden nadat de pompen werden aangezet. Daaraan voorafgaand was reeds 1 à 1,5 meter zand opgebracht (werkvloer plus zand voor de zandschermen), hetgeen niet tot schade heeft geleid. Dit geeft een*

---

*aanwijzing dat door het aanzetten van de pompen er zich een mechanisme heeft gevormd welke tot de genoemde schade heeft geleid.*

*Uit de peilbuisgegevens blijkt dat in het zandlichaam van de bestaande Rijksweg 2 (A2) een waterstand aanwezig is van ca. NAP -1,3 m. Aanvankelijk bedroeg het naastgelegen polderpeil ca. NAP -1,8 m. Door de IFCO pompen is de waterstand in de vakken in korte tijd met ca. 2 m verlaagd. Dit heeft in een korte tijd tot een verstoring van het horizontale evenwicht geleid. Een kleipakket tussen de Rijksweg 2 (A2) en de IFCO vakken verhinderd een snelle aanpassing van de waterstand. In feite kreeg deze 'kleiwand' opeens een extra waterstandsverschil te verwerken van ca. 2 m. Dit heeft tot horizontale deformaties van de Rijksweg af geleid en daardoor ook tot verticale deformaties naar beneden.*

Mogelijke maatregelen om dit soort schade in de toekomst te voorkomen kunnen zijn:

- eerst enkele meters van het te bouwen zandlichaam aanbrengen voordat de pompen worden aangezet, hierdoor wordt eerst wat tegendruk opgebouwd (wel de stabiliteit controleren);
- de waterstand in de vakken geleidelijk (in stapjes) verlagen en niet te snel enkele meters verlagen, wel direct beginnen met ophogen om tegendruk te genereren (wel de stabiliteit controleren);
- een drain aanbrengen langs de vluchtstrook van de Rijksweg 2 (A2) of op een andere wijze de waterstand daar verlagen, wel nagaan of dit geen andere problemen oproept zoals verzakkingen van de verharding.

Met elk van de bovenstaande maatregelen wordt geprobeerd een te groot waterstandsverschil aan weerszijden van de genoemde 'kleiwand' te voorkomen.

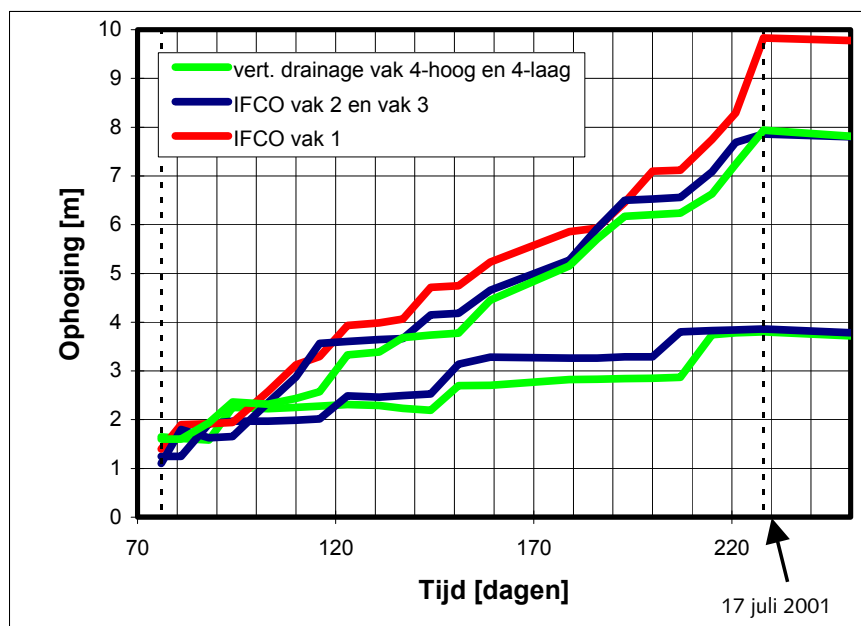
### **3.3 Monitoring**

Van het begin af aan bij dit project is er op gewezen dat de monitoring een meer dan gebruikelijke waarde heeft. Het betreft immers een proefproject met als doel na te gaan of de IFCO techniek een interessante mogelijkheid biedt voor het oplossen van diverse problemen bij de realisering van de verbreding van de Rijksweg 2 (A2). De monitoring valt in drie delen te onderscheiden:

1. *Het plaatsen:* dit gebeurde in nauw overleg met de DWW en is in het algemeen goed uitgevoerd; meer nadruk kan gelegd worden op "bij twijfel navraag doen".
2. *Het meten:* steeds is met voldoende frequentie nagenoeg volledig gemeten; kritische kanttekeningen worden enerzijds geplaatst bij het op tijd vervangen van defecte instrumenten en anderzijds bij het beoordelen van de meetgegevens of deze van voldoende kwaliteit zijn (afwijkende metingen niet zomaar rapporteren of met commentaar rapporteren).
3. *De rapportage:* Met name aan het begin van het monitoringstraject is veel energie gaan zitten in het verkrijgen van de rapportages in de gewenste vorm. De oorzaak hiervan ligt enerzijds aan het niet op gelijke wijze (per soort monitoringsinstrument) vermelden van de gewenste wijze van verwerken en rapporteren (bijv. wel of geen correcties uitvoeren voor het niveau van diverse opnemers), anderzijds bestond de indruk dat wel erg sterk naar de letter van de tekst werd gekeken of dat naar de mazen in het net werd gezocht. Een extra controle van dergelijke teksten op duidelijkheid, eenduidigheid etc. is aan te bevelen.

### 3.4 Aanbrengen zandophoging

Vanaf medio februari 2001 tot medio juli 2001 is het gehele zandlichaam voor alle vier vakken opgebouwd. Om beter een vergelijking te kunnen maken tussen de IFCO methode en verticale drainage is besloten om een deel van vak 4 even hoog aan te leggen als vak 2. Vak 4 is dus te onderscheiden in een deel 4-hoog, een deel 4-laag en nog een klein tussenliggend deel welke in hoogte verloopt. Het verloop van de ophoging is in figuur 1 aangegeven. Hierin is het deel van vak 4-hoog verwerkt welke direct met het ophogen van vak 2 is meegenomen. Het grootste deel van vak 4-hoog is enkele maanden later aangebracht.



Figuur 1: Verloop van de ophoging



---

## 4 Meetresultaten

### 4.1 Omgevingsinvloeden

Omgevingsinvloeden zijn bepaald in termen van deformaties en waterstandsveranderingen.

Hellingmeetinstrumenten zijn geplaatst in de teen van de ophoging langs elk van de vier vakken. De maximale horizontale deformaties zijn steeds gemeten in het midden van het slappe lagen pakket, ca. 2 à 2,5 m boven het Pleistocene zand. De beweging is steeds loodrecht op de rand van de vakken geweest en wel in de richting van de vakken vandaan. Aan de polderzijde geven de laatste metingen (van 16 oktober 2001) het volgende beeld van horizontale deformaties:

vak 1:	ca. 350 mm,
vak 2:	ca. 325 mm,
vak 4-hoog:	ca. 300 mm,
vak 4-laag::	ca. 200 mm,
vak 3:	ca. 150 mm.

Aan de kopse kant van vak 1 treedt ca. 500 mm horizontale deformatie op (loodrecht op deze zijde). Deze hogere waarde wordt vermoedelijk veroorzaakt door een aanvankelijk aanwezige langs- en dwarsloot welke met slap gebiedseigen materiaal (klei/veen) is gevuld. Tussen de vakken 1 en 2 en de bestaande Rijksweg 2 (A2) is 50 à 100 mm aan horizontale deformatie gemeten (laatste meting 16 oktober 2001), terwijl tussen de vakken 3 en 4 en de Rijksweg 2 (A2) vrijwel geen horizontale deformaties zijn gemeten. Uit ervaring kan hieruit worden afgeleid dat op een afstand van 10 meter uit de teen nog maximaal ca. 50 mm horizontale deformatie is opgetreden.

Naast het gebied waar de IFCO methode is toegepast treedt een waterstandsverlaging op. Op basis van de monitoringsgegevens kan worden afgeleid dat vanaf ca. 5 meter geen noemenswaardige invloed meer meetbaar is.

### 4.2 Waterstandsverlaging en waterspanningen

Na het aanzetten van de pompen (vak 1: 2 februari 2001, vak 2: 8 februari 2001, vak 3: 20 februari 2001) treedt in enkele weken ca. 2 meter waterstandsverlaging op. In de loop van de tijd neemt dit nog verder toe tot ca. 3 meter. Inmiddels zijn de pompen van vak 3 op 20 augustus 2001 uitgezet. Direct na het uitzetten wordt een verhoging van de waterstand gemeten totdat deze zich na ca. 1 maand stabiliseert. Door de DWW zijn in januari 2002 enkele peilbuizen extra geplaatst om de grondwaterstand ter plaatse van de vakken 3 en 4 nauwkeuriger te bepalen (hoeveel opbolling tussen de sloten). Uit een vergelijking van deze waarden met die van de waterspanningsmeters in de slappe lagen onder het aangebrachte zandlichaam van vak 3 blijkt dat van wateroverspanning nauwelijks sprake is. Ook in vak 4-laag wordt geen noemenswaardige wateroverspanning meer gemeten. Dit betekent dat het primaire zettingsproces voorbij is en dat alleen een verdergaande seculaire zetting zal optreden. In de vakken 1, 2 en 4-hoog is nog wel wateroverspanning aanwezig (januari 2002).

---

Het betreft ongeveer de volgende waarden:

vak 1: 1 à 2 m,  
vak 2: 0,5 à 1 m,  
vak 4-hoog: ca. 1 m.

Overwogen wordt op korte termijn de pompen van vak 2 uit te schakelen gezien de geringe nog aanwezige wateroverspanningen en de afnemende zettingssnelheid (nog ca. 4 mm per week).

#### **4.3 Onderdruk**

Bij elk van de drie IFCO vakken is een manometer in een zandscherm geplaatst (aan het andere einde dan waar de pompjes zijn ingebracht) met als doel na te gaan of onderdruk te meten is. Uit deze metingen blijkt dat geen onderdruk is geconstateerd. Overigens is er twijfel omtrent het juist meten en omtrent de juiste locatie van de manometers zodat geen definitieve uitspraak kan worden gedaan over het wel of niet optreden van onderdruk ter plaatse van het einde van de zandschermen.

#### **4.4 Stopcriterium**

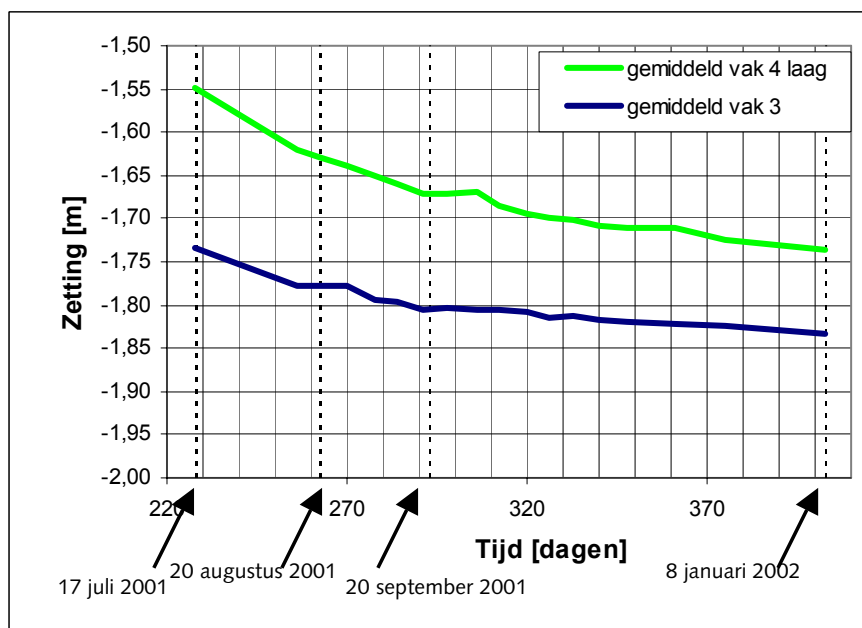
Voor aanvang van het werk was een stopcriterium gedefinieerd: indien minder dan 10 mm zetting per week optreedt kunnen de pompen worden uitgezet. Dit criterium is gehanteerd voor vak 3. Precies na een half jaar (op 20 augustus 2001) zijn de pompen uitgezet.

Nadat in het najaar van 2001 voor de vakken 1 en 2 ook al dit stopcriterium werd bereikt, is in onderling overleg besloten dit stopcriterium niet zonder meer voor de vakken 1 en 2 aan te houden. Opdat moment was nog sprake van enige meters wateroverspanning. Besloten is de wateroverspanning nauwkeurig te blijven volgen evenals de ontwikkeling van de zettingssnelheid. Gedacht wordt aan een stopcriterium van niet meer dan 3 à 5 mm zetting per week. Algemeen stopcriterium voor de vakken 1 en 2 is dat op basis van alle beschikbare meetgegevens een beperkte restzetting (in elk geval niet meer dan 100 mm in de eerste 10 jaar) mag optreden na het uitzetten van de pompen.

#### **4.5 Zettingen en verwachte restzettingen**

##### **4.5.1 Zettingen vak 3 en 4-laag**

In figuur 2 is de ontwikkeling van de zettingen te zien van het IFCO vak 3 en van het verticale drainage vak 4-laag. Hieruit blijkt dat de zetting van vak 3 wat groter is (ca. 0,1 m) dan de zetting van vak 4-laag. De zettingstoename is bij vak 4-laag nog wel groter, zodat na verloop van tijd het verschil kleiner zal worden. De absolute waarde van de zettingen ligt op dit moment ca. 10% hoger dan de berekende waarde: 1,6 m (zie hoofdstuk 2). Dit percentage zal nog wat stijgen.

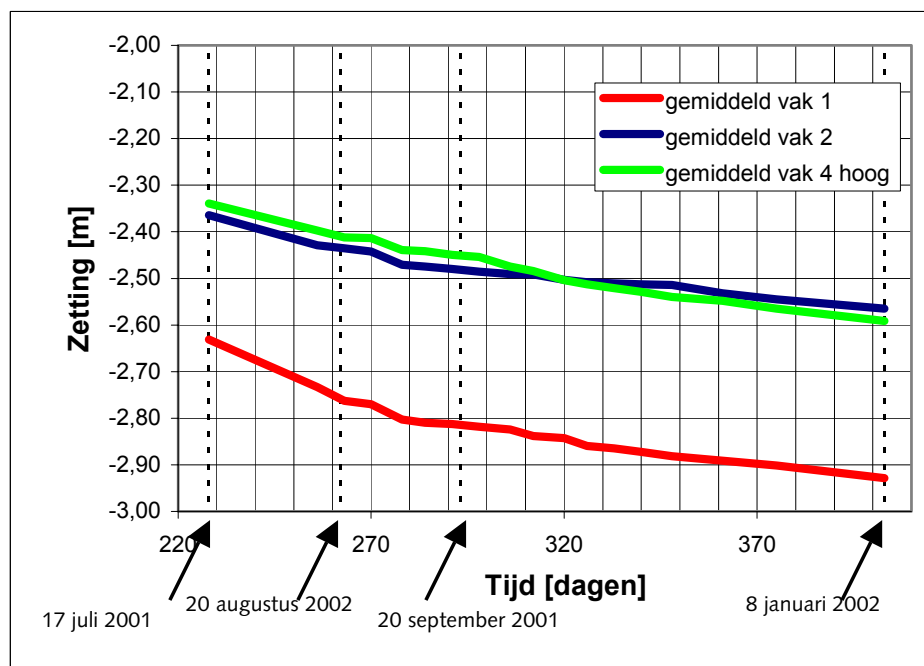


Figuur 2: Verloop van de zettingen vak 3 en 4-laag

#### 4.5.2 Zettingen vak 1, 2 en 4-hoog

In figuur 3 is de ontwikkeling van de zettingen te zien van de IFCO vakken 1 en 2 en van het verticale drainage vak 4-hoog. Hieruit blijkt dat de zetting van vak 2 nagenoeg gelijk is aan de zetting van vak 4-hoog. Aanvankelijk is de absolute waarde van de zetting van vak 2 hoger dan van vak 4-hoog. De zettingssnelheid van vak 2 is inmiddels lager dan van vak 4-hoog. De absolute grootte van de zettingen van vak 2 komen in de buurt van de berekende waarde: 2,7 m (zie hoofdstuk 2).

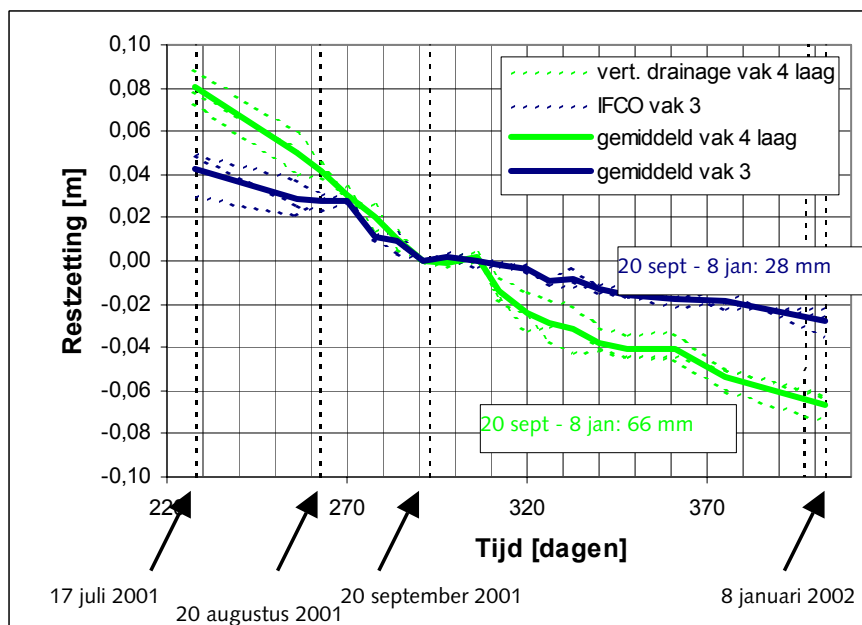
De absolute grootte van de zetting van vak 1 is inmiddels groter dan de berekende waarde: 2,9 m (zie hoofdstuk 2) en zal nog verder toenemen.



Figuur 3: Verloop van de zettingen vak 1, 2 en 4-hoog

#### 4.5.3 Restzettingen vak 3 en 4-laag

In figuur 4 is de ontwikkeling van de restzettingen te zien van het IFCO vak 3 en van het verticale drainage vak 4-laag. Van beide vakken zijn 3 zakbaken genomen (aangegeven met de streep-lijntjes) en is een gemiddelde bepaald. Nadat de pompen op 20 augustus 2001 zijn uitgezet, heeft een aanpassing van de waterstand in vak 3 plaatsgevonden gedurende ca. 1 maand. In figuur 4 is een nulpunt gekozen op 20 september 2001. Vanaf deze datum is tot de laatste meting van 8 januari 2002 een restzetting opgetreden van 28 mm (vak 3) en 66 mm (vak 4-laag).



Figuur 4: Verloop van de restzettingen vak 3 en 4-laag

Ervan uitgaande dat vanaf 20 september alleen nog seculaire zettingen optreden, kan een theoretisch bepaalde restzettingsprognose worden gegeven. In figuur 4 is de dagnummering gepresenteerd vanaf de start van het werk (november 2000). Voor een zo goed mogelijke bepaling van de restzetting moet een nieuw nulpunt worden gekozen ergens tijdens de ophoogperiode. Het restzettingsverloop bepalen met als nulpunt de start van het ophogen is niet correct omdat op dat moment nog geen volledige ophoging aanwezig is, eveneens is het nulpunt op het moment dat de volledige ophoging is aangebracht ook niet correct omdat op dat moment al een deel van de zetting is opgetreden. Op basis van het ophoogschema is als nulpunt dag 160 gekozen.



---

In tabel 2 is voor een tijdsperiode van 10 jaar en van 27,4 jaar (10.000 dagen) vanaf 20 september 2001 de restzetting theoretisch bepaald, ervan uitgaande dat het primaire zettingsproces inmiddels is gestopt.

Tabel 2: Prognose restzettingen (vanaf 20 september 2001)

	20 sept. 2001 - 10 jaar	20 sept. 2001 - 10.000 dagen
vak 3 IFCO	174 mm	225 mm
vak 4-laag vert. drainage	410 mm	531 mm

Indien na 20 september 2001 eerst een jaar wordt gewacht, en vervolgens vanaf 20 september 2002 de restzettingen voor de zelfde tijdperiodes (10 jaar en 10.000 dagen) worden bepaald, dan wordt het resultaat wat gunstiger, zie tabel 3. Ook nu is ervan uitgegaan dat het primaire zettingsproces inmiddels is gestopt.

Tabel 3: Prognose restzettingen (vanaf 20 september 2002)

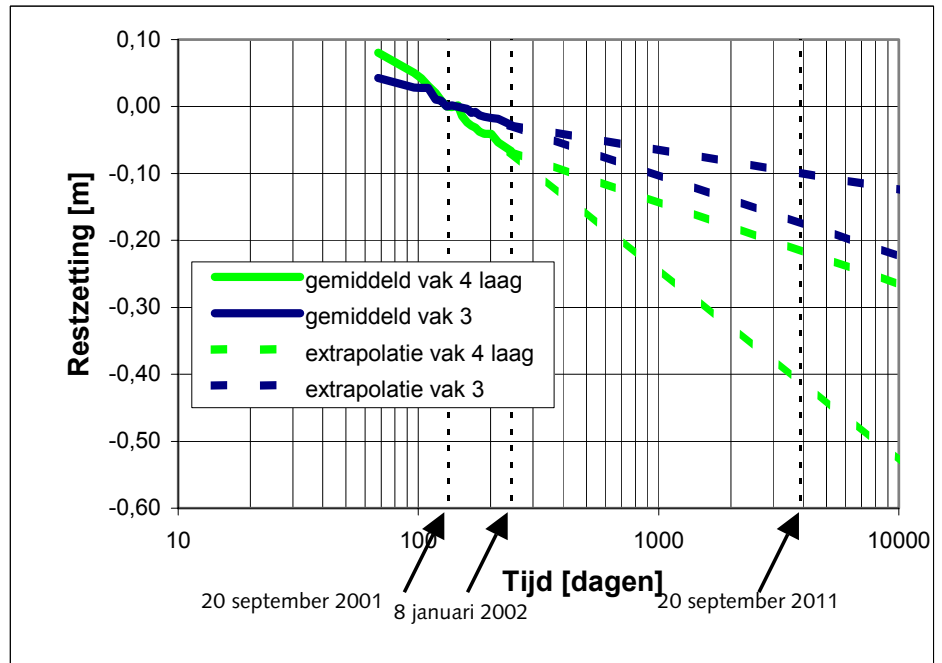
	20 sept. 2002 - 10 jaar	20 sept. 2002 - 10.000 dagen
vak 3 IFCO	112 mm	158 mm
vak 4-laag vert. drainage	264 mm	373 mm

In figuur 5 is een grafische weergave gegeven van de prognose van de restzettingen van vak 3 en 4-laag. Op basis van ervaring is tevens een extra prognose toegevoegd.

Voor vak 3 resulteert dit in een waaier met een breedte van ca. 0,1 m op het tijdstip 10.000 dagen. Daarbij wordt een restzetting verwacht van 0,12 tot 0,22 m, gerekend vanaf 20 september 2001 tot 10.000 dagen.

Voor vak 4-laag resulteert dit in een nogal brede waaier. De onderste prognose lijn is theoretisch bepaald uitgaande van, zoals hiervoor reeds aangegeven, de aanname dat er geen primaire zettingen meer zullen optreden. Mogelijk dat nog wel enige primaire zettingen zijn te verwachten. In dat geval zal het zettingsverloop met een logaritmische tijdschaal nog iets bijbuigen. Op basis van ervaring is de bovenste prognose lijn toegevoegd. Dit levert globaal een restzetting op van tussen de 0,3 m en 0,5 m, gerekend vanaf 20 september 2001 tot 10.000 dagen.

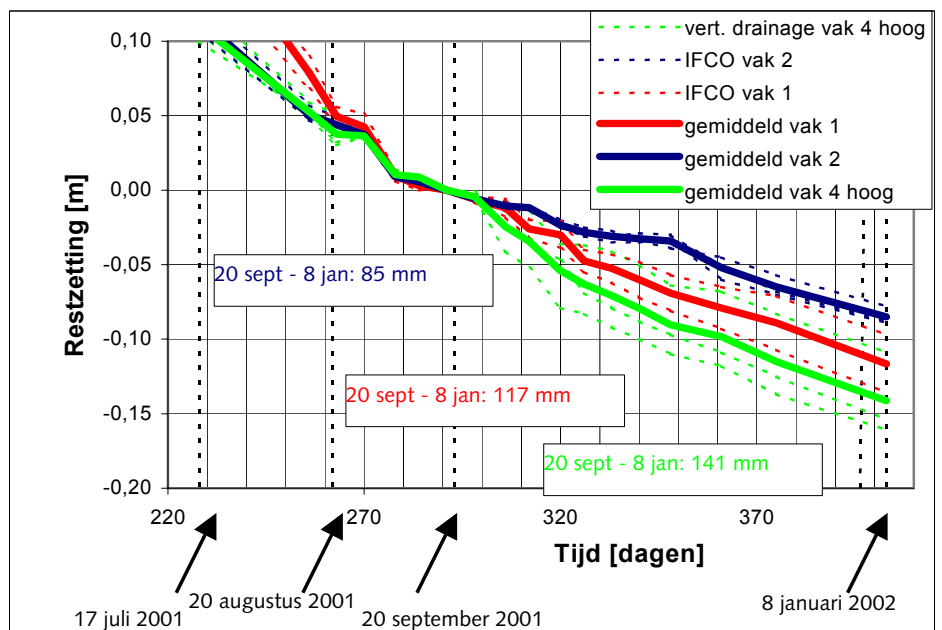
Wordt een tijdsperiode van 10 jaar beschouwd (van 20 september 2001 tot 20 september 2011), dan worden restzettingen verwacht van 0,10 tot 0,17 meter voor vak 3 en van 0,22 tot 0,42 meter voor vak 4-laag (zie figuur 5).



Figuur 5: Grafische weergave prognose restzettingen vak 3 en 4-laag

#### 4.5.4 Restzettingen vak 1, 2 en 4-hoog

In figuur 6 is de ontwikkeling van de restzettingen te zien van de IFCO vakken 1 en 2 en van het verticale drainage vak 4-hoog. Van vak 1 zijn 2 zakbaken genomen, van de vakken 2 en 4-hoog 3 zakbaken (aangegeven met de streep-lijntjes) en is een gemiddelde bepaald. De pompen van de vakken 1 en 2 zijn nog in bedrijf en bij elk van deze 3 vakken is nog enige wateroverspanning aanwezig. Hierdoor is geen betrouwbare prognose van de te verwachten restzettingen te geven. Op dit moment (januari 2002) is de zettingssnelheid voor elk van de 3 vakken ongeveer 5 mm per week, gemeten over de afgelopen maand. Vanaf 20 september 2001 tot de laatste meting van 8 januari 2002 is een zetting opgetreden van 85 mm (vak 2), 117 mm (vak 1) en 141 mm (vak 4-hoog).



Figuur 6: Verloop van de restzettingen vak 1, 2 en 4-hoog

---

## 5 Conclusies

Op basis van de opgedane ervaringen tijdens de uitvoering van de proefvakken, de monitoringsgegevens tot op heden (februari 2002) en de aanwezige ervaring vanuit andere projecten, worden de volgende conclusies getrokken.

1. Het aanbrengen van het IFCO systeem op de locatie te Breukelen met een zeer slappe grondslag (ca. 5 meter dik) is goed mogelijk.
2. Het aanbrengen van de zandschermen onder een hoek van 30° met de as van de Rijksweg voor een zo efficiënt mogelijke toepassing van de pompjes is praktisch gezien goed uitvoerbaar.
3. Na enkele weken na het aanzetten van de pompen treedt een waterstandsverlaging op van ca. 2 meter. In de loop van de tijd neemt dit nog verder toe tot ca. 3 meter. Hiermee is uiteindelijk een niveau bereikt van 0,5 à 1 meter boven het niveau van de onderkant van de zandsleuf (= niveau drain).
4. Aan de teen van de grootste ophoging (bruto ca. 10 meter zand) treedt midden in het slappe lagen pakket een horizontale deformatie op van 0,3 à 0,5 meter. Op basis van ervaring wordt verwacht dat op een afstand van ca. 10 meter naast de teen nog maximaal ca. 50 mm horizontale deformatie is optreden.
5. Door het pompen treden waterstandsverlagingen op naast het gebied met de zandschermen. Vanaf ca. 5 meter is geen noemenswaardige invloed meer meetbaar.
6. Het verlagen van de waterstand resulteert in een verhoging van de stabiliteit. Hierdoor kan sneller worden opgehoogd en is een verkorting van de bouwtijd te realiseren.
7. Voor lage ophogingen geldt dat in vergelijking met de traditionele bouwmethode (verticale drainage) er met de IFCO methode een beperking van de restzettingen optreedt. Voor het onderhavige project wordt voor het IFCO vak 3 een restzetting verwacht van ca. 0,2 m (tot 10.000 dagen) of van 0,14 à 0,17 m (tot 10 jaar). Voor het verticale drainage vak 4-laag wordt een restzetting verwacht van 0,3 à 0,5 m (tot 10.000 dagen) of van 0,22 à 0,42 m (tot 10 jaar). De waarden van deze prognoses zijn bepaald vanaf 20 september 2001. Wordt nog een jaar gewacht met het startpunt van de restzettingsperiode, dan treedt een reductie van ca. 30% van de hiervoor genoemde waarden op.
8. Voor hoge ophogingen kan nog geen betrouwbare restzettingsprognose worden gegeven.
9. Ter plaatse van sloten wordt een hogere zetting gemeten. Dit is zowel voor het IFCO vak het geval als voor het verticale drainage vak. De verwachting is dat het verloop van de restzettingen nagenoeg gelijk zal zijn in vergelijking met andere (niet-sloot) locaties, nadat de primaire zettingsproces voorbij is. In dit kader bezien is het vullen van de sloten met gebiedseigen materiaal een goede keuze geweest. Uitvoeringstechnisch valt e.e.a. mogelijk nog te verbeteren (zie aanbevelingen hoofdstuk 6).
10. De door IFCO (op eigen initiatief extra) toegepaste hellingmeetbuizen in de vorm van dunwandige stalen kokerprofielen geven goede vergelijkbare resultaten als de traditioneel toegepaste hellingmeetinstrumenten.



---

## 6 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gegeven:

1. Voor toekomstige projecten waar de IFCO methode zal worden toegepast: a) hou rekening met manoeuvreer ruimte van de drainmachine en maak de werkvloer ook groter, b) houdt bij het ontwerp rekening met het verticaal indraaien van de arm van de drainmachine; hierdoor ligt de drain niet op de gewenste diepte bij het punt van indraaien, c) neem maatregelen bij locaties waar direct nabij bestaande constructies wordt gewerkt ter voorkoming van deformaties.
2. Voor toekomstige projecten (al of niet met de IFCO methode) waar gemonitord zal worden: a) laat evt. bijlages bij het bestek grondig controleren door personen met een besteksschrijvers/ juridische achtergrond (de DWW levert technisch/practisch gerichte tekst), b) zie nauwgezet toe op het uitvoeren van de monitoring, incl. de aanlevering van de rapportages, c) geef bij aanvang van het werk duidelijk en expliciet aan welke boetes in welke omstandigheden zullen worden opgelegd en handel tijdens de uitvoering dienovereenkomstig.
3. Voor het huidige proefvakken project: a) blijf de ontwikkeling van de waterspanningen nauwgezet volgens zolang dit relevant is (in elk geval zolang er nog wateroverspanninge optreden), b) laat de monitoring van met name de zakbaken nog zolang mogelijk voortgezet worden.
4. Het vullen van de sloten met gebieds-eigen materiaal (klei/veen) zou met de volgende werkvolgorde beter uitgevoerd kunnen worden: a) sloot afdammen en goed leegpompen, b) sloot opschonen en slib afvoeren of uitspreiden, c) sloot vullen met (goed) gebieds-eigen materiaal.
5. Voor toekomstige monitoring dienen over de volgende zaken weloverwogen keuzes te worden gemaakt: a) wel of niet conitu meten (wanneer is de meerwaarde ervan nodig), b) het toepassen van een zettingsmeetslang (nauwkeuriger bij geringe zettingen in het eindstadium), c) type toe te passen waterspanningsmeters (met het BA type zijn nu goede ervaringen opgedaan), d) wel of geen meetspijkers (vaak is visuele inspectie beter), d) wanneer boetes toepassen, redelijke uitval eis, frequentie van de rapportages, e) verhouding opdrachtgever – opdrachtnemer – onderaannemer: waar dienen de verantwoordelijkheden te liggen.