

**UITWERKING VOOROEVER  
LEPELAARPLASSEN**

WERKMAATSCHAPPIJ MARKERMEER - IJMEER (WMIJ)

31 oktober 2011  
075812320:B - Definitief  
C01014.000097.0100



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	2
<b>2</b>	<b>Ecologische opgave vooroever Lepelaarplassen</b>	4
<b>3</b>	<b>Varianten vooroever</b>	7
<b>4</b>	<b>Specificatie varianten vooroever</b>	11
<b>5</b>	<b>Conclusies en realisatievoorstel</b>	17
<b>Bijlage 1</b>	Deelnemers werksessie	19
<b>Bijlage 2</b>	Hoeveelhedenbeschouwing varianten vooroever	20
<b>Bijlage 3</b>	Verbeelding variant Polder	22
<b>Bijlage 4</b>	Verbeelding variant Archipel	23
<b>Bijlage 5</b>	Verbeelding variant Lagune	24
<b>Colofon</b>		25

# HOOFDSTUK 1 Inleiding



## *Aanleiding*

In het rapport “Ecologische optimalisatie TBES” (ARCADIS, 2011) zijn de verschillende maatregelen van het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES) beschreven. Enkele TBES maatregelen zijn reeds nader uitgewerkt, zoals het grootschalig moeras aan de Houtribdijk en luwtedammen en -maatregelen. De maatregel ‘vooroever Lepelaarplassen’ is eerder nog niet nader uitgewerkt. Een uitwerking van de maatregel is onder meer nodig om een betere inschatting van de kosten te kunnen maken. Tegelijkertijd wordt gezocht naar een ecologische optimalisatie van de maatregel. Dat wil zeggen; wat is de minimaal benodigde omvang i.r.t. het ecologisch rendement en waarmee moet op zijn minst worden gestart. In dit rapport wordt op basis van beschikbare kennis (literatuur, expert judgement) een advies gegeven over de ecologische uitgangspunten en eisen voor een vooroever Lepelaarplassen. Centraal staat de functie van het ontwerp en de samenhang met het ecologische systeem.

## *Plangebied*

Het linker figuur geeft het zoekgebied weer voor de vooroever Lepelaarplassen (rood) ten opzichte van het Natura 2000-gebied Markermeer en IJmeer (geel). De begrenzing van het zoekgebied wordt gevormd door de Vaargeul Amsterdam – Lemmer (VAL), de Oostvaardersdijk en de ligging parallel aan het natuurgebied Lepelaarplassen.

## *Relatie met NMIJ*

Kennistrjecten zoals de studie Natuurlijker Markermeer en IJmeer (NMIJ) leveren informatie op die relevant zijn voor de uitwerking van deze maatregel. De reeds beschikbare kennis is zo goed mogelijk benut, door NMIJ experts te betrekken in een werksessie en bij de totstandkoming van voorliggende ontwerpuitgangspunten.

***Doel uitwerking***

Bij de uitwerking van de vooroever Lepelaarplassen staan de volgende vragen centraal:

- Wat zijn de ecologische uitgangspunten voor een vooroever voor de Lepelaarplassen? Welke elementen staan centraal?
- Gezien de relevante ecologische elementen, hoe is de vooroever opgebouwd en welke omvang is nodig?
- Welke aandachtspunten zijn relevant voor realisatie van de vooroever?

***Aanpak***

Een werksessie met ecologen en waterbouwers op 6 juni 2011 vormt een belangrijk onderdeel van de totstandkoming van dit rapport (voor een deelnemerslijst zie bijlage 1). Met deze werksessie is relevante expert judgement bij de studie betrokken. Bij de uitwerking is aandacht besteed aan de specifieke eigenschappen en kenmerken van mogelijke varianten. Drie varianten zijn verder uitgewerkt.

## HOOFDSTUK 2 Ecologische opgave vooroever Lepelaarplassen

In dit hoofdstuk wordt de ecologische opgave voor de vooroever beschreven aan de hand van een beschrijving van de functie van de vooroever Lepelaarplassen voor het TBES.

### *Relatie met het TBES*

In het kader van het realiseren van een TBES is oorspronkelijk een vooroever voor de Lepelaarplassen opgenomen als maatregel met een oppervlak van 500 tot 1.000 hectare. De vooroever draagt in het zuidelijke deel van het Markermeer en in het IJmeer bij aan twee ecologische vereisten van het TBES, namelijk overgangszones tussen land en water, en het versterken van ecologische relaties tussen binnen- en buitendijkse natuur. Daarnaast levert de vooroever bij de Lepelaarplassen een belangrijke bijdrage aan lokale natuurwaarden, de zichtbaarheid en beleving van natuur in de omgeving van stedelijk gebied.

### RELEVANTE ECOLOGISCHE VEREISTEN

De vooroever Lepelaarplassen kan bijdragen aan twee van de vier ecologische vereisten voor het TBES (Zwart, 2008), te weten:

**Overgangszones tussen land en water**, ondersteund door een seizoensgebonden peilbeheer; het ecosysteem heeft de land-waterzone als broedkamer voor vis en leefgebied voor vele soorten dieren nodig. Wil het om een ingreep op systeemniveau gaan dan is het van belang dat deze zones grootschalig zijn. Land-waterovergangen hebben de grootste ecologische bijdrage bij een maximale dynamiek in het water. Dan kan het zichzelf voortdurend blijven verjongen en veranderen, wordt door natuurlijke dynamiek verlanding en verbossing tegengegaan. Seizoensgebonden peil is een maatregel die daarom ook deel uitmaakt van het TBES.

**Versterken ecologische relaties** tussen binnen- en buitendijkse natuurontwikkeling; het Markermeer en IJmeer zijn een deelgebied in de delta van Nederland. Versterken van de ecologische relaties met de andere delen van de delta geeft een impuls aan de soortenrijkdom van het ecologisch systeem van het Markermeer en IJmeer. De vooroever Lepelaarplassen is tevens nabij het Natura 2000 gebied de Lepelaarplassen gesitueerd.

**Belangrijkste elementen voor de vooroever**

Tijdens de workshop is, door de deskundigen op grond van gebiedskennis, aangegeven dat een vooroever voor de Lepelaarplassen dient te bestaan uit verschillende biotopen (elementen). De benoemde elementen ontbreken momenteel (grotendeels) in dit deel van het Markermeer – IJmeer, terwijl ze van wezenlijk belang zijn voor het bereiken van de ecologische vereisten en het TBES. In Tabel 1 worden de relevante elementen beschreven, inclusief minimum oppervlak en functies voor natuurwaarden die van belang zijn voor het bereiken van het TBES.

**Tabel 1**

Elementen vooroever  
Lepelaarplassen

Biotoop / element	Functie	Minimaal oppervlak / afmetingen
<b>1) Zandplaat</b>	Broedgebied voor kale grondbroeders en rustgebied voor vogels (aalscholvers, ganzen, etc.).	<b>70 hectare</b> , overeenkomstig met natuurontwikkeling op de Kreupel en de Hoeckelingsdam.
<b>2) Slikken</b>	Foerageergebied voor wadende vogels (zoals lepelaar), en steltlopers (zoals grutto).	<b>100 hectare</b> , inschatting op basis van expert judgement.
<b>3) Waterplantveld</b>	Foerageergebied waterplant etende vogels, opgroeigebied vis, waardevolle waterplantenvegetaties.	<b>80 hectare</b> , overeenkomstig met de waterplantvelden kustzone Muiden.
<b>4) Rietmoeras</b>	Paai- en opgroeileefgebied voor (jonge) vis, insecten en macrofauna.	<b>50 hectare</b> , inschatting op basis van expert judgement.
<b>5) Vispassage</b>	Uitwisseling van de driedoornige stekelbaars tussen binnendijks watersysteem (Lepelaarplassen) en Markermeer – IJmeer. Dit vergroot de foerageermogelijkheden voor visetende vogels en de migratiemogelijkheden voor andere vissen (o.a. aal).	<b>Hevel met lokstroom</b> , met een werking naar beide zijden toe. Deze hevel is functioneel voor de driedoornige stekelbaars, inzetbaar in primaire waterkeringen en kostenefficiënt.

Door experts is aangegeven dat het belangrijkste ontbrekende biotoop in het TBES in dit gebied, de **zandplaten (1)** zijn, onder meer relevant voor de populatie kale grondbroeders en pleisterende vogels. Dit biotoop dient dan ook centraal te staan bij de nadere uitwerking en opbouw van de vooroever bij de Lepelaarplassen, ook bij een prioritering of fasering van de uitvoering.

Vervolgens is door de experts aangegeven dat **slikvelden (2)** van groot belang zijn, aangezien zij een belangrijke functie vervullen als foerageergebied voor wadende vogels en steltlopers en op het moment ontbreken in het Markermeer en IJmeer, gevolgd door de ontwikkeling van **waterplantvelden (3)**.

Daarnaast is het element **rietmoeras (4)** genoemd als element van belang voor de totstandkoming van de voorover. Voor rietvelden geldt dat deze ook aan de binnendijkse zijde aanwezig zijn (Lepelaarplassen) en bovendien in binnendijkse gebieden gemakkelijk en goedkoper te realiseren zijn. De urgentie om grootschalige rietvelden op deze locatie buitendijks en in de noodzakelijke omvang te creëren is gering, waardoor is gekozen voor een kleinschalig rietmoeras met vooral een functie voor vis, macrofauna en insecten. Mogelijk kan dit op termijn uitgroeien naar een groter rietmoeras, aansluitend op de buitendijkse uitbreiding van Almere (belevingsnatuur). Tot slot is om de uitwisseling van vis (met name driedoornige stekelbaars) tussen binnendijkse en buitendijkse gebieden te vergroten de realisatie van een **vispassage (5)** gewenst.

#### *Seizoensgebonden peil*

Op grond van ervaringen met buitendijkse natuurontwikkeling in het IJsselmeergebied is gebleken dat voldoende dynamiek, in de vorm van een natuurlijke peilverloop dan wel adequaat beheer, bepalend is voor de functionaliteit van de voorgenoemde biotopen. Voor de zandplaat, slikken en rietmoeras betekent dit dat jaarlijkse overstroming en voldoende waterdynamiek in de winter noodzakelijk is, waarbij het peil in het voorjaar en de zomer verder uitzakt. Is dit niet of onvoldoende mogelijk, dan is cyclisch (grootschalig) beheer noodzakelijk om de successie richting wilgenbos te beteugelen. De maatregel seizoensgebonden peil uit het TBES maatregelenpakket voorziet hierin.

#### **NOODZAAK NATUURLIJK PEILVERLOOP**

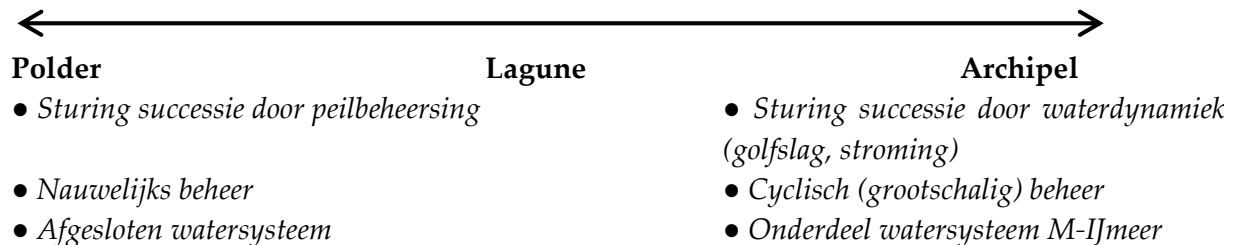
Kwalitatief goede slikken en rietmoeras met waterriet kunnen alleen worden gerealiseerd met behulp van een natuurlijk peilverloop, met een uitzakkend peil in het voorjaar en zomer. Dit kan bereikt worden door (op termijn) een natuurlijk peilverloop te introduceren in het Markermeer – IJmeer peil. Dit kan ook worden gerealiseerd door de elementen in een apart peilvak aan te leggen met een natuurlijk peilverloop (los van het tegennatuurlijke peilverloop van het Markermeer – IJmeer). Het voordeel van een element in een apart peilvak is dat het waterpeil exact kan worden afgestemd op de eisen van het type natuur en successie kan worden tegengegaan met behulp van gerichte (peil)ingrepen. Het nadeel van het aparte peilvak is dat het in feite een aparte polder in het Markermeer – IJmeer betreft, waardoor de polder niet of beperkt bijdraagt aan het verzachten van de oevers van het meer zelf, één van de ecologische vereisten van het TBES. Kortom; willen de elementen bijdragen aan het ecologisch vereiste “overgangszones tussen land en water” dan dienen deze te worden gerealiseerd in direct contact met het watersysteem van het Markermeer – IJmeer. Een natuurlijk peilverloop biedt daarbij de grootste kans op kwalitatief goede slikken en waterriet.

# HOOFDSTUK 3 Varianten vooroever

Op basis van bovenstaande uitgangspunten is door de experts een drietal uitvoeringsvarianten benoemd voor de vooroever:

1. Archipel van eilanden;
2. Lagune;
3. Polder.

In deze varianten zijn de verschillende vormen van waterdynamiek en de noodzaak tot beheer (om successie te beteugelen) verbeeld. Deze varianten kunnen worden geplaatst op onderstaand overzicht van uitersten:



### *Verbeeldingen varianten*

In onderstaande afbeelding zijn de drie verbeeldingen van de vooroever weergegeven:

1. een archipel van eilanden (links);
2. een lagune (midden);
3. een natuurpolder met een zelfstandig natuurlijk peilverloop (rechts).








Alle drie de verbeeldingen sluiten aan bij de gewenste biotopen. Bij de verbeelding archipel (links) en lagune (midden) is een seizoensgebonden peil sterk van belang voor het bereiken van de gewenste natuurkwaliteit (slikvelden, rietland). Bij de natuurlagune (rechts) is dit niet het geval, daar kan immers binnen de polder gericht waterbeheer toegepast worden voor het bereiken van de gewenste natuurkwaliteit. Dit vraagt ten opzichte van de andere verbeeldingen wel weer veel beheerinspanning (waterbeheer). Wanneer geen seizoensgebonden peil wordt geïntroduceerd, dan is de poldervariant het meest toereikend. In bijlage 3, 4 en 5 zijn de afbeeldingen in groter formaat opgenomen.

#### *Algemene uitgangspunten*

De drie varianten kennen een aantal overeenkomstige basiskenmerken:

- Dezelfde elementen in de basis: vispassage, zandplaat, slik, waterplantvelden – alleen in een verschillende onderlinge verhouding of met een ander vertrekpunt.
- Huidige peilregime: zomerpeil -0,2 m NAP, winterpeil -0,4 m NAP.

In onderstaande tabel worden de varianten toegelicht.

Naam	Archipel	Lagune	Polder
<b>Eigenschappen ontwerp</b> - Vorm - Omvang / schaal	Eilandengroep omsloten door harde elementen als bescherming tegen golfaanval, op meerdere locaties open voor maximale uitwisseling van water(dynamiek) met Markermeer - IJmeer. Veel kleinschalige laaggelegen eilanden voor maximale randlengte oeverzone. De waterbodem binnen harde elementen is ondiep t.b.v. waterplantvelden en geleidelijke land-waterovergangen. Bevat ten opzichte van andere varianten relatief veel ondiep open water.	Luwe lagune bijna geheel omsloten door een hard element, die aan de zijde van de Oostvaardersdijk een opening heeft. Nabij de opening is sprake van luw open water, wat geleidelijk oploopt richting de binnenzijde van de lagune, waar een land-waterovergang uiteindelijk uitloopt naar slikken en zandplaten. De slik- en zandplaten grenzen aan het harde element, waar sprake is van overslag van water, als gevolg hiervan lopen er geulen door de slik- en zandplaten.	Moeras- en slikkengebied volledig omsloten door een hard element. De polder heeft een zelfstandig peilregime, los van het tegennatuurlijke peil van het Markermeer – IJmeer. De polder heeft nauwelijks directe uitwisselingsmogelijkheden tussen het watersysteem van de vooroever en het Markermeer – IJmeer. De verschillende elementen kunnen gecompartmenteerd worden gerealiseerd, met afzonderlijke mogelijkheden om het peil te regelen.
<b>Referentiegebied</b> (bron ondergrond: Google Earth)	Drontermeer ("poffertjes") 	IJsseldelta 	IJdoorn 
<b>Harde elementen</b> - Eigenschappen - Materiaal - Hoogte - Aanlegtechniek - Functie voor natuurdoelen	Hard element aan buitenzijde dient als bescherming van eilanden tegen golfaanval, bestaande uit meerdere segmenten (in de vorm van losse 'worsten'). Tussen deze segmenten ligt maximaal 50 m open water ter voorkoming van erosie van achterliggende eilanden. Het talud aan de buitenzijde is 1:5 ter beperking van golfploop, en voorzien van bestorting. Voor een broedfunctie (kale grond broeders) is de hoogteligging + 1,5 m NAP tot + 2 m NAP (geen golfoverslag broedseizoen), op locaties waar dit niet voorzien is bedraagt de hoogte + 0,0 m NAP.	Hard element aan buitenzijde dient als bescherming van de lagune tegen golfaanval. De opening in het harde element aan de zijde van de Oostvaardersdijk is circa 400 m. Achter het harde element is sprake van golfoverslag. Het talud aan de buitenzijde is 1:5 ter beperking van golfploop en voorzien van bestorting. Voor een broedfunctie (kale grond broeders) is de hoogteligging + 1,5 m NAP tot + 2 m NAP (geen golfoverslag broedseizoen), op locaties waar dit niet voorzien is bedraagt de hoogte + 0,0 m NAP.	De buitenzijde van de polder is omsloten door een hard element. Indien de waterbodem wordt opgehoogd, vindt de wateruitwisseling met het M-IJmeer plaats met behulp van een windmolen, anders met behulp van een gemaal. Het talud aan de buitenzijde is 1:5 ter beperking van golfploop, en voorzien van bestorting. Voor een broedfunctie (kale grond broeders) is de hoogteligging + 1,5 m NAP tot + 2 m NAP (geen golfoverslag broedseizoen), op locaties waar dit niet voorzien is bedraagt de hoogte + 0,0 m NAP. De buitenzijde aan de Oostvaardersdijk kan zonder bestorting worden aangelegd, met een talud van 1:10 – 1:20.
<b>Zachte elementen</b> - Eigenschappen - Materiaal (grondsoort) - Hoogte en omvang - Hoeveelheid grond - Aanlegtechniek - Functie voor natuurdoelen	De waterbodem binnen de harde elementen wordt integraal opgehoogd van circa -4 m NAP tot – 2 m NAP ten behoeve van waterplantvelden. Ter hoogte van de openingen tussen de harde segmenten is sprake van diepere geulen met een diepte van de huidige waterbodem. Rondom de eilanden (poffertjes) loopt de waterbodem op talud 1:20, het hoogste punt van de eilanden reikt tot + 0,0 m NAP ( zomerpeil - 0,2 m NAP), waardoor een zone van rietvelden, mattenbies en kleine lisdodde ontstaat. De eilanden hebben boven het wateroppervlak een doorsnede van enkele tot tientallen meters. De oeverzone is voorzien van klei ter	De waterbodem bij de harde elementen loopt op (talud 1:20) van circa -4 m NAP bij de opening aan de Oostvaardersdijk, via een zone rondom – 2 m NAP ten behoeve van waterplantvelden, richting de binnenzijde van de vooroever tot + 0,0 m NAP ( zomerpeil - 0,2 m NAP). De hoogste zone sluit aan op het harde element aan de zijde van het Markermeer – IJmeer. Hier is sprake van golfoverslag. Dit water wordt afgevoerd via natuurlijk gevormde krekens/prielen. Van het totaal oppervlak van 300 ha is 25% open water met waterplanten, 25% rietmoeras, en 5% slikken en zandplaten.	De areaal aan rietmoeras, slikken en zandplaten ligt in de polder (maaiveldhoogteverschil tussen slikken en zandplaten en dus ander peilbeheer). De waterplantzone licht achter de polder ter hoogte van de Oostvaardersdijk. De waterplantzone bij de Oostvaardersdijk wordt opgehoogd van – 4,0 m NAP tot – 2,0 m NAP.  Van het totaal oppervlak van 300 ha is 25% open water met waterplanten (buiten de polder), 25% rietmoeras en 50% slikken en zandplaten (beiden in de polder).

Naam	Archipel	Lagune	Polder
	bescherming tegen erosie Van het totaal oppervlak van 300 ha van de vooroever is 65% open water met waterplanten, 10% rietmoeras en 25% zandplaten en slikken		
<b>Dynamiek</b> - beheer - peil	In de huidige situatie is sprake van een tegennatuurlijke peildynamiek (zomer – 0,2 NAP, winter – 0,4 NAP). Daarnaast is in verhouding met de andere varianten sprake van relatief veel golfdynamiek, als gevolg van de open ruimte tussen de harde segmenten. Naar verwachting is (bij het huidige tegennatuurlijke peilbeheer), cyclisch beheer noodzakelijk voor het tegengaan van wilgenopslag. Seizoensgebonden peilbeheer zal een hogere natuurkwaliteit opleveren.	In de huidige situatie is sprake van een tegennatuurlijke peildynamiek (zomer – 0,2 NAP, winter – 0,4 NAP). Naar verwachting is cyclisch beheer noodzakelijk voor het tegengaan van wilgenopslag (bij dit huidige tegennatuurlijke peil). In de overslagzone achter het harde element is bij een juiste dimensionering waarschijnlijk voldoende dynamiek om lokaal successie tegen te gaan. Seizoensgebonden peilbeheer zal een hogere natuurkwaliteit opleveren.	Beheer is vergelijkbaar met beheer wat ook in andere polders in Nederland wordt toegepast, met de kanttekening dat er sprake is van een natuurlijk peilverloop. Het peil wordt aangestuurd met behulp van (geautomatiseerde) kunstwerken.
<b>Faseringsmogelijkheden</b>	De 1 <sup>e</sup> fase bestaat uit de aanleg van het harde element, inclusief zandplaten. Vervolgens kan de waterbodem achter harde elementen worden opgehoogd afhankelijk van de gekozen inrichtingsvariant.		
<b>Mogelijkheden medegebruik</b>	Gezien de ontwikkeling van waterplantvelden binnen de harde segmenten, is de binnenzijde van de vooroever minder geschikt voor medegebruik door bijv. waterrecreatie. De harde segmenten, voor zover niet in gebruik door kale grondbroeders, vormen mogelijk een vaardoel voor recreanten of een aanlegplaats.	Idem als bij archipel, maar met grotere risico's op verstoring van het gebied, aangezien grote delen van het gebied via de omliggende oeverwal (harde elementen) bereikbaar zijn.	Poldervariant lijkt op voorhand, behalve als vaardoel, minder mogelijkheden te bieden voor medegebruik.
<b>Risico's</b>	Als gevolg van het huidige tegennatuurlijke peilbeheer is het de vraag of de beoogde moerasontwikkeling kwalitatief goede biotopen oplevert voor moerasvogels. Waarschijnlijker blijft de vorming van waterriet achter en vindt op de eilanden wilgenopslag plaats. Verder kan de relatief grote oeverlengte leiden tot kansen voor exoten (ganzen e.d.)	Als gevolg van het huidige tegennatuurlijke peilbeheer is het de vraag of de beoogde moerasontwikkeling kwalitatief goede biotopen oplevert voor moerasvogels. Waarschijnlijker is dat de vorming van waterriet achter blijft en dat op de eilanden wilgenopslag plaats vindt. Verder kan, indien de monding van de lagune te klein gedimensioneerd is, blauwalgbloei optreden.	Risico's lijken vooral te schuilen in het feit dat het om een polder gaat, wat minder aansluit bij de huidige gedachten over natuurontwikkeling.
<b>Kosten</b> - Relatief - Bepalende kostendragers	Minste benodigde grond en kleinste harde elementen. Hierdoor relatief de minst kostbare variant.	Relatief grotere grondvraag waardoor hogere kosten dan variant Archipel.	Afhankelijk van het inpolderen tot de huidige waterbodem of (gedeeltelijk) ophogen van de waterbodem en inpolderen, varieert de grondvraag. Bij het inpolderen tot de huidige meerbodem is een kostbaar gemaal noodzaak, waardoor de variant relatief kostbaar wordt.

## HOOFDSTUK

# 4 Specificatie varianten vooroever

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de technische specificaties van de vooroever Lepelaarplassen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende (waterbouwkundige) elementen van de vooroever. Daar waar de elementen van de verschillende varianten overeenkomen, worden deze gezamenlijk besproken. De volgende elementen komen aan bod:

- Buitenrand van de vooroever aan het IJmeer.
- Buitenrand van de vooroever aan de zijde van de Oostvaardersdijk.
- Land aan de binnenzijde van de vooroever.
- Verondiepingen binnen de vooroever.
- Binnenzijde van de polder.

Tot slot wordt kort ingegaan op de kosten van de varianten (onderlinge vergelijking). In bijlage 2 is in een tabel een overzicht opgenomen van de omvang van de verschillende elementen per variant en is een inschatting gemaakt van de benodigde hoeveelheden voor de realisatie van de 3 varianten.

### *Buitenrand zijde IJmeer (variant Archipel en Lagune)*

De buitenrand van de Archipel/lagune aan de IJmeerszijde zal voorzien moeten worden van een bestorting. De taludhelling van deze rand dient circa 1:5 te bedragen om de golfploop te beperken. In dit geval wordt de golfploop geschat op maximaal 2,5 meter (incl. opwaaiing bij een windkracht van 8-9 Bft). Als de rand droog dient te blijven, is een aanleghoogte van ca. NAP +2,0 tot +1,5 meter noodzakelijk. Een steiler talud aan de buitenrand betekent dat de golfploop groter wordt en dus de aanleghoogte van de rand hoger wordt.

Voorgesteld wordt de buitenrand uit een zandlichaam te laten bestaan. De voornaamste reden is om inklinking van het materiaal zelf te beperken en te voorkomen dat de rand later opgehoogd dient te worden. Als deze uit zand bestaat, zal de zetting van de ondergrond beperkt blijven tot 0,25 tot 0,5 meter. Gezien het feit dat het zandlichaam van een bestorting voorzien moet worden, wordt geadviseerd de zettingcompensatie direct aan te brengen. Dit betekent dat de aanleghoogte op circa NAP +2,5 meter komt te liggen. Voor de aanleg van de rand

wordt geadviseerd het slib te verwijderen en deze te gebruiken om gedeeltes te verondiepen aan de binnenzijde. Indien dit niet mogelijk is, dan dient rekening te worden gehouden met grotere zettingen, waardoor de aanleghoogte groter dient te zijn om deze in de toekomst te compenseren.

Aanleg van de buitenrand in de vorm van slibworsten (geotubes) is ook mogelijk. Deze worsten dienen ook van bestorting voorzien te worden omdat de levensduur van de geotextiel (nog) niet kan worden gegarandeerd. Hiermee zijn steilere buitentaluds mogelijk. Dit betekent wel dat de buitenrand iets hoger moeten komen te liggen om overslag te voorkomen. Voordeel is dat het slib dat aanwezig is ter plaatse van de buitenrand hergebruikt kan worden als vulmateriaal van de geotube. Naar alle waarschijnlijkheid zal ook slib aangevoerd dienen te worden om de grondbalans kloppend te krijgen. Bij het gebruik van zand als vulmateriaal wordt het slib echter ook hergebruikt, maar dan in de vorm van verondiepingsmateriaal.

Als overslag wordt geaccepteerd, is een aanleghoogte van de buitenrand van NAP +0,5 meter te overwegen. Ook hier zal een bestorting noodzakelijk zijn om de buitenrand vast te leggen. Om het effect van zetting te beperken zal het slib verwijderd dienen te worden. Dit kan dan gebruikt worden om deels de lagune op te vullen. Zolang er voldoende slib is kan dit worden gebruikt, anders kan klei worden gebruikt, dat bijvoorbeeld wordt gewonnen bij het winnen van zand op het Markermeer (zie onder).

De opening tussen de segmenten van de buitenrand zal niet meer dan circa 50 meter dienen te bedragen om erosie van achterliggende eilanden te beperken.

#### ***Buitenrand zijde Oostvaardersdijk (variant Archipel en Lagune)***

De buitenrand aan de zijde van de Oostvaardersdijk kan zonder bestorting worden aangelegd. Een taludhelling van 1:10 tot 1:20 is dan mogelijk. Dit zal beperkte erosie opleveren van het zand. Als deze rand droog dient te blijven dient deze minimaal aangelegd te worden op NAP +0,1/0,3 meter. De golfoploop inclusief opwaaiing bedraagt in dit geval circa 0,5 meter (windkracht 9 Bft en een strijklengte van 2 kilometer). Hiermee wordt aan de Oostvaardersdijk-zijde een zandige zachte oplossing gecreëerd. Deze rand kan, gezien de dynamiek die hier zal zijn, op gezette tijden worden opgehoogd om te compenseren voor de te verwachten zetting (circa 0,25 meter) en klink van het eronder liggende slib (circa 1,0 meter). De verwachting is dat dit tussen de 13 en 24 keer in de komende 30 jaar noodzakelijk zal zijn. Indien dit niet acceptabel is, wordt geadviseerd de zetting-compensatie bij aanleg aan te brengen.

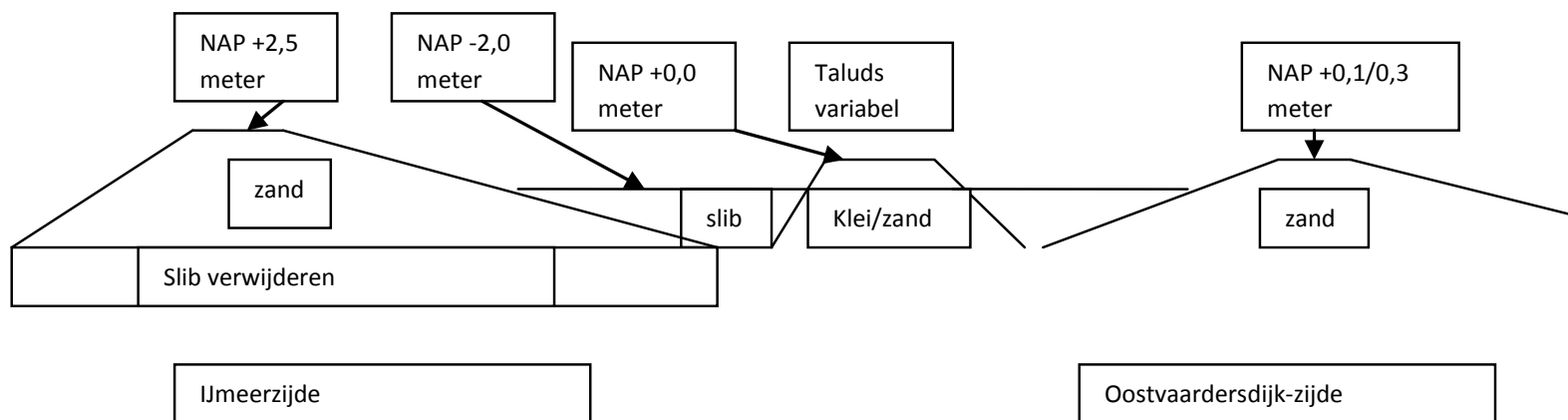
***Binnenzijde (variant Archipel en Lagune)***

Bij een maximale afstand van 300 meter tussen de poffertjes, andere eilanden en/of binnenrand, blijft de golfloop beperkt tot circa 0,15 meter (bij maximaal windkracht 9 Bft). Dit betekent dat bij een hoogte van NAP +0,0 meter de gebieden boven het waterpeil grotendeels droog blijven. De erosie zal bij deze afstanden ook beperkt blijven, zolang de taluds uit klei bestaan en deze een helling hebben van 1:20. Een steiler talud is bij toepassing van klei ook mogelijk. Dit zal een beperkte erosie opleveren. Een hoogte van NAP 0,0 meter lijkt hiervoor voldoende. Wel dient bij gebruik van klei rekening te worden gehouden met klink van het materiaal zelf en zetting van de ondergrond. Bij gebruik van klei als ophoogmateriaal zal dit waarschijnlijk in totaal 0,5 meter zijn (0,25 meter klink en 0,25 meter zetting). Als slib wordt gebruikt, zal de klink van het materiaal veel groter zijn (circa 1 meter). Dit betekent dat bij het gebruik van slib vaker opgehoogd zal moeten worden. Bij klei zal dit dan 1 tot 2 keer in de komende 30 jaar dienen plaats te vinden om de variatie in hoogte niet groter te laten worden dan 0,25 meter. Verwacht wordt dat dit na circa 2,5 jaar en 10 jaar noodzakelijk is. Bij toepassing van slib zal dit circa 4 keer moeten plaats vinden (na 1, 2 ½, 7 ½ en 15 jaar).

Voor de aanleg van zandplaten lijkt een hoogte van NAP 0,0 meter voldoende. Gezien de mogelijke zetting (ingeschat op 0,25 meter), en het feit dat de zandplaat volledig uit zand bestaat, is dan een aanleghoogte aan te bevelen van NAP +0,25 meter. Om erosie te beperken wordt geadviseerd de taluds van deze zandplaten aan te leggen onder een helling van 1:10 tot 1:20.

***Aanleg verondieping (variant Archipel en Lagune)***

Binnen de buitenranden is een integrale verondieping van de huidige waterdiepte voorzien tot een diepte van NAP -2 meter voor de Archipel-oplossing. Bij de lagune loopt dit geleidelijk op tot boven het waterpeil. Financieel lijkt het het meest aantrekkelijk dit te laten plaats vinden met slib uit het IJmeer. Bij een inklinking van circa 0,75 meter is een totale laagdikte van 2,75 meter vereist voor een verondieping tot NAP -2 meter. Bij de lagune is dit variabel met een maximum van 6 meter (4 meter + 2 meter zetting). Verondieping met klei is natuurlijk ook mogelijk. Voordeel is dan dat een steviger bodem wordt verkregen en de inklinking beperkt zal blijven tot 0,1 tot 0,2 meter. Mogelijk zakt het ondergelegen slib hierbij nog wel wat in.



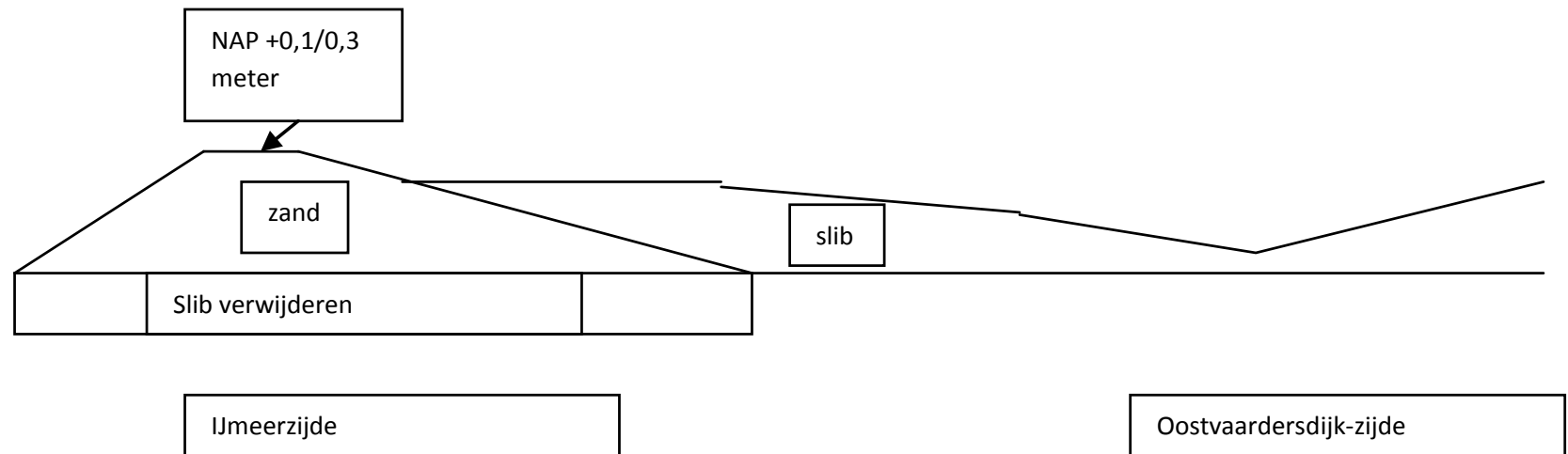
**Figuur 1:** doorsnede Archipel

**Fasering Archipel:**

1. Verwijderen slib buitenrand IJmeerzijde.
2. Verondiepen deel van Archipel.
3. Aanbrengen zand en bestorting buitenrand IJmeerzijde.
4. Aanbrengen zand buitenrand Oostvaardersdijk-zijde.
5. Verwijderen slib ter plaatse van eilanden/poffertjes.
6. Verondiepen deel van Archipel.
7. Aanbrengen klei/zand ter plaatse van eilanden/poffertjes.
8. Verondiepen gehele Archipel met slib.

Voordeel van de variant Archipel is dat kan worden gestart met een korte sikkelvormige buitenrand, waarbinnen de eilandjes worden gerealiseerd. Dit kan stapsgewijs uitbreiden met weer een nieuwe buitenrand en eilandjes hierachter. Bij een polder of lagune ligt dit wat moeilijker, dan is compartimentering noodzakelijk, wat het duurder maakt.





**Figuur 2:** doorsnede Lagune

Nadeel van de verschillende niveaus van slib is dat deze waarschijnlijk gaan uitzakken tot één niveau. Dit betekent dat tussen verschillende niveaus onderwater kleidijken noodzakelijk zijn om het uitzakken te voorkomen.

**Fasering Lagune:**

1. Verwijderen slib ter plaatse van buitenrand.
2. Aanbrengen zand en bestorting.
3. Al dan niet verwijderen van ter plaatse van zandplaten.
4. Aanleg van zandplaten.
5. Aanbrengen slib en of klei aan de binnenzijde van de resterend op te hogen gebieden.

Uit de fasering lijkt het dat de lagune relatief eenvoudiger te maken is (minder stappen). Met betrekking tot de zetting geldt; als er opgehoogd wordt zonder zettingcompensatie, zal een gebied dat bijvoorbeeld opgehoogd wordt met slib in eerste instantie boven water liggen. Na enige tijd ligt dit gebied dan (deels) onder water. Voor de natuurwaarden kan dit positief uitpakken, aangezien de successie dan een stap wordt teruggezet, waardoor



deze opnieuw kan starten. Deze cyclus kan mogelijk enkele keren worden herhaald gedurende de realisatie van de vooroever in fasen.

### ***Binnenzijde Polder***

Bij de keuze voor het ontwerp van de polder zijn er grofweg drie mogelijkheden:

1. Volledig inpolderen van een gebied tot op meerbodem.
2. Inpolderen tot op NAP -2 meter.
3. Huidig waterniveau handhaven en gemaal aanleggen zodat waterpeil tot op enige decimeters bijgestuurd kan worden.

Optie 3 biedt de meeste voordelen. De dijk hoeft niet zo zwaar te worden omdat het waterpeilniveau verschil beperkt zal blijven tot enige decimeters. Daarnaast is de waterverbinding met de rest van het IJmeer eenvoudiger. Vissen en dergelijke kunnen ook eenvoudiger in de polder komen. Dit betekent wel dat het binnengebied dient te worden opgehoogd met bij voorkeur slib en deels zand om zandplaten te generen. Dit kost geld, echter een volledige of gedeeltelijke ontpoldering brengt een zwaardere waterkering met zich mee. Daarnaast zal ook een groter gemaal noodzakelijk zijn. Optie 3 maakt het misschien mogelijk om met windmolens de polder te beheren, wat deze optie wel zo aantrekkelijk maakt. Daarnaast zal de polder niet veel meer inklinken ten opzichte van het slib waar nog een inklinking van 2 meter kan optreden. Dit laatste maakt het natuurlijk wel dynamischer. Een inpoldering kan leiden tot een gebied dat mogelijk weer lijkt op de Oostvaardersplassen. Voordeel van optie 3 is wel dat het slib dat verwijderd zal worden bij de aanleg van de buitenrand/waterkering gebruikt kan worden voor maaiveldverhoging. Voordeel is ook dat eerst wordt geïnvesteerd in het verwijderen van het slib t.p.v. van de waterkering, waarna de waterkering wordt aangelegd en dat dan over een lange periode het gebied kan worden gevuld met slib al naar gelang de beschikbaarheid van slib of ander materiaal. Bij een diepe polder is een gemaal met een grote pomp nodig inclusief inlaatwerk. Voor optie 3 is een eenvoudige inlaat voldoende en kan dus het uitpompen van water mogelijk met behulp van windkracht plaats vinden.

### ***Kosten***

Wat betreft de kosten zijn de verschillen tussen de drie varianten beperkt, zolang bij de polder wordt gekozen voor optie 3. In alle varianten is een buitenrand noodzakelijk van zand met bestorting. Het verschil in kosten wordt dan veroorzaakt in de hoeveelheid land dat dient te worden gecreëerd binnen de vooroever. Daarnaast leiden meer zandplaten ook tot hogere kosten (zand is duurder). Dit laatste is onafhankelijk van de drie varianten.

## HOOFDSTUK 5 Conclusies en realisatievoorstel

### *Conclusies*

Het benodigd oppervlak voor een vooroever voor de Lepelaarplassen is in het oorspronkelijke TBES beschreven als een vooroever van circa 500 tot 1.000 ha. Ten behoeve van de vooroever Lepelaarplassen is een aparte ontwerpessie gehouden met experts. Naar aanleiding van deze ontwerpessie is de vooroever Lepelaarplassen geoptimaliseerd tot een vooroever met een omvang van maximaal 300 ha opgebouwd uit:

- circa 70 ha zandplaten (broedgelegenheid en rustmogelijkheden vogels, de Kreupel vormt referentie);
- circa 100 ha slikvelden (foerageergebied voor onder andere lepelaar en grutto);
- circa 50 ha rietland (als paai- en opgroeileefgebied voor (jonge) vis, insecten en macrofauna);
- circa 80 ha ondergedoken waterplanten (foerageergebied voor onder andere tafeleend, krooneend en opgroeigebied voor jonge vis);
- een vispassage voor driedoornige stekelbaarzen tussen de Lepelaarplassen en het Markermeer – IJmeer, met als doel de visstand in beide gebieden te verrijken;
- een golfluw gebied achter de vooroever als rustgebied voor watervogels als de kuifeend, nonnetje en meerkoet.

Voor de vooroever Lepelaarplassen zijn een drietal verbeeldingen mogelijk, waarin de mate van waterdynamiek verschillend is (van een maximale verbinding met het Markermeer en IJmeer, tot een hiervan afgesloten vooroever):

1. een archipel van eilanden;
2. een lagune;
3. een natuurland met een zelfstandig natuurlijk peilverloop.

### *Realisatievoorstel*

Het realisatievoorstel hangt samen met de keuze voor een seizoensgebonden peil in het Markermeer en IJmeer. Om hier niet op vooruit te lopen, wordt geadviseerd om (op no-regret basis) te kiezen voor een groeimodel

waarin deze keuze in een later stadium bepalend is voor het ontwerp. Dit is mogelijk middels de volgende fasering:

- Start met een eerste aanleg van een cirkelvormige harde rand, met daaraan gekoppeld zandplaten. De totale grootte bedraagt 100 ha.
- De volgende fase bestaat uit een integrale ophoging van het binnengelegen gebied met hoogtegradiënten deels boven het waterpeil. Door zetting komt deze vervolgens weer onder het waterpeil te liggen.
- De laatste fase kan bestaan uit;
  - Indien géén seizoensgebonden peilbeheer wordt ingevoerd: het volledig sluiten van de harde buitenrand met een afzonderlijk peilbeheer intern (variant Polder); of
  - Indien seizoensgebonden peil wordt geïntroduceerd): het realiseren van de variant Archipel of de variant Lagune.

# BIJLAGE 1

## Deelnemers werksessie

Deelnemers werksessie ontwerpsluitpunten vooroever Lepelaarplassen van 6 juni 2011:

- Ijsbrand Zwart (provincie Flevoland)
- Geert Kooijman (Staatsbosbeheer)
- Mennobart van Eerder (RWS)
- Nico Dijkshoorn (Flevolandschap)
- Roelof Moll (NMIJ/Haskoning)
- Ton Eggenhuizen (gemeente Almere)
- Nicolai Bolt (Provincie Flevoland)
- Rik Bisschop (ARCADIS)
- Maarten Breedveld (ARCADIS)
- Marlies Batterink (ARCADIS)

## BIJLAGE 2

## Hoeveelhedenbeschouwing varianten vooroever

## Archipel

	Relatief oppervlak (%)	Waterdiepte (NAP)	Hoogte (NAP)	Zetting (m)	Dikte (m)	Effectieve breedte (m)	Lengte (m)	Oppervlak (m2)	Volume grondstof (m3)	Type grondstof
<b>Buitenrand</b>		-6	2	0,5	8,5	50	5000	250000	2125000	zand
Slib verwijderen buitenrand		-4	-6		-2	100	5000	500000	-1000000 *	slib
<b>Binnengebied</b>										
Open water / waterplanten	0,65	-4	-2	1	3			3250000	9750000	slib
Rietmoeras	0,25	-4	0,1	2	6,1			1250000	7625000	slib en klei
Zandplaten	0,1	-4	0,3	0,5	6,1			500000	3050000 **	zand
								<b>Totaal</b>	<b>5175000</b>	<b>zand</b>
									<b>16375000</b>	<b>slib/klei</b>

\*) komt vrij voor open water en rietmoeras

\*\*\*) excl. taluds (uitgangspunt 10% boven water)

## Lagune

	Relatief oppervlak (%)	Waterdiepte (NAP)	Hoogte (NAP)	Zetting (m)	Dikte (m)	Effectieve breedte (m)	Lengte (m)	Oppervlak (m2)	Volume grondstof (m3)	Type grondstof
<b>Buitenrand</b>		-6	2	0,5	8,5	50	5000	250000	2125000	zand
Slib verwijderen buitenrand		-4	-6		-2	100	5000	500000	-1000000 *	slib
<b>Binnengebied</b>										
Open water / waterplanten	0,25	-4	-2	1	3			1250000	3750000	slib
Rietmoeras	0,5	-4	0,1	2	6,1			2500000	15250000	slib en klei
Zandplaten	0,25	-4	0,3	0,5	6,1			1250000	7625000 **	zand
								<b>Totaal</b>	<b>9750000</b>	<b>zand</b>
									<b>18000000</b>	<b>slib/klei</b>

\*) komt vrij voor open water en rietmoeras

\*\*\*) excl. taluds (uitgangspunt 10% boven water)

## Polder

	Relatief oppervlak (%)	Waterdiepte (NAP)	Hoogte (NAP)	Zetting (m)	Dikte (m)	Effectieve breedte (m)	Lengte (m)	Oppervlak (m <sup>2</sup> )	Volume grondstof (m <sup>3</sup> )	Type grondstof
<b>Buitenrand</b>		-6	2	0,5	8,5	50	5000	250000	2125000	zand
Slib verwijderen buitenrand		-4	-6		-2	100	5000	500000	-1000000 *	slib
<b>Binnengebied</b>										
Open water / waterplanten	0,25	-4	-2	1	3			1250000	3750000	slib
Rietmoeras	0,5	-4	0,1	2	6,1			2500000	15250000	slib en klei
Zandplaten	0,25	-4	0,3	0,5	6,1			1250000	7625000 **	zand
								<b>Totaal</b>	<b>9750000</b>	<b>zand</b>
									<b>18000000</b>	<b>slib/klei</b>

\*) komt vrij voor open water en rietmoeras

\*\*\*) excl. taluds (uitgangspunt 10% boven water)

# BIJLAGE 3

## Verbeelding variant Polder



# BIJLAGE 4

## Verbeelding variant Archipel





# BIJLAGE 5

## Verbeelding variant Lagune



## Colofon

# UITWERKING VOOROEVER LEPELAARPLASSEN

### **OPDRACHTGEVER:**

Werkmaatschappij Markermeer - IJmeer (WMIJ)

### **STATUS:**

Definitief

### **AUTEUR:**

Maarten Breedveld

Marlies Batterink

### **GECONTROLEERD DOOR:**

Maarten Breedveld

Ijsbrand Zwart

### **VRIJGEGEVEN DOOR:**

Marlies Batterink

ARCADIS NEDERLAND BV  
Polarisavenue 15  
Postbus 410  
2130 AK Hoofddorp  
Tel 023 5668 411  
Fax 023 5611 575  
www.arcadis.nl  
Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

31 oktober 2011

075812320:B