



**verruwd hardsubstraat
strandhoofden**

**Petten en Groote Keeten
en de vestiging van
mosselbroed**

**verruwd hardsubstraat
strandhoofden
Petten en Groote Keeten
en de vestiging van
mosselbroed**

Peter Paalvast

6 oktober 2012

ecoconsult

ecoconsultrapport nr. 2012-02

**Peter Paalvast
Asterstraat 19
3135 HA Vlaardingen
Nederland
00 31 10 753 754 9
00 31 6 17 18 77 01
peter.paalvast@gmail.com**

broedval mosselen strandhoofden Petten en Groote Keeten

Inhoud

.....

Voorwoord	3
1. Inleiding	5
2. Materiaal en methode	7
2.1 locatie	7
2.2 materiaal en methode	8
2.2.1 proefvakken	8
2.2.2 monitoring	9
2.2.3 uitwerking	9
2.2.4 statistische analyse	9
3. Resultaten	11
3.1 bedekkingspercentage mosselen in de proefvakken op 26 juni 2012	11
3.1.1 referentiestrandhoofden	11
3.1.2 proefstrandhoofden	13
3.2 bedekkingspercentage mosselen in de proefvakken op 20 augustus 2012	13
3.2.1 referentiestrandhoofden	11
3.2.2 proefstrandhoofden	14
3.2 bedekkingspercentage mosselen in de proefvakken op 28 september 2012	13
3.2.1 referentiestrandhoofden	11
3.2.2 proefstrandhoofden	14
4. Oorzaken verschillen in mosseldichtheid tussen referentiestrandhoofden en proefstrandhoofden	17
5. Conclusies	19
6. Aanbevelingen	21
7. Literatuur	23
Bijlagen	25

Voorwoord

.....

Het experiment met verruwd hardsubstraat zou niet uitgevoerd hebben kunnen worden zonder de inzet van John de Waard, Johan Bouwer en Dennis Berkhout van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Graag wil ik ook Bianca Nijhof van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier bedanken voor haar inzet en betrokkenheid bij de uitvoering van het experiment en Frank Verduin van Arcadis voor het assisteren bij de laatste monitoring op 28 september 2012.

Peter Paalvast

1. Inleiding

.....

De Hondsbossche en Pettemer Zeewering behoort tot een van de zogenaamde Zwakke Schakels in de Nederlandse kustverdediging die bij een stijgende zeespiegel ten gevolge van een warmer wordend klimaat de veiligheid van het achterliggende land niet meer kunnen waarborgen. Om hieraan het hoofd te bieden is gekozen voor een zeewaartse en zachte kustbescherming met zand waardoor voor de zeewering duinen en een strand ontstaan. De tot de zeewering behorende strandhoofden zullen hierdoor onder het zand verdwijnen. De strandhoofden van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering zijn dichtbegroeid met een tapijt van mosselen. Deze mosselen en de organismen daartussen, zoals slijkgarnalen, vlokreeften en muggenlarven vormen een belangrijke voedselbron voor diverse kustvogels, waaronder de scholekster. Tussen Schoorl en Huisduinen (strandpaal 1 t/m 27) bedraagt het oppervlak aan mosselen op de strandhoofden over een kustlengte van ongeveer 30 km tussen de 3,5 en 4,5 ha (Anonymus, 2011). Ingeschat wordt dat op de korte termijn (2015) hiervan 60% door kustversterkende maatregelen verloren kan gaan. De strandhoofden ten noorden van Groote Keeten hebben een lagere dichtheid aan mosselen dan die van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering. Dit zou een gevolg kunnen zijn van het type substraat, basalt, in combinatie met andere dynamisch factoren zoals golfslag en sedimenttransport. Ook een hogere predatiedruk van vogels zou hier aan ten grondslag kunnen liggen.

Mossellarven hechten bij voorkeur aan dunne draadachtige structuren zoals wiertjes en hydroïdpoliepen (Paalvast et al., 2012). Op gladde structuren zoals basalt maar ook glad beton worden wieren regelmatig bij zwaar weer door het water en vooral wanneer hier veel sediment in de vorm van zand en schelpengruis in zit van het harde substraat gepoetst. Spleten in het substraat bieden echter bescherming tegen dit soort vormen van dynamiek. Proeven met betonplaten met spleten en putten op het Zuiderhavenhoofd bij IJmuiden hebben laten zien dat mosselen bij relatief hoge dynamiek in het intergetijdengebied zich uitsluitend in dergelijke structuren weten te handhaven (Paalvast, 2011). De eenmaal gevestigde mosselen kunnen doordat andere mosselen zich hier weer aan hechten de basis vormen voor de ontwikkeling van een mosselbank.

Substraatverbetering van de strandhoofden ten noorden van Groote Keeten waardoor mossellarven beter kunnen hechten en er een groter mosselareaal ontstaat, zou dus in potentie een mitigerende maatregel voor het verlies elders kunnen zijn. Dit is dan ook het doel van het experiment dat heeft plaatsgevonden tussen maart en oktober 2012 op twee strandhoofden van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering en twee strandhoofden even ten noorden van Groote Keeten. Onderzocht is in proefvakken met en zonder ingefreesd (verruwd) substraat of dit een effect had op de vestiging van mosselbroed. De helft van de proefvakken was afgeschermd met roosters om ook het effect van predatie door vogels te bestuderen. In het navolgende wordt hier verslag van gedaan.

2. Materiaal en methode

.....

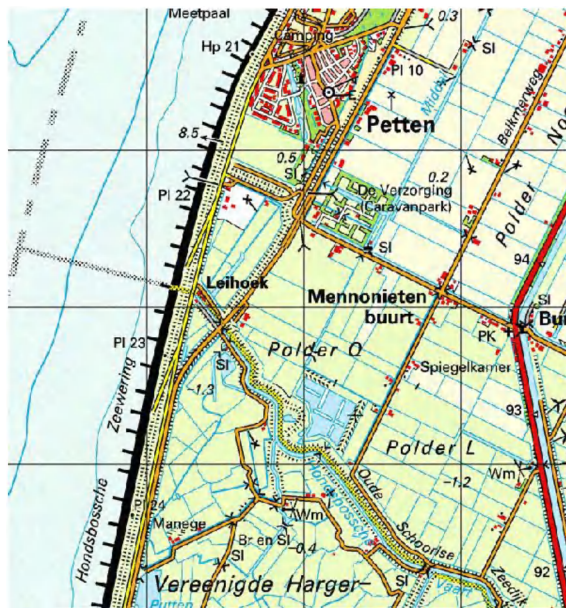
2.1 locatie

Voor het experiment zijn twee locaties geselecteerd.

de referentiestrandhoofden 16 en 17 van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering
Deze strandhoofden (figuur 1) kennen een zeer hoge mosseldichtheid die voor een groot deel als een mat over het substraat ligt.

Figuur 1

Ligging van de referentiestrandhoofden 16 en 17 van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering ongeveer ter hoogte van paal (PL) 24. © Topografische Dienst Emmen.



de proefstrandhoofden ten noorden van Groote Keeten

Voor het uitvoeren van het experiment zijn twee strandhoofden met een relatief lage mosseldichtheid geselecteerd (figuur 2), om te onderzoeken of het verruwen van het substraat de vestiging van mosselbroed verbetert. Dit betreft de middelste twee strandhoofden tussen paal 10 en 9.



Figuur 2

Ligging van de proefstrandhoofden, het tweede en derde strandhoofd ten noorden van paal 10. © Topografische Dienst Emmen.

2.2 materiaal en methode

2.2.1 proefvakken

Op beide locaties zijn in viervoud gelijk verdeeld over twee strandhoofden proefvakken met een afmeting van 50cm x 50cm op 26 en 27 maart 2012 aangelegd.

Vier typen zijn aangelegd (voor voorbeelden zie bijlage)

- proefvak met gefreesde sleuven in de steenzetting zonder bescherming tegen predatie
- proefvak met gefreesde sleuven in de steenzetting met bescherming tegen predatie
- proefvak zonder gefreesde sleuven in de steenzetting zonder bescherming tegen predatie
- proefvak zonder gefreesde sleuven in de steenzetting met bescherming tegen predatie

Voor het aanleggen van de proefvakken zijn op de strandhoofden oppervlaktes van ongeveer 100 cm x 100 cm met behulp van een hogedrukspuit van alle aangroei ontdaan. Sleuven van circa 3 mm diep en breed zijn aangebracht met behulp van haakse slijptollen. De beschermde proefvakken zijn overdekt met rvs-roosters met een maaswijdte van 1 cm x 1 cm ongeveer 10 cm boven het substraat (figuur 3).

Figuur 3

Proefvakken met en zonder roosters op het referentiestrandhoofd 16 van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering.



2.2.2 monitoring

Monitoring van de proefvakken heeft plaatsgevonden op 26 juni 2012 na de eerste broedval van de mossel, op 20 augustus 2012 na de tweede broedval en op 28 september 2012.

De monitoring bestond uit het maken van foto's van de proefvakken met behulp van een camera met een 12 mb resolutie.

2.2.3 uitwerking

Vanaf het beeldscherm zijn vanaf de foto's de volgende parameters bepaald:

in proefvak

- bedekkingspercentage mosselen
- bedekkingspercentage wieren
- percentage kaal substraat

op rooster proefvak

- bedekkingspercentage mosselen
- bedekkingspercentage wieren

2.2.4 statistische analyse

In de statistische analyse middels SPSS release 15.1 zijn alleen de gemiddelde bedekkingspercentages van de mosselen in de verschillende proefvakken met elkaar vergeleken. Dit is gedaan door variantieanalyse waarbij de gebruikte toets bepaald werd door de uitkomst van de Levene's test voor gelijkheid van de varianties.

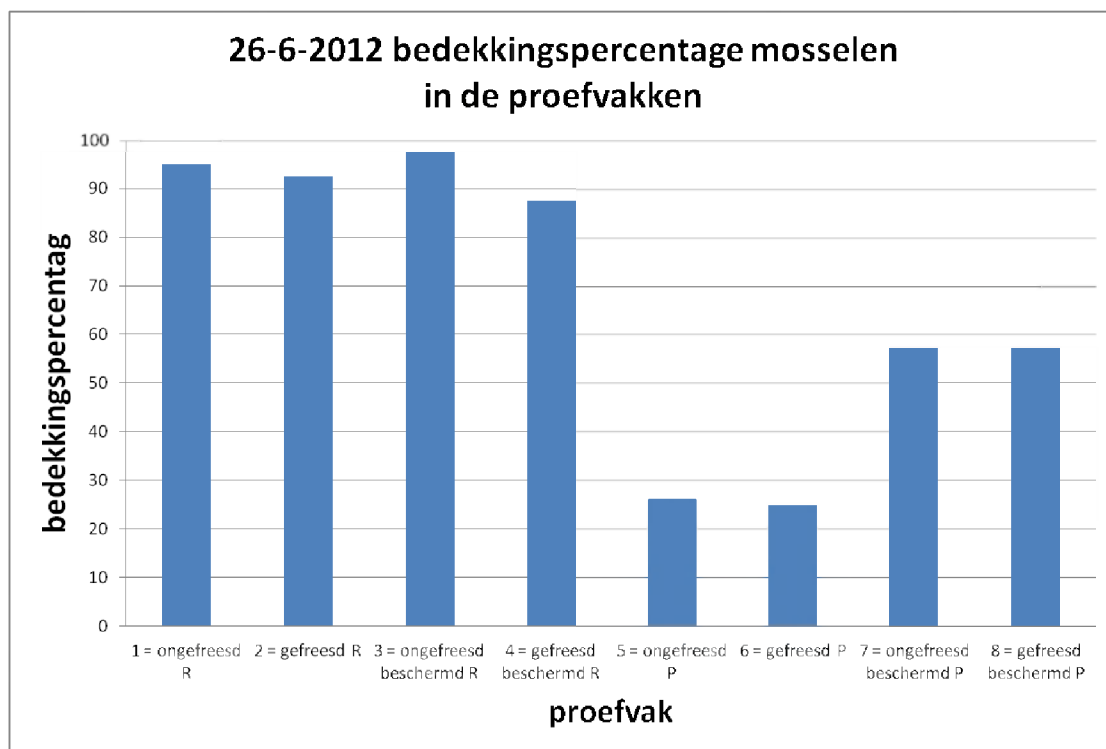
3. Resultaten

.....

3.1 bedekkingspercentage mosselen in de proefvakken op 26 juni 2012

3.1.1 referentiestrandhoofden (zie ook bijlage 1)

Op 26 juni kenden alle proefvakken op de referentiestrandhoofden reeds een hoge mosseldichtheid van rond de 90% (figuur 4). Verschillen tussen de proefvakken zijn niet significant (figuur 5). Opvallend was dat de voegen waren gevuld met grote meerjaarsmosselen, die of naar de vrijgekomen ruimte waren gemigreerd, dan wel ingespoeld. Op de koppen van de basaltzuilen zat het voorjaarsbroed in een aaneengesloten mat (figuur 6). In de niet beschermde proefvakken was er tevens een hoge wierdichtheid met een bedekkingspercentage van zo'n 50%.



Figuur 4

Gemiddelde bedekkingspercentages van de mosselen in de proefvakken op de referentiestrandhoofden (R) en de proefstrandhoofden (P) op 26 juni 2012.

		26-6-2012							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1 = ongefreesd R	1		ns	ns	ns	sh	sh	sh	sh
2 = gefreesd R	2	ns		ns	ns	sh	sh	sh	sh
3 = ongefreesd beschermd R	3	ns	ns		ns	sh	sh	sh	sh
4 = gefreesd beschermd R	4	ns	ns	ns		sh	sh	sh	sh
5 = ongefreesd P	5	sl	sl	sl	sl		ns	sl	sl
6 = gefreesd P	6	sl	sl	sl	sl	ns		sl	sl
7 = ongefreesd beschermd P	7	sl	sl	sl	sl	sh	sh		ns
8 = gefreesd beschermd P	8	sl	sl	sl	sl	sh	sh	ns	

Figuur 5

Resultaten van de variantieanalyse van de gemiddelde bedekkingspercentages van de mosselen in de proefvakken op de referentiestrandhoofden (R) en de proefstrandhoofden (P) op 26 juni 2012. De vergelijking tussen de proefvakken moet rijgewijs worden afgelezen. ns = geen significant verschil, sh = significant hoger, sl = significant lager.



Figuur 6

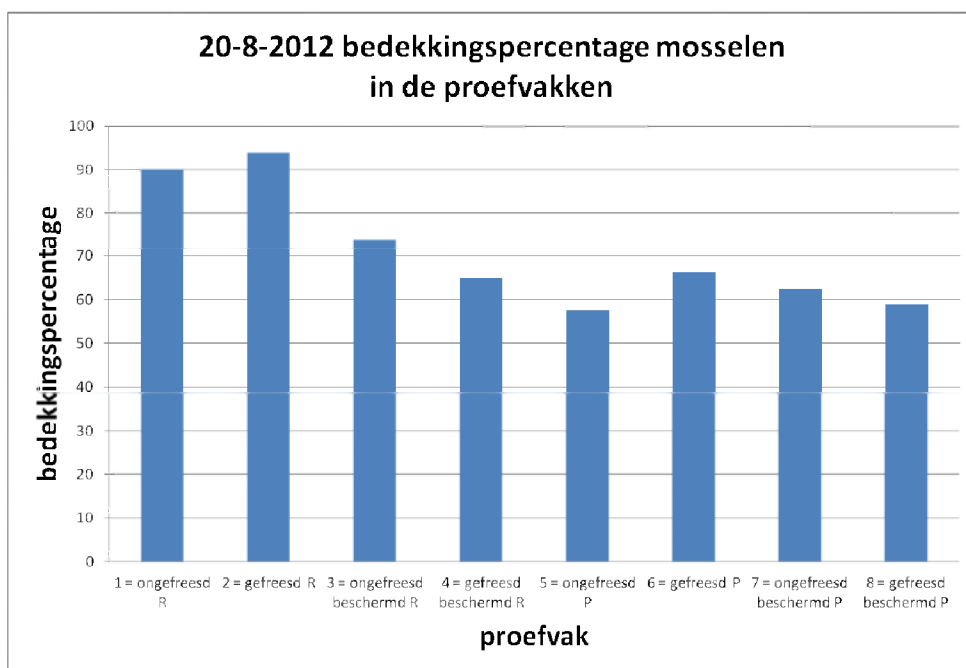
Opvallende verdeling van de meerjaarsmosselen in de voegen en het broed op de koppen van de basaltzuilen op referentiestrandhoofd 16 van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering.

3.1.2 proefstrandhoofden (zie ook bijlage 2)

Op de proefstrandhoofden was er een duidelijk (significant) verschil tussen de beschermde en onbeschermde proefvakken (figuur 5). De met roosters beschermde proefvakken hadden een meer dan tweemaal zo hoog bedekkingspercentage met mosselen dan de onbeschermde (figuur 6). In 4 met roosters beschermde proefvakken werd op 26 juni 2012 geconstateerd dat zich al redelijk wat sediment en lege mosselschelpen had opgehoopt, dit ten nadele van de bedekking met mosselen, welke anders nog hoger zou zijn geweest.

3.2 bedekkingspercentage mosselen in de proefvakken op 20 augustus 2012

3.2.1 referentiestrandhoofden (zie ook bijlage 1)



Figuur 7

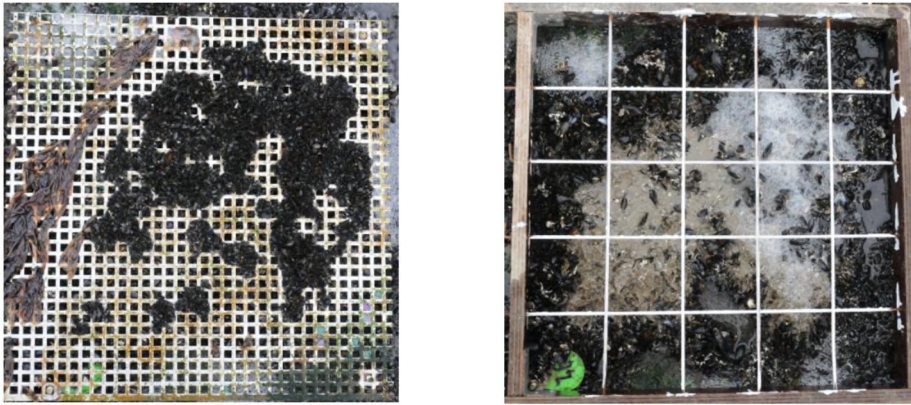
Gemiddelde bedekkingspercentages van de mosselen in de proefvakken op de referentiestrandhoofden (R) en de proefstrandhoofden (P) op 20 augustus 2012.

		20-8-2012							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1 = ongefreest R	1		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2 = gefreest R	2	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns
3 = ongefreest beschermd R	3	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns
4 = gefreest beschermd R	4	ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns
5 = ongefreest P	5	ns	ns	ns	ns		ns	ns	ns
6 = gefreest P	6	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns
7 = ongefreest beschermd P	7	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns
8 = gefreest beschermd P	8	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

Figuur 8

Resultaten van de variantieanalyse van de gemiddelde bedekkingspercentages van de mosselen in de proefvakken op de referentiestrandhoofden (R) en de proefstrandhoofden (P) op 20 augustus 2012. De vergelijking tussen de proefvakken moet rijgewijs worden afgelezen. ns = geen significant verschil, sh = significant hoger, sl = significant lager.

In figuur 7 is te zien dat de gemiddelde bedekkingspercentages van de onbeschermde proefvakken op 20 augustus 2012 ten opzichte van 26 juni 2012 (figuur 4) gelijk zijn gebleven. Die van de proefvakken met roosters zijn echter afgenomen. Dit vindt zijn oorzaak in sediment en dode schelpen die zich opgehoopt hadden onder de roosters. De mosselen onder het sediment waren naar boven gemigreerd en bevonden zich op en direct onder het rooster.



Figuur 9

Migratie van mosselen door het onder het rooster opgehoopte sediment en schelpresten op de referentiestrandhoofden. Situatie 20 augustus 2012.

De verschillen tussen de proefvakken zijn niet significant. Het geringe aantal van 4 overeenkomstige proefvakken is hier debet aan. Dit zou ondervangen kunnen worden door de dichtheid per vak van het monitoringsraamwerk te bepalen. Het aantal waarden wordt dan 25 keer zoveel. Dit zou echter ook bijna 25 keer zoveel analysetijd kosten, zonder effect op de resultaten en conclusies. Effecten van de tweede broedval waren op deze locatie niet waarneembaar.

3.2.2 proefstrandhoofden (zie ook bijlage 2)

Op 20 augustus 2012 vallen de verschillen tussen de proefvakken op de proefstrandhoofden te verwaarlozen (figuur 7 en 8). Ten opzichte van 26 juni 2012 is de bedekkingsgraad van de niet beschermde proefvakken aanzienlijk toegenomen ten gevolge van de tweede broedval. De bedekkingsgraad in de beschermde proefvakken is gelijk gebleven. In het laatste geval echter hebben de mosselen te kampen gehad met sediment en schelpresten, en zijn naar onder het rooster gemigreerd (figuur 10). Mosselen die tot boven het rooster migreerden, zijn waarschijnlijk ten prooi gevallen aan meeuwen.

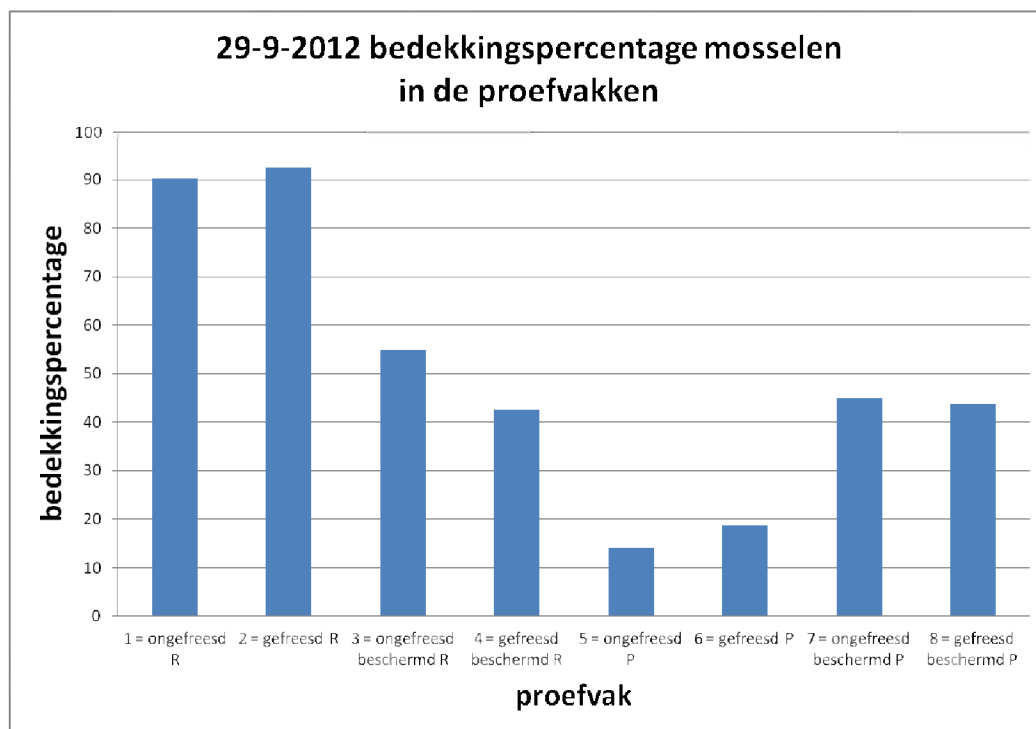


Figuur 10

Migratie van mosselen door het onder het rooster opgehoopte sediment en schelpresten op de proefstrandhoofden. Situatie 20 augustus 2012. In vergelijking met de referentiestrandhoofden nauwelijks mosselen op het rooster.

3.3 bedekkingspercentage mosselen in de proefvakken op 28 september 2012

3.3.1 referentiestrandhoofden (zie ook bijlage 1)



Figuur 11

Gemiddelde bedekkingspercentages van de mosselen in de proefvakken op de referentiestrandhoofden (R) en de proefstrandhoofden (P) op 29 september 2012.

	28-9-2012							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 = ongefreesd R	1	ns	sh	sh	sh	sh	sh	sh
2 = gefreesd R	2	ns	sh	sh	sh	sh	sh	sh
3 = ongefreesd beschermd R	3	sl	sl	ns	sh	sh	ns	ns
4 = gefreesd beschermd R	4	sl	sl	ns	sh	sh	ns	ns
5 = ongefreesd P	5	sl	sl	sl	sl	ns	sl	sl
6 = gefreesd P	6	sl	sl	sl	sl	ns	sl	sl
7 = ongefreesd beschermd P	7	sl	sl	ns	ns	sh	sh	ns
8 = gefreesd beschermd P	8	sl	sl	sl	ns	sh	sh	ns

Figuur 12

Resultaten van de variantieanalyse van de gemiddelde bedekkingspercentages van de mosselen in de proefvakken op de referentiestrandhoofden (R) en de proefstrandhoofden (P) op 29 september 2012. De vergelijking tussen de proefvakken moet rijgewijs worden afgelezen. ns = geen significant verschil, sh = significant hoger, sl = significant lager.

In de onbeschermden proefvakken op de referentiestrandhoofden was op 29 september de bedekking met mosselen niet verschillend met die op 20 augustus 2012 (figuur 7 en 11). Geen verschillen waren er in dichtheid tussen de onbeschermden gefreesde en onbeschermden ongefreesde proefvakken (figuur 11 en 12). De beschermden proefvakken hadden significant lagere dichtheden dan de onbeschermden (figuur 12) veroorzaakt door het opgehoopte sediment.

3.3.2 proefstrandhoofden (zie ook bijlage 2)

Op de proefstrandhoofden was er een significant verschil in mosseldichtheid tussen de onbeschermden en beschermden proefvakken. De laatste hadden een aanzienlijk hoger bedekkingspercentage ondanks de grote hoeveelheid ingevangen sediment en schelpresten. De gevonden verschillen vinden waarschijnlijk hun oorzaak in predatie door vogels.

Hoewel niet significant hadden de gefreesde onbeschermden proefvakken een bijna 50% hoger bedekkingspercentage. In de proefvakken was duidelijk een van de groeven uitgaande clustering van jonge mosselen waarneembaar (figuur 13).



Figuur 13

Clustering van jonge mosselen uitgaande van de gefreesde gleuven. Situatie 28 september 2012.

Wanneer de mosseldichtheden op 29 september 2012 worden vergeleken met die van 20 augustus 2012 dan valt op dat de dichtheid in de beschermden proefvakken enigszins, maar die in de onbeschermden proefvakken sterk is afgenomen. In het eerste geval is dit het gevolg van een verdere ophoping van sediment en schelpresten, in het tweede geval kan dit niet anders dan een gevolg zijn van predatie door vogels.

4. Oorzaken verschillen in mosseldichtheid tussen referentiestrandhoofden en proefstrandhoofden

.....

Uit het experiment komt duidelijk naar voren dat de dichtheid van mosselen na de 1^{ste} broedval en de 2^{de} broedval in de proefvakken op de referentiestrandhoofden van Hondsbossche en Pettemer Zeewering aanzienlijk hoger is dan in de proefvakken op de proefstrandhoofden even ten noorden van Groote Keeten (figuur 4). Dit is niet te wijten aan een lagere concentratie aan mossellarven in de waterkolom ten tijde van de broedval aangezien er op de proefstrandhoofden volop plekken werden waargenomen met een hoge dichtheid aan mosselbroed en aan de randen en de kop komen meerjarige mosselen er in een aaneengesloten dek voor. Transport van sediment over de strandhoofden speelt er waarschijnlijk een belangrijke rol. Dit zou ook verklaren waarom er op de roosters van de proefvakken op de proefstrandhoofden geen wieren en op die van de referentiestrandhoofden veel wieren groeiden. De verschillen in dichtheid zijn verder terug te voeren op de vogeldichtheid (waarvan helaas geen gegevens zijn). Tijdens de monitoring viel op dat op de referentiestrandhoofden van Hondsbossche en Pettemer Zeewering (figuur 14) er slechts enkele vogels aanwezig waren, terwijl op alle strandhoofden even ten noorden van Groote Keeten er enige honderden foeragerend waren waar te nemen (figuur 15).



Figuur 14

Vogeldichtheid op een van de strandhoofden van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering.

Op de referentiestrandhoofden is er een gradiënt in mosseldichtheid van rond 100% op de kop tot zo'n 50% aan de zeeweringzijde. Hier speelt het verhang van het standhoofd een belangrijke rol. Immers is de overspoelingsduur op de kop langer dan aan de zeeweringzijde.



Figuur 15

Vogeldichtheid op een van de strandhoofden even ten noorden van Groote Keeten.

Ook op de proefstrandhoofden is een gradiënt aanwezig die vooral door het sedimenttransport lijkt te worden bepaald. Aan de strandzijde ligt bij eb vaak veel zand en schelpengruis op de basaltzuilen. Op de koppen van deze basaltzuilen bevinden zich geen mosselen. In de voegen tussen het basalt zitten ze echter wel. De omstandigheden zijn hier bij sedimenttransport gunstiger (luwer) en kan de mossel zich vestigen. Ook blijft het in de voegen langer vochtig (NB. op het talud van de zeewering bij Petten zie je ook dat daar de mosselen alleen in de voegen zitten. Op het hoger gelegen basalt wordt het voor de mossel in de zomer te heet! Dit is niet het geval in de voegen.). Doordat de mosselen in de voegen regelmatig door het sediment worden bedekt, migreren zij hier doorheen naar het oppervlak. Met hun byssusdraden blijven ze aan de ondergrond, elkaar en aan schelpengruis vastzitten. Zo vormen ze ribbels die het patroon van de zetting van het basalt volgen (figuur 16).



Figuur 16

Ribbels van mossels vastgehecht aan elkaar, de ondergrond en schelpengruis in een patroon dat overeenkomt met de zetting van de basaltzuilen.

5. Conclusies

.....

- De lagere mosseldichtheid op de proefstrandhoofden vergeleken met de referentiestrandhoofden hangt samen met sedimenttransport over de strandhoofden en de predatie van mosselbroed door vogels.
- Groeven kunnen de vestiging van mosselbroed faciliteren.

6. Aanbevelingen

.....

- Het storten van extra stenen, basaltblokken rond de strandhoofden ten noorden van Groote Keeten ten einde een groter areaal aan mosselen te creëren is niet haalbaar (pers. meded. Bianca Nijhof Arcadis). Het verruwen van de zetting is daarmee een optie voor mitigatie. Aanbevolen wordt dan ook te kijken wat de maximale freesdiepte kan zijn zonder dat de stabiliteit van de strandhoofden wordt aangetast. Als freesbreedte wordt gedacht aan 2 cm. Groeven van 2 cm breed en 2 cm diep moeten toereikend zijn.
- Gezien het feit dat tijdens de monitoring nauwelijks vogels op de referentiestrandhoofden werden waargenomen, maar wel grote aantallen foeragerend op de proefstrandhoofden, zou onderzoek naar de verspreiding van foeragerende vogels langs de kuststrook van Schoorl tot aan Den Helder moeten plaatsvinden.
- Onbekend is wat de draagkracht voor vogels van het huidige mosselbestand op de strandhoofden is. Dit zou onderzocht moeten worden (literatuur?). Wellicht komt hieruit naar voren dat het verlies van strandhoofden op de korte termijn geen effect heeft op de er foeragerende vogels en hoeft mitigatie niet plaats te vinden.
- Een zachte en zeewaartse uitbreiding van de kustverdediging leidt tot het verlies van hard substraat in de vorm van strandhoofden met bijbehorende levensgemeenschappen. Deze hardsubstraat-levensgemeenschappen kwamen er oorspronkelijk niet voor, wel kustlevensgemeenschappen die behoren bij de dynamische brandingszone. Voor sommige vogelsoorten is het verdwijnen van de strandhoofden nadelig, voor andere juist gunstig. Het is in deze context dan ook maar de vraag of je voor het verdwijnen van een onnatuurlijke situatie moet mitigeren.

7. Literatuur

.....

Anonymus, 2011. Inventarisatie bedekking strandhoofden met mosselen tussen Schoorl en Den Helder .

Paalvast, P., 2011. Pilotstudie Ecobeton. Zuiderhavenhoofd IJmuiden 2008-2010. Een Rijke Dijkproject. Ecoconsultrapport 2011-01. 108 pp.

Paalvast, P., Wesenbeeck, B.K., Van der Velde, G., De Vries, M.B., 2012. Pole and pontoon hulaz: An effective way of ecological engineering to increase productivity and biodiversity in the hard-substrate environment of the port of Rotterdam. Ecol. Eng. 44: 199-209.

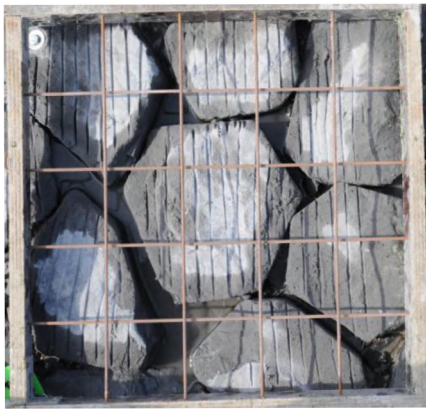
Bijlagen (aantekeningen)

Bijlage 1

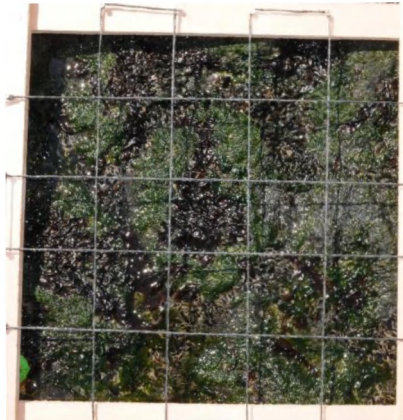
R1 16 referentiestrandhoofd

groen 41 gefreesd open

27-3-2012



26-6-2012



26-6-2012 vestiging van oudere mosselen in groeven. Broed op kop betonzuilen. Redelijk veel wieren

20-8-2012



28-9-2012



20-8-2012 sterke afname van wieren, toename mosselbedekking

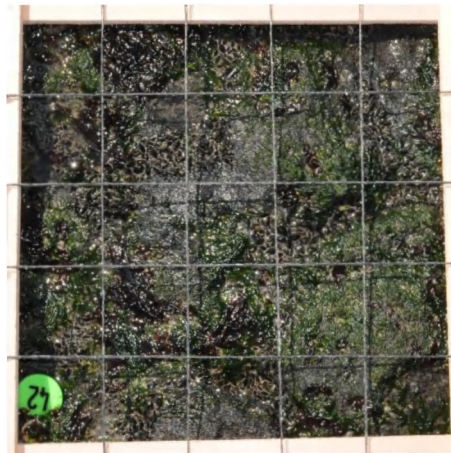
28-9-2012 verdere afname wieren, wat sediment in kale plekken

groen 42 ongefreesd open

27-3-2012



26-6-2012

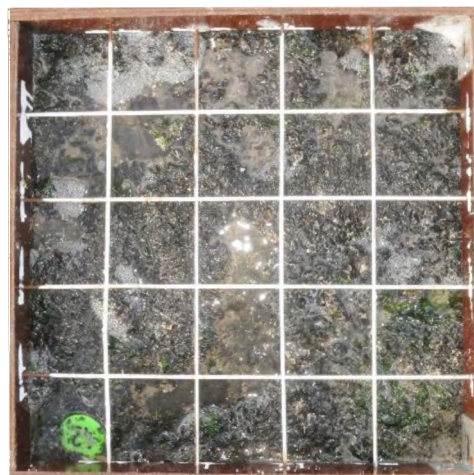


26-6-2012 vestiging van oudere mosselen in groeven. Broed op kop basaltzuilen. Redelijk veel wieren

20-8-2012



28-9-2012



20-8-2012 sterke afname van wieren, toename mosselbedekking

28-9-2012 verdere afname wieren, wat sediment in kale plekken

gefreesd en ongefreesd open niet wezenlijk verschillend

groen 43 gefreesd rooster

27-3-2012



26-6-2012



26-6-2012

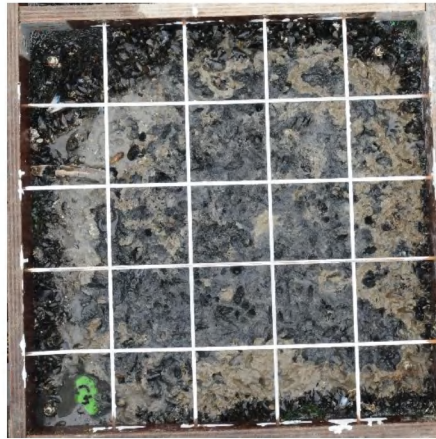


26-6-2012 oudere mosselen in de groeven maar ook daarbuiten. Broed op koppen. aan rand van proefvak wat wier. Ophoping van zand voor 40%. Mosselen migreren naar boven en de grote zitten klem tegen rooster

mosselen naast vak 44 linksonder. Links oude mosselen midden broed op kale steen, rechts oudere mosselen nieuw gevestigd in de gleuven

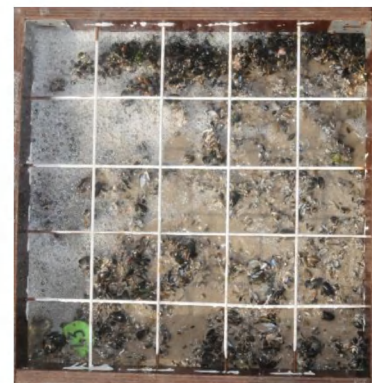


20-8-2012



20-8-2012 vrijwel alle mosselen zitten op het rooster. Ook minimale hoeveelheid wier op rooster. Alleen aan de randen van het proefvak onder de roosters zitten mosselen, de rest is opgevuld met zand. De mosselen op het rooster komen overeen met het kale zand onder de roosters.

28-9-2012



28-9-2012 beeld als op 20-8-2012 maar meer wier op rooster

groen 44 ongefreesd rooster

27-3-2012



26-6-2012



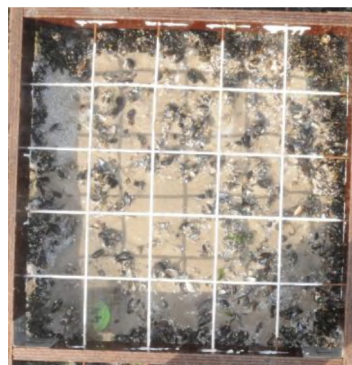
26-6-2012 rooster voor 25% gelijkmatig verdeeld over het rooster met roodwieren, alle koppen bezet met broed en in de groeven oudere mosselen. Zo'n 10% groenwier. Gering door schaduwwerking rooster.

20-8-2012



20-8-2012 40% van het rooster bedekt met naar boven gemigreeerde mosselen. 5% wier voornamelijk flappen navelwier. Onder het rooster veel dode mosselschelpen en zand dat later wegspoelde. Lege schelpen onder rooster (rechts). Bijgehouden door de byssusdraden van de jonge mosselen op het rooster (links).

28-9-2012



begroeiing van het rooster (links). Duidelijk is te zien dat er veel zand onder zit. Op rooster 45% mosselen en 45% wieren (*Gayralia oxyspermum*).

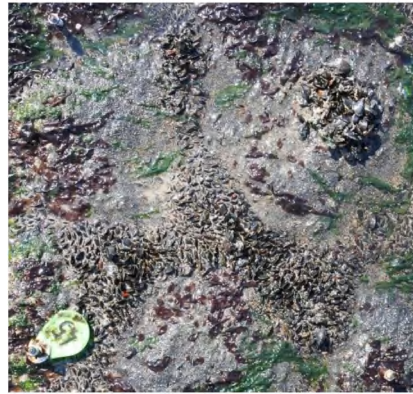
groen 45 gefreesd rooster

zie 43 voor opmerkingen

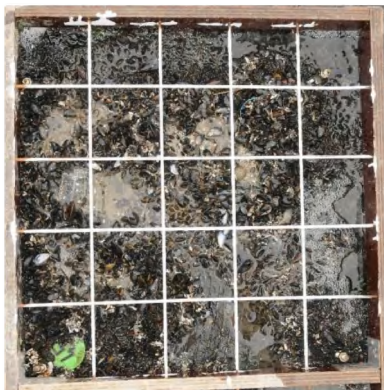
27-3-2012



26-6-2012



20-8-2012



20-8-2012 aanzienlijk meer mosselen onder rooster (75%) dan erop (15%) mosselen lijken groter dan die zonder rooster

28-9-2012



28-9-2012



28-9-2012 mosselen op rooster is voornamelijk tweede broedval. Veel (herfstwier). Afname onder rooster door toename van zand.

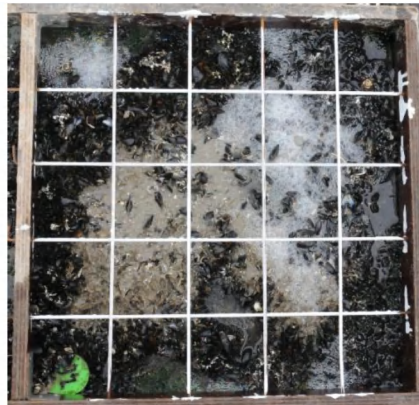
groen 46 ongefreesd rooster

26-6-2012

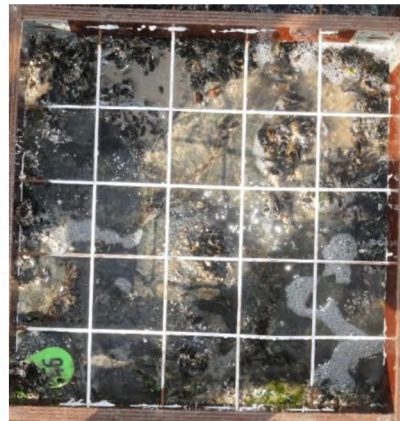
Rooster voor 60% bedekt met roodwier. Verder het bekende beeld.



20-8-2012 Bedekking op het rooster is een afspiegeling van sedimentatie onder rooster.



28-9-2012 mosselen op het rooster (60%) overwegend 2^{de} broedval

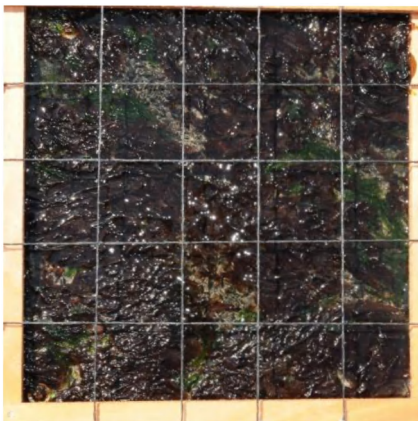


groen 47 gefreesd open

27-3-2012



26-6-2012 Proefvak zowel voor 100% overdekt met mosselen als voor 90% met wieren (overwegend Porphyra).



20-8-2012 Proefvak 100% mosselen 5% wier 28-9-2012 Proefvak 95% mosselen 5% wier 5% kaal

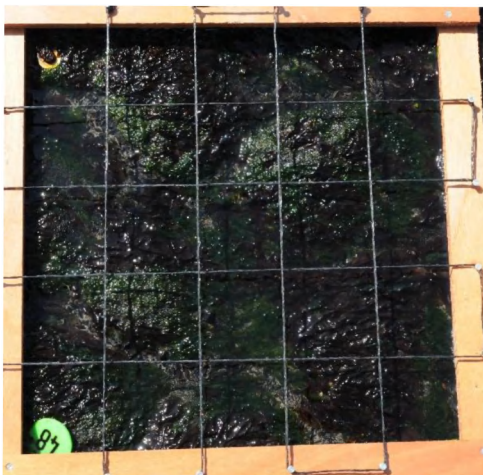


groen 48 ongefreesd open

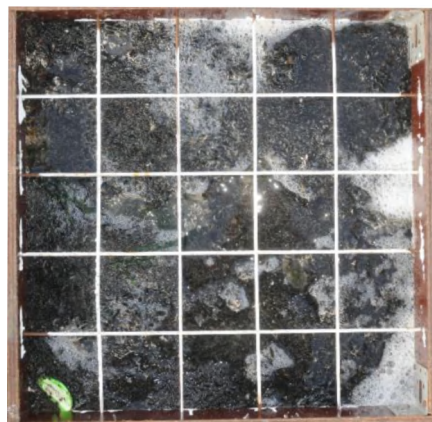
27-3-2012



26-6-2012 Proefvak zowel voor 100% overdekt met mosselen als voor 90% met wieren (half Porphyra, half Gayralia).



20-8-2012 Proefvak 100% mosselen 5% wier. 28-9-2012 Proefvak 95% mosselen 5% wier 2% kaal.



Algemeen geen verschil tussen gefreesd open en ongefreesd open.

R2 17 referentiestrandhoofd

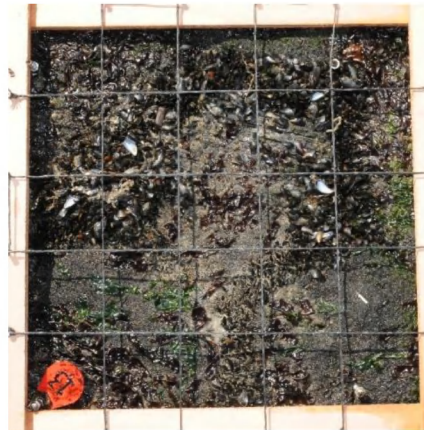
Het beeld is hetzelfde als R1 voor beschrijving zie aldaar.

rood 13 gefreesd rooster

27-3-2012



26-6-2012



20-8-2012

20-8-2012

mosselen onder rooster (rechtsonder) uit 2011 deels levend merendeel lege schelpen

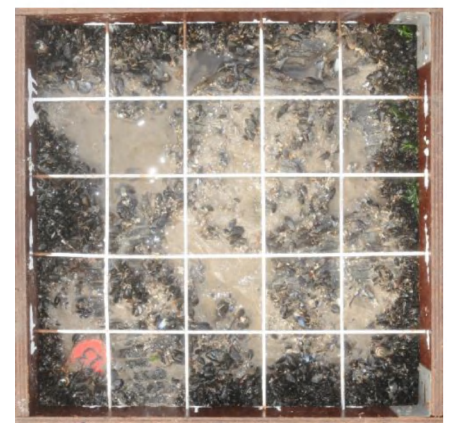
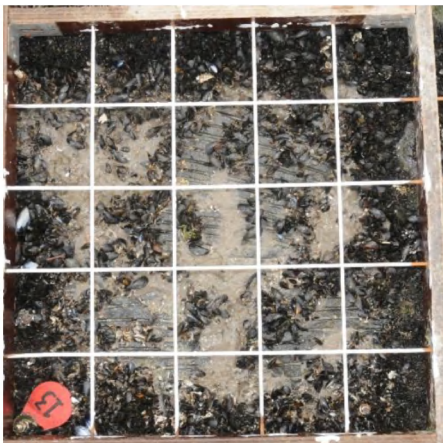


20-8-2012



28-9-2012

28-9-2012



rood 14 ongefreesd rooster

27-3-2012



26-6-2012



20-8-2012



28-9-2012 onder rooster centraal lege schelpen en zand



rood 15 gefreesd open

27-3-2012

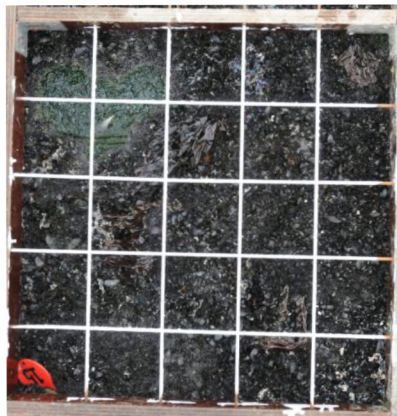


26-6-2012

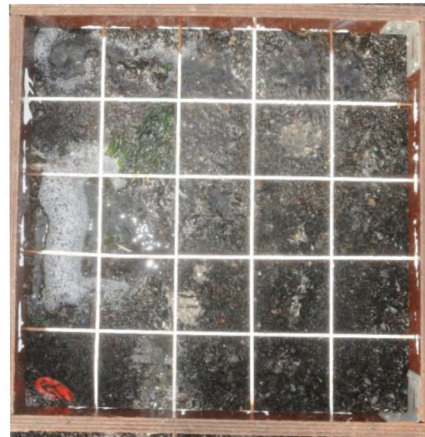


stenen geheel bedekt met
mosselbroed met
daaroverheen een deken van
wieren

20-8-2012



28-9-2012



rood 16 ongefreesd open

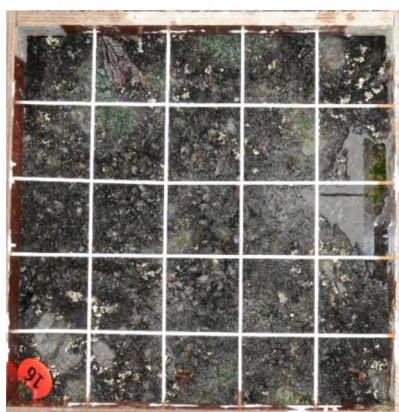
27-3-2012



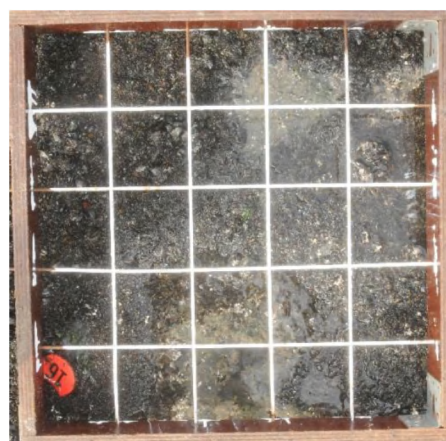
26-6-2012



20-8-2012



28-9-2012



rood 17 gefreesd open

27-3-2012



26-6-2012



20-8-2012



28-9-2012 enige kale plekken



rood 18 ongefreesd open

27-3-2012



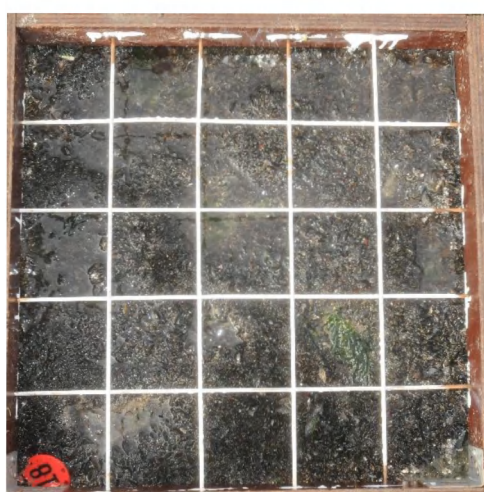
26-6-2012



20-8-2012



28-9-2012

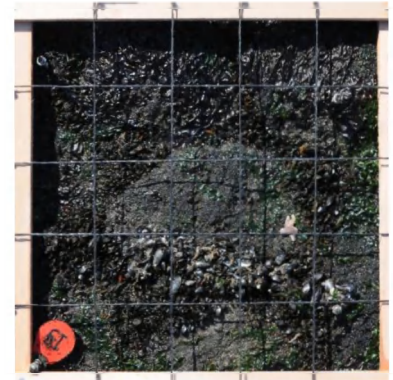


rood 19 gefreesd rooster

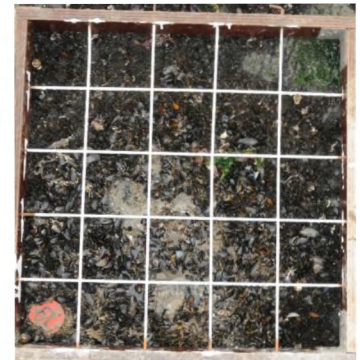
27-3-2012



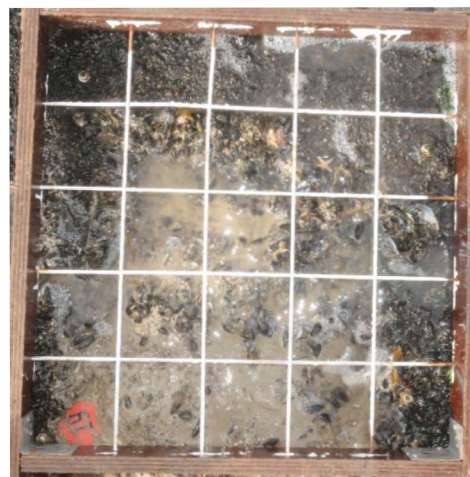
26-6-2012



20-8-2012



28-9-2012



rood 20 ongefreesd rooster

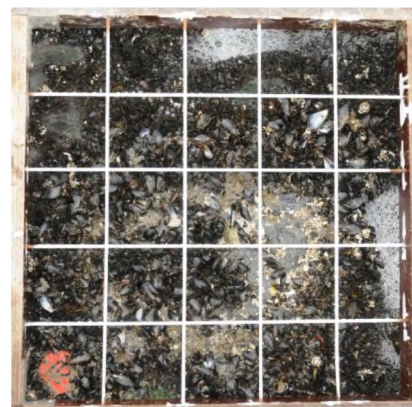
27-3-2012



26-6-2012



20-8-2012 veel grote ingespoelde levende mosselen onder rooster



28-9-2012



Bijlage 2

P1 proefstrandhoofd

rood 13 ingefreesd rooster

27-3-2012



26-6-2012



Begroeiing met mosselbroed 60%. Duidelijk minder dan op de referentielocaties. Zeepokken profiteren er van. Mosseltjes ook in de groeven. Groeven kunnen als beginpunt voor clustering dienen.

20-8-2012



Mosselen concentreren zich vooral rechts. Mogelijk een effect van sedimenttransport. Eerst zaten ze vooral links. Migratie. Geen mosselen en wieren op rooster gevolg van sedimenttransport.

28-9-2012



Mosselen concentreren zich onder rooster op het ingevangen sediment. Op het rooster worden ze mogelijk afgespoeld of vallen ze ten prooi aan de vogels. De totale bedekking met mosselen dus inclusief die op sediment is zo'n 60%.



Duidelijke clustering van mosselen uitgaande van de gleuven.

rood 14 ongefreesd rooster

27-3-2012



26-6-2012



beeld op 26-6-2012 vergelijkbaar met 13 gefreesd rooster

20-8-2012



Ook hier waar sediment is ingevangen migreren de mosselen naar boven tot onder het rooster. Daarboven worden ze weggevreten. Bedekking is feitelijk zo'n 90%
Helaas is het rooster omgebogen.

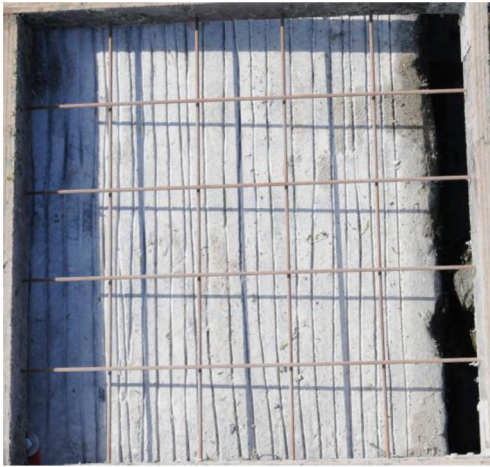
28-9-2012



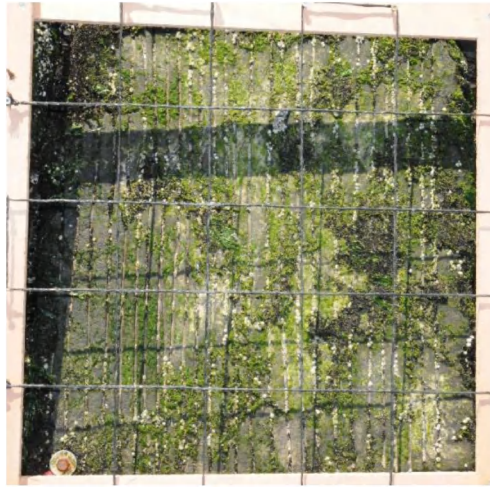
Mosselen concentreren zich vooral onder het deel van het rooster dat niet is omgevouwen. Verder vooral in de putjes en ongelijkheden van de stenen.

rood 15 gefreesd open

27-3-2012



26-6-2012



Aanzienlijk lagere vestiging (predatie?) dan die met roosters wel lijkt er een effect van de gleufjes.

20-8-2012



Toename van de mosseldichtheid door tweede broedval clustering lijkt uit te gaan van gleufjes



28-9-2012



leeuwendeel van de mosselen verdwenen (predatie?)

herfstbloei van *Gayralia oxyspermum*

rood 16 ongefreesd open

27-3-2012

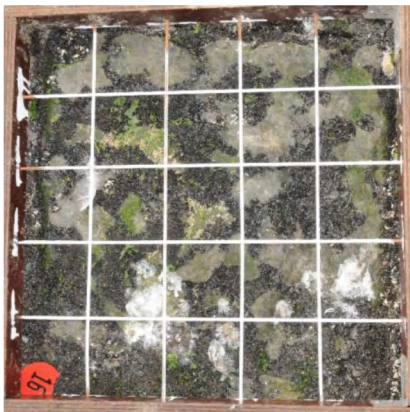


26-6-2012



Op 26-6-2012 mosselbroed in putjes e.d. vooral ook in de gleuf met de rechtersteen

20-8-2012



toename van het aantal mosselen door tweede broedval.
Clustering in de lagere delen op de steen.

28-9-2012



sterke afname van het aantal mosselen. Predatie?
Herfstbloei van Gayralia

rood 17 gefreesd open

27-3-2012

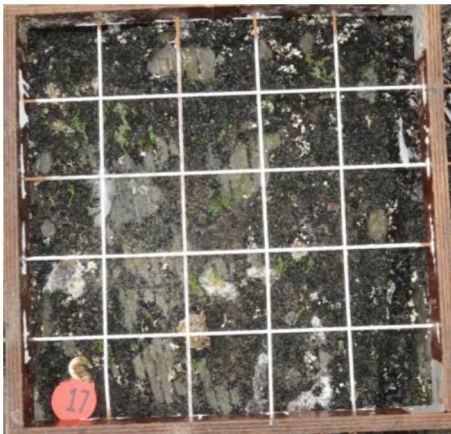


26-6-2012



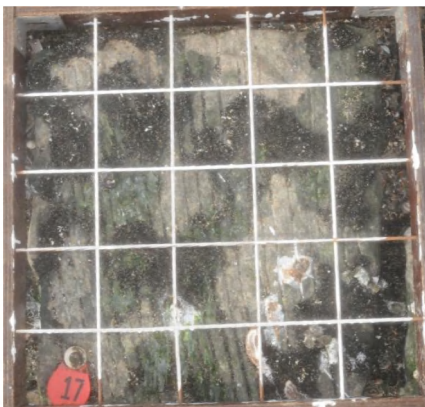
Geringe hoeveelheid broed op 26-6-2012 (predatie?). Duidelijke vestiging mosseltjes in gleuven, maar ook zeepokken duiken er in.

20-8-2012



Duidelijk effect van 2^{de} broedval

28-9-2012



afname door predatie

clustering uitgaande van gleufjes

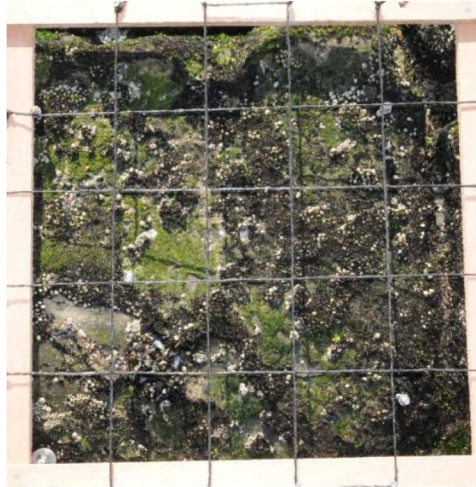
mosseltjes duidelijk in gleufjes

rood 18 ongefreesd rooster

27-3-2012

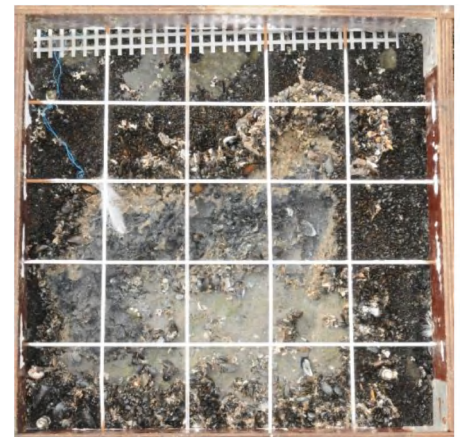
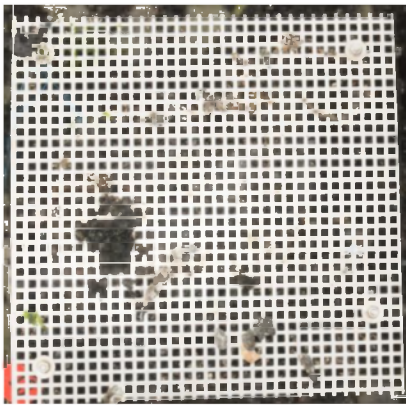


26-6-2012



26-6-2012 clustering vooral in de ondiepten van de steen

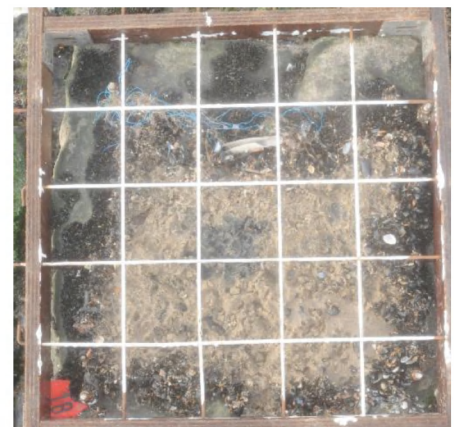
20-8-2012



Meeuwen zitten veel op de roosters en zullen daar ook foerageren. Uitwerpselen en braakballen die veel resten van mosselbroed bevatten.

Veel jonge mosselen direct onder het rooster op het sediment en ander ingespoeld materiaal
bedekking 90% op deze wijze

28-9-2012



zelfde effect als in augustus

rood 19 gefreesd rooster

27-3-2012

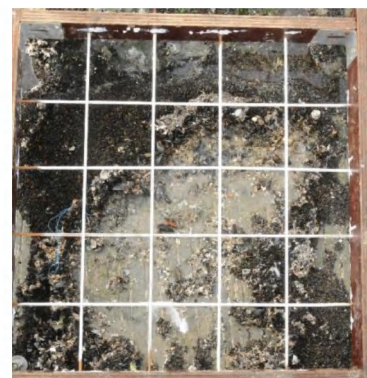


26-6-2012



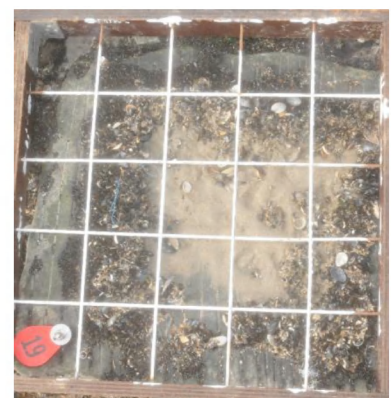
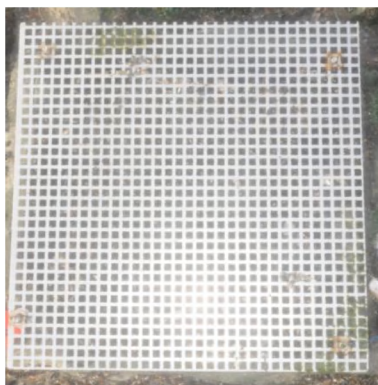
duidelijk meer dan zonder rooster een gevolg van predatie dus

20-8-2012



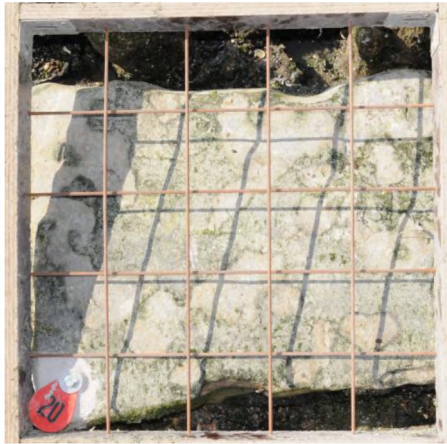
zie andere met rooster. In ieder geval mosselen migreren door het sediment naar boven en hopen op onder rooster. Alles dat er bovenuit komt wordt opgevreten.

28-9-2012



rood 20 ongefreesd open

27-3-2012

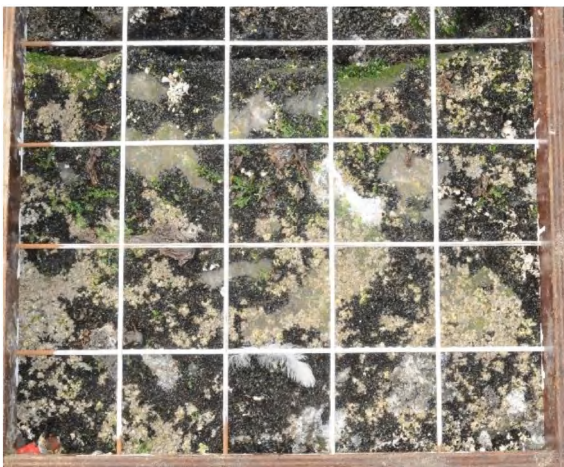


26-6-2012



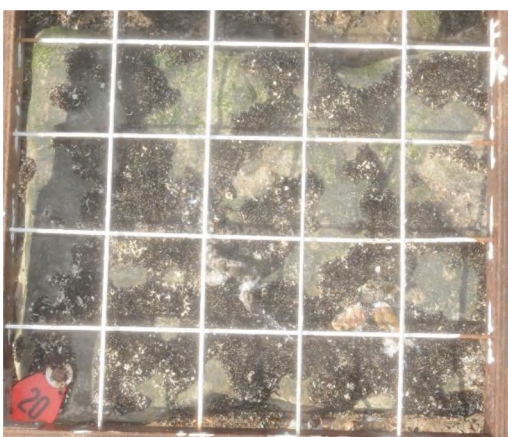
26-6-2012 vrijwel geen mosselbroed. Wel wieren en zeepokken. Kan niet anders dan predatie zijn. Geen gevolg van sediment anders zou dat ook onder de roosters op dit tijdstip moeten zijn.

20-8-2012



duidelijk effect 2^{de} broedval nu ook substantieel oppervlak zeepokken

28-9-2012



vooral zeepokken weer afgenomen

P2 proefstrandhoofd

groen 31 ongefreed open

27-3-2012

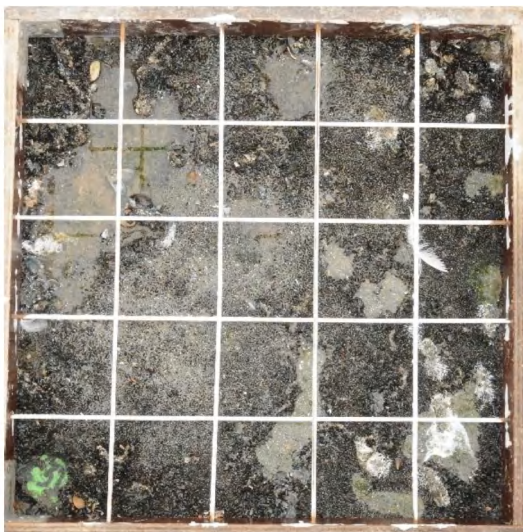


26-6-2012



26-6-2012 zo'n 50% bezet met mosselbroed

20-8-2012



door 2^{de} broedval tot 80% met broed

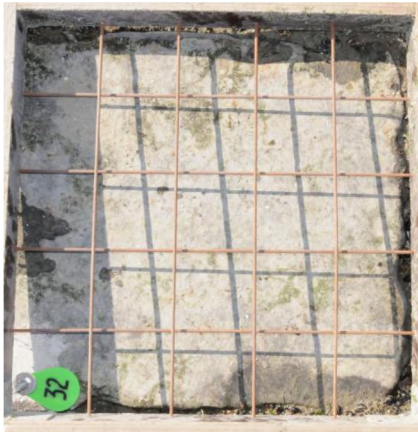
28-9-2012



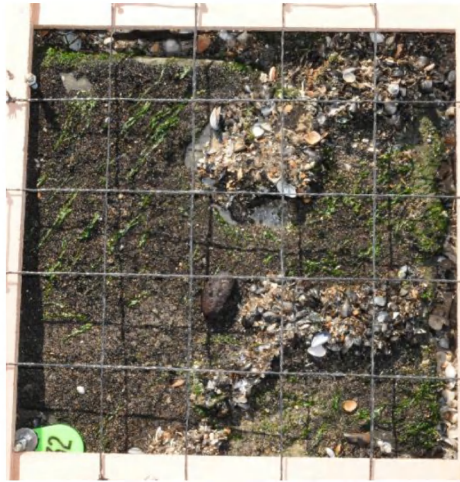
alle mosselbroed verdwenen door predatie! Wieren zitten er wel. Mosselen zijn beter bestand tegen schuren en hoge dynamiek.

groen 32 ongefreesd rooster

27-3-2012

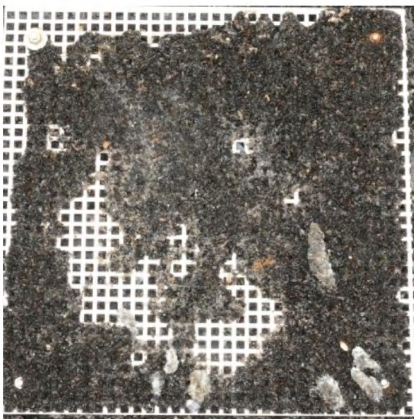


26-6-2012



26-6-2012 vrijwel de gehele steen bedekt met mosselbroed wel al inspoeling van schelpen

20-8-2012



2^{de} broedval op het rooster en migratie door het rooster? proeflocatie op strandhoofd goed bedekt met mosselen

28-9-2012



veel mosselen verdwenen van rooster, eronder zit er echter nogal wat. Langs de randen goed bezet.

groen 33 gefreesd rooster

27-3-2012

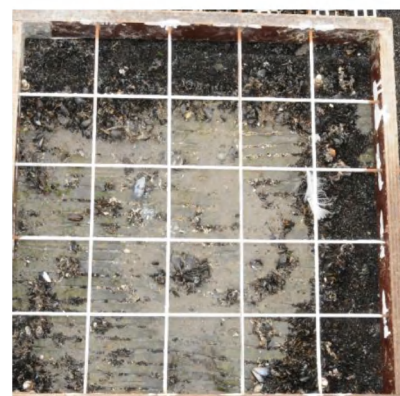


26-6-2012

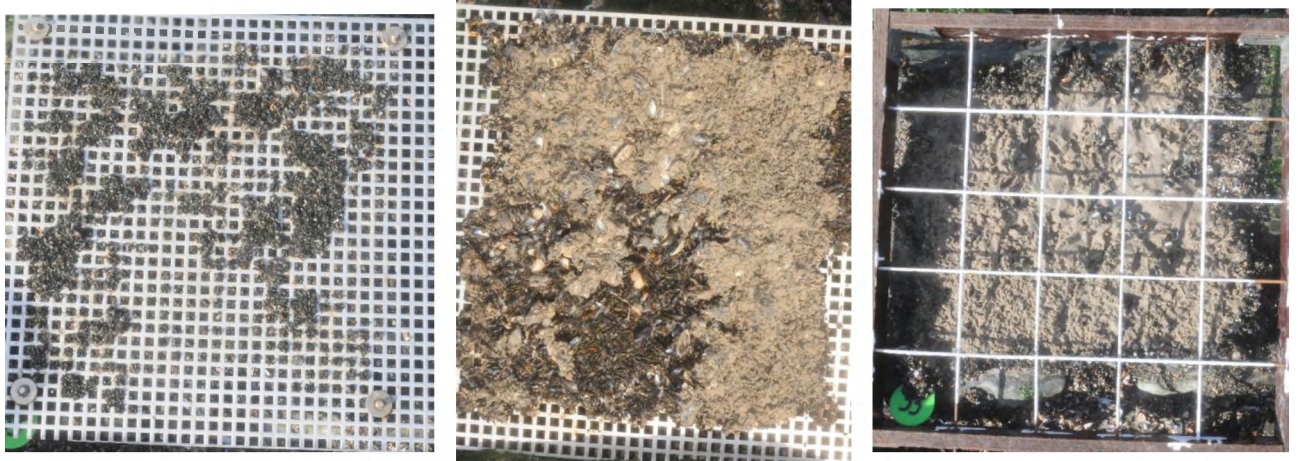


26-6-2012 goede broedval onder rooster. Wel al ophoping sediment

20-8-2012



28-9-2012

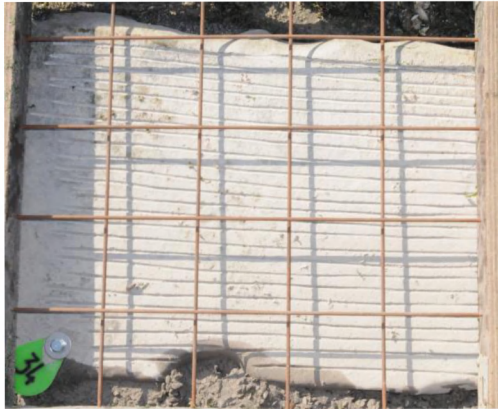


Volop mosseltjes onder rooster bedekking eigenlijk 100%. Goed zijn steeds de randeffecten onder de roosters te zien. Daar waar geen sediment ophoopt, zijn de mosselen gevrijwaard van predatie.

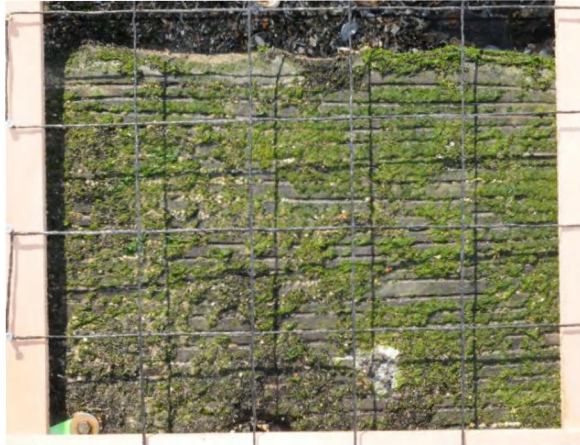


groen 34 gefreesd open

27-3-2012



26-6-2012

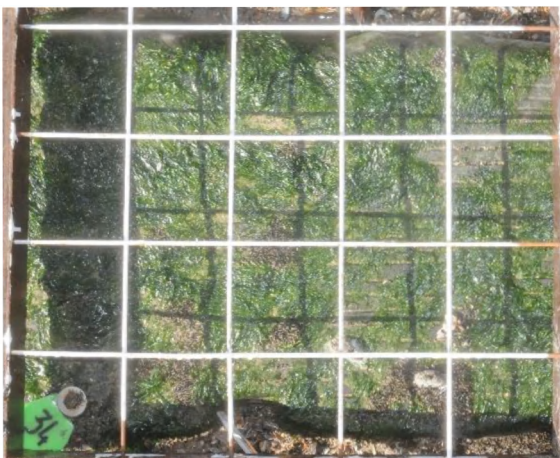


Het lijkt erop dat er na de 1^{ste} broedval in de open vakken duidelijk is gepredeerd. Na de tweede broedval is er een aanzienlijke toename van de mosselen.

20-8-2012



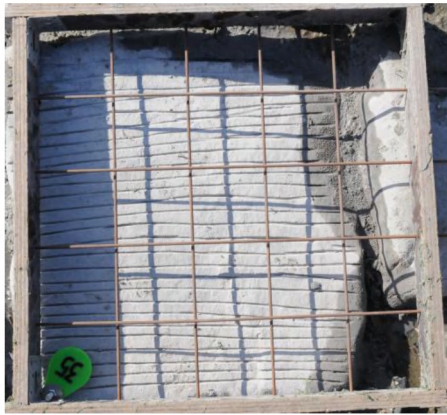
28-9-2012



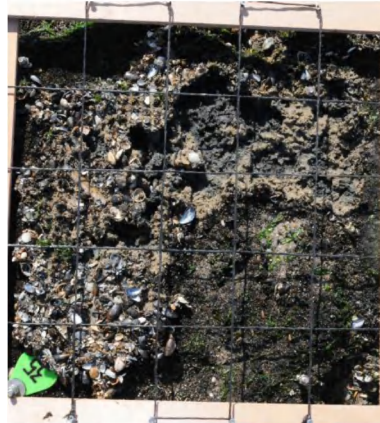
Mosselbroed weer vrijwel verdwenen.

groen 35 gefreesd rooster

27-3-2012

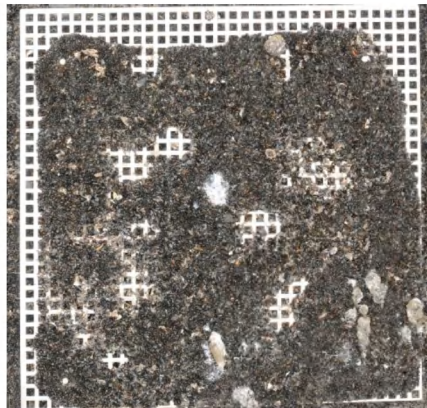
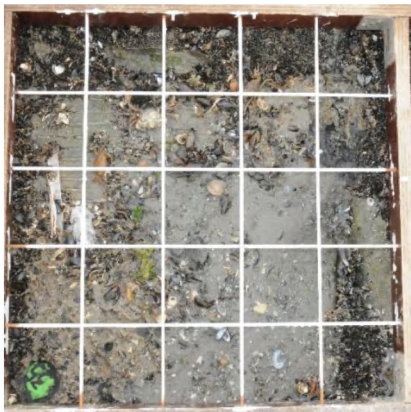


26-6-2012



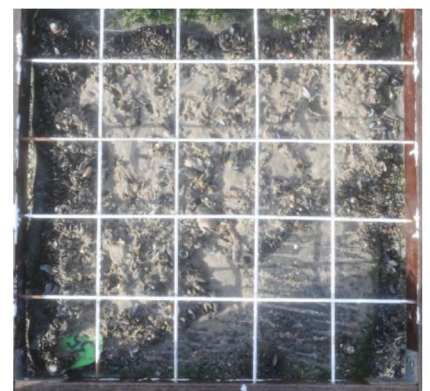
26-6-2012 veel sediment onder rooster. Bedekking is eigenlijk 100%

20-8-2012



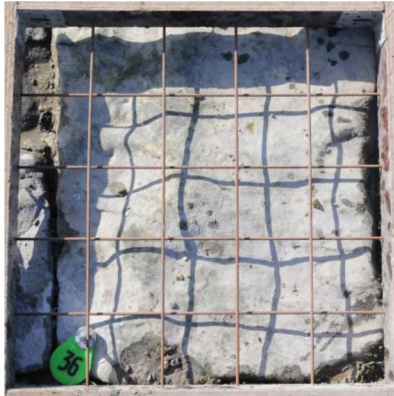
ook hier weer het bekende effect van het sediment en mosselmigratie. Onder rooster veel mosselen en nieuw broed op rooster

28-9-2012



groen 36 ongefreesd rooster

27-3-2012

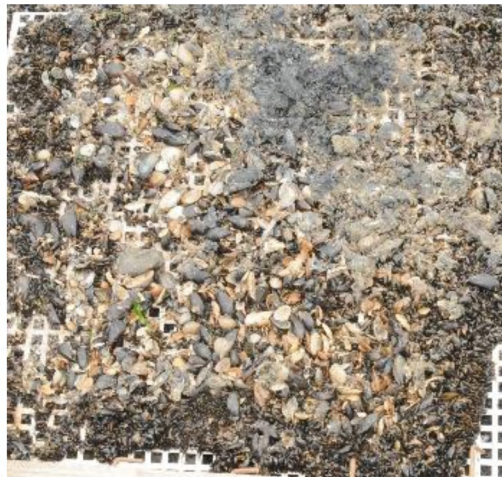


zoveel invang valt dus af

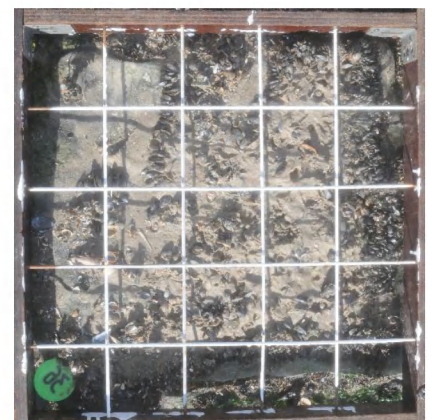
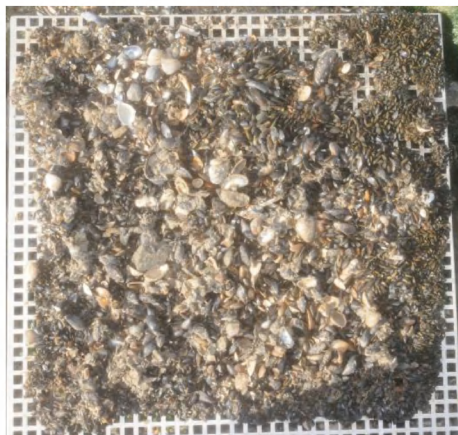
26-6-2012 20-8-2012



20-8-2012



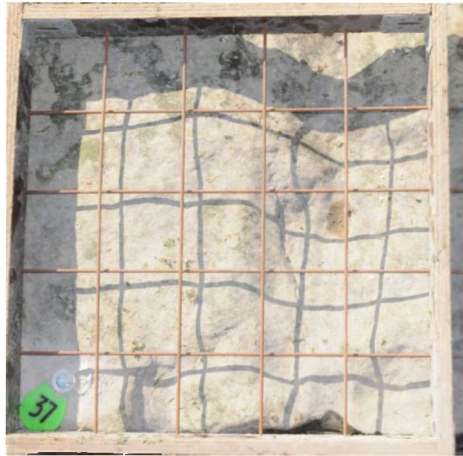
28-9-2012



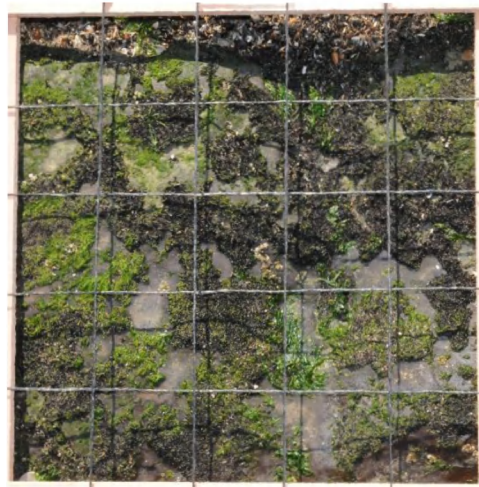
Onder de roosters zijn de mosselen beschermd maar worden naar boven gedreven door het sediment.

groen 37 ongefreesd open

27-3-2012

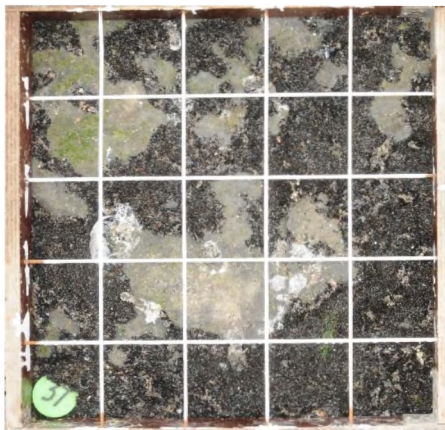


26-6-2012



beeld zoals bovenbeschreven

20-8-2012



28-9-2012



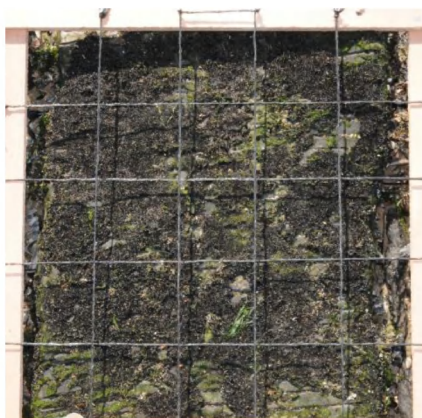
Heftige predatie door vogels als meest waarschijnlijke oorzaak voor het verdwijnen van het broed.

groen 38 gefreesd open

27-3-2012

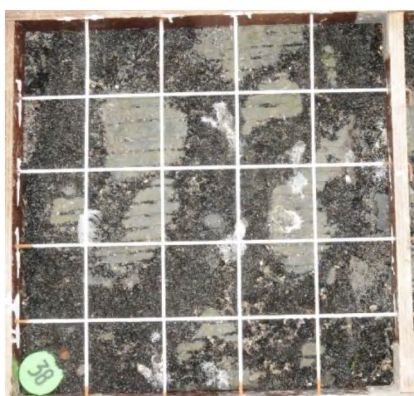


26-6-2012



26-6-2012 goede bezetting met mosselbroed 80%.

20-8-2012 28-9-2012



28-9-2012

