

Rietdekkers rietkwaliteit en levensduur

literatuurstudie naar versnelde afbraak rietdek
en onderzoek naar het wateropnemend vermogen van rietdekkers riet en de
uitspoeling van componenten

Jan E.G. van Dam
Hans van der Kolk, Jacinta van der Putten

Rapport nr. 1578

Colofon

Titel	Titel: Rietdekkers rietkwaliteit en levensduur
Auteur(s)	Jan. E.G. van Dam, J.C. van der Kolk, J.C. van der Putten
Nummer	Food & Biobased Research nummer 1578
ISBN-nummer	ISBN 978-94-6257-518-9
Publicatiedatum	29 06 2015
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	OPD-code
Goedgekeurd door	Jan E.G. van Dam

Wageningen UR Food & Biobased Research
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Methoden	5
3 Literatuur verslag en Resultaten oriënterend onderzoek	10
3.1 Aantasting rieten daken	10
3.1.1 Biologische afbraak	10
3.1.2 Effecten rietkwaliteit	11
3.1.3 Effecten bouwmethode	12
3.1.3.1 Hellingshoek	12
3.1.3.2 Oriëntatie	12
3.1.3.3 Schroefdak	12
3.1.3.4 Dampremmer	13
3.1.3.5 Brandvertragers	13
3.1.3.6 Bestrijdingmiddelen	14
4 Resultaten oriënterend onderzoek	15
5 Discussie	21
6 Conclusies en aanbevelingen	23
7 Literatuur	24
Bijlage(n)	25

1 Inleiding

Riet als dakbedekking kan bogen op een eeuwenoude traditie en wordt nog steeds veelvuldig toegepast bij renovatie maar ook gewaardeerd voor nieuwbouw. In de praktijk echter doen zich tegenwoordig regelmatig problemen voor, waarbij het rietdek vroegtijdig sporen van aantasting vertoont en al na enkele jaren reparatie of vervanging nodig is. Het riet wordt in dikke lagen gelegd met éénjarig riet. Traditioneel werd het riet in bundels op latten gebonden, waarbij een damp-open constructie werd verkregen. Tegenwoordig is de gesloten schroefdak-constructie meer gebruikelijk.

De traditionele manier van rietdekken met een open constructie is minder volledig geïsoleerd en is moeilijk tochtvrij te maken. Deze voldoet niet aan de huidige hoge bouweisen voor isolatie. Ook voor de brandveiligheid heeft de traditionele bouwwijze een hoger risico (hogere verzekeringskosten). Extra isolatie van binnen uit is mogelijk, met veelal de bouwtechnische aanbeveling voor toepassing van damp-remmende folies, waardoor vochtophoping in het rietpakket zou worden voorkomen.

De rietendaken op een gesloten schroefdakconstructie hebben een aantal voordelen, m.b.t. isolatiewaarde en brandveiligheid. Bovendien geeft het minder stofvorming binnenshuis.

Dit verslag beschrijft de “state of the art”, waarin wat er al bekend is uit de wetenschappelijke en vakliteratuur over rietkwaliteit en de factoren, die mogelijk de vroegtijdige achteruitgang veroorzaken, onder de loep worden gelegd.

De tweede stap was het systematisch analyseren van een aantal geoogste rietsoorten en twee monsters afkomstig van gerepareerde rieten daken van factoren die mogelijk kunnen verklaren waarom de kwaliteit goed dan wel slecht is.

Het vermoeden bestaat dat de mate van wateropname en “watervasthoudend vermogen” in combinatie met de “uitspoelbaarheid van componenten” een rol speelt bij de gevoeligheid voor microbiële afbraak en de kwaliteit van het riet bepaalt.

Voor dit onderzoek is het watervasthoudend vermogen bepaald van een aantal geselecteerde vers geoogste rietsoorten en aangetaste monsters van rieten daken.

2 Methoden

Riet is in waterrijk Nederland een zeer algemeen voorkomende inheemse soort. De huidige commerciële exploitatie is echter beperkt. Er komt uit natuurbeheersgebieden veel biomassa vrij door maaien van riet, dat momenteel niet of nauwelijks economisch wordt benut. Veel riet wordt momenteel geïmporteerd uit oost Europa (Hongarije, Roemenië) of zelfs China.

Een uitgebreid literatuur onderzoek werd uitgevoerd naar wat er bekend is over riet of *Phragmites australis* en met name de afname van kwaliteit en versnelde afbraak. De gebruikte zoektermen zijn o.a.: thatched roofs; reed quality; biodegradation; deterioration; microbial decay; fungi; mosses; algae; etc.

Voor het oriënterend onderzoek zijn de volgende monsters in behandeling genomen:

A. Riet "geoogst van het land" en referenties <i>Miscanthus</i> en <i>Waterhyacinth</i>	
1	Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 gemalen
2	Nederlands Wiedenriet 2013-2014 lange stengel 9-4-2015 gemalen
3	Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen
4	Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen
5	Makkum korte stengel 9-4-2015 gemalen
6	Makkum lange stengel 9-4-2015 gemalen
7	Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 3 cm stengels
8	Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 3 cm stengels
9	Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 3 cm stengels
10	<i>Miscanthus</i> Oogst 1 - juli 2014 3 cm stengels
11	<i>Miscanthus</i> Oogst 2 - januari 2015 3 cm stengels
12	<i>Waterhyacinth</i> 13-04-2015 3 cm stengels
B. Riet "van het dak"	
1	Voet probleem riet 12-5-2015 gemalen
2	Midden probleem riet 12-5-2015 gemalen
3	Top probleem riet 12-5-2015 gemalen
4	Voet 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen
5	Midden 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen
6	Top 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen
7	Voet probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels
8	Midden probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels
9	Top probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels
10	Voet 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels
11	Midden 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels
12	Top 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels

Een rietmonster werd uitgespreid over een vloerooppervlak van ongeveer 3-4 m² (Fig.1). Ad random zijn “over het hele rietoppervlak” kleine bosjes van 4-5 stengels gepakt. Deze representatieve stengelbosjes zijn verzameld tot één analyse sample.



Fig. 1 – Het uitspreiden van riet voor monsternamen

De rietstengels afkomstig van het analyse monster zijn in stukken geknipt; hierbij is de pluim niet meegenomen.

Van de monsters is een gedeelte gemalen en een gedeelte geknipt op 3 cm; het droge stof gehalte is bepaald.



Fig. 2 – Gemalen en ongemalen rietmonsters

Met behulp van een Extractor (Fig. 3) is een waterextractie uitgevoerd volgens onderstaande methode:

Method number		4
Preheat	minutes	0
Heat	minutes	5
Static	minutes	7
Flush	%	150
Purge	seconds	30
Cycles	#	3
Pressure	psi	1500
Temperature	°C	100
Solvent, water	%	100

Lucht-droge monsters zijn ingewogen; na de extractie is het “natte monster teruggewogen” om het water opnemend vermogen te bepalen.



Fig. 3 – Extractieapparaat met modules gevuld met riet

Van de z.g. extractievloeistoffen (water met daarin de geëxtraheerde componenten, Fig. 4) is met behulp van een refractometer de RI waarde bepaald (suikergehalte indicatie), de zuurgraad (pH) gemeten en het droge stof gehalte bepaald.

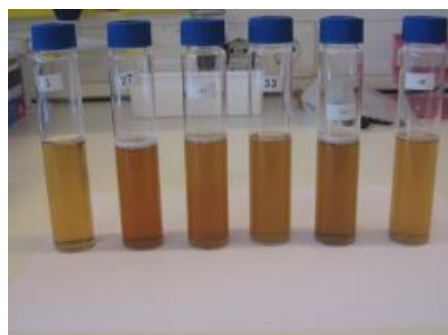


Fig. 4 – Waterextracten gemalen rietsoorten



Fig. 5 – Nederlands Wiedenriet 2013/2014 lange stengel



Fig. 6 – Riet Makkum korte en lange stengel



Fig. 7 – Riet van onder aangetast (probleemriet)



Fig. 8 – Riet 50 jaar op het dak gelegen

3 Literatuur verslag en Resultaten oriënterend onderzoek

3.1 Aantasting rieten daken

Alle verschillende dakbedekkingsmaterialen van pannen en leien tot bitumen en riet, zijn onderhevig aan veroudering en verwerking. De belangrijkste invloeden zijn ultraviolet licht en inwerking van temperatuur (hitte, vorst) en vocht. Zelfs bitumen en kunststoffen worden op den duur hierdoor aangetast en geoxideerd. Biologische aantasting wordt veroorzaakt / geïnitieerd door groei op vochtige oppervlakken van cyanobacteria, schimmels en algen (Berdahl, Akbari et al. 2008).

Afbraak van plantaardige producten zoals riet wordt veroorzaakt door een aantal factoren. Naast externe factoren zoals mechanische beschadiging (vogels, insectenvraat, stormschade) of inwerking van zonlicht (UV-straling) of chemicaliën (zure regen) zijn de kwaliteitsparameters van het riet als dakbedekkingsmateriaal bepalend.

3.1.1 *Biologische afbraak*

De natuurlijke biologische afbraakprocessen van houtig (lignocellulose) plantenmateriaal zoals riet treedt op als gevolg van inwerking van enzymen, die door micro-organismen worden afgescheiden om de celwand structuur af te breken (Malherbe and Cloete 2002). Dit proces treedt versneld op als het vochtgehalte gedurende langere tijd boven de 20% is. De verschillende oxidatieve enzymen (oxidoreductases zoals laccase en peroxidase) zijn in staat om de lignine structuren af te breken of te veranderen waardoor de celwand structuur wordt aangetast en vertering van het weefsel door de schimmel optreedt (Martínez, Speranza et al. 2010).

De samenstelling van riet is grofweg 33% glucan (voornamelijk cellulose), 18% xylaan (pentosaan of hemicellulose) en 22% lignine (Sathitsuksanoh, Zhu et al. 2009). De samenstelling wisselt sterk per seizoen (Rolletschek, Rolletschek et al. 1999). Later in het seizoen zal er relatief meer lignine (verhouting) in de stengels aanwezig zijn. Afhankelijk van het groeistadium bevat de stengel meer of minder voeding rijke suikers en stikstof. In het voorjaar is het stikstofgehalte het hoogst. In de winter, als het riet bovengronds afsterft en voedingsstoffen in het rhizoom worden opgeslagen, is ook het gehalte aan suiker, stikstof en andere nutriënten in de stengels het laagst (Nikolaidis, Koussouris et al. 1996). Daarmee is in de winter geoogst rietmateriaal het minst aantrekkelijk als voedingsbron en minder gevoelig voor biologische aantasting. Studies naar de effecten van stikstofbemesting op de rietkwaliteit tonen dat bij een hoger stikstofgehalte in het stengelmateriaal een snellere afbraak kan optreden (Boar 1996). Het oogstmoment is daarom van invloed op de groei van micro-organismen, die wordt bevorderd door rijke beschikbaarheid van voedingsstoffen, stikstof en mineralen.

Riet als dakbedekking kent verschillende infecties door pathogene micro-organismen, voornamelijk schimmels. Deze kunnen door weersomstandigheden worden bevorderd of ook door de habitat karakteristieken (Bán, Fischl et al. 2002).

De afbraaksnelheid van rietstengels afkomstig van verschillende uiterwaard gebieden in UK toonde uiteenlopende afbraaksnelheden binnen een partij, maar er bleek geen verband te geven

met oogstlocatie. De mechanische sterkte was hoger van rietstengels afkomstig van brakwater rietvelden (Boar, Kirby et al. 1999). Dit had, evenals de stengelafmetingen, geen invloed op de afbraaksnelheid.

De afbraak in de binnenste laag dekriet treedt voornamelijk op door aantasting door microben, terwijl in de tussenlaag microbiële afbraak samen met aantasting door ongewervelden (insecten, slakken, wormen, etc.) wordt waargenomen. De toplaag heeft vooral te leiden van slijtage door weersinvloeden (licht, water, wind). Het eerst treedt aantasting van de binnenste laag op en op het laatst pas de toplaag (Kirby and Rayner 2001).

Het voorkomen van verschillende schimmels en paddenstoelen (met name Ascomycetes of zakjeszwammen) is normaal voor rietendaken. *Mycena* soorten komen ook voor (Basidiomycetes, steeltjeszwammen) (ANTHONY 1999), waarvan men vermoedt dat het de belangrijkste afbrekers zijn. *Mycena* soorten produceren enzymen die de belangrijkste structurele bestanddelen van rietstengels (lignine, cellulose en hemicellulose) kunnen afbreken (Doddall, Hahn et al. 2014).

Ook mossen kunnen op rieten daken groeien, alhoewel dat niet als directe oorzaak van aantasting van het rietdek wordt gezien. Als het mos de droging verhindert van het rietdek, doordat het te veel vocht vasthoudt op de toplaag, kan het invloed hebben op de versnelde degradatie. Sommige mos soorten zoals *Lepidontium* sp. kunnen echter wel negatieve effecten hebben (Hedderson, Letts et al. 2003).

Algengroei geeft een afsluitende groene laag, de zogenaamde ‘kwats’ of geleiachtige substantie, die vocht sterk kan vasthouden. De invloed van luchtkwaliteit op algengroei is beschreven voor coatings (Gaylarde, Morton et al. 2011), maar niet voor rietdaken. Over de invloed van groei van algen of korstmossen op rietkwaliteit is in de literatuur praktisch geen melding te vinden. Eukaryotische algen (groenwieren *Chlorophyta* en *Streptophyta*) en cyanobacteria (blauwalgen) komen overal voor (Seckbach and Rindi 2007) en kunnen zich hechten aan praktisch iedere ondergrond van steen en glas tot bitumen. Er zijn verschillende commerciële coatings en chemicaliën, die algen- en schimmelgroei op oppervlakken tegen gaan. Voor riet is bekend dat het van nature stoffen bevat (zoals methyl-2-methylacetoacetaat [CAS 105-45-3] / $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-COOCH}_3$), die groei van sommige groenalgen kunnen remmen (Men, Hu et al. 2007, Obolewski, Skorbilowicz et al. 2010). (Daarom wordt om algengroei in vijvers tegen te gaan riet of gerststro toegepast?).

3.1.2 Effecten rietkwaliteit

De methode van snijden / maaien van riet heeft effect op de indringing van vocht in het riet. Als de stengels aan de uiteinden zijn gespleten kan water verder doordringen in het rietdek. Over de zuigende of capillaire werking van dergelijke beschadigingen op waterdoordringing in rieten daken is geen onderbouwing in literatuur gevonden. De beschadiging heeft ook het gevolg dat er organismen gemakkelijker dieper kunnen aangrijpen in de stengel.

3.1.3 Effecten bouwmethode

3.1.3.1 Hellingshoek

Afbraak treedt op in de binnenste laag ca. 20 cm van de uiteinden, met name in daken met een lage hellingshoek (25-30°). Aanbevolen wordt een hellingshoek van 45° of groter. Een goed gedekt dak zou dan minstens 50 jaar mee moeten kunnen gaan. Zure regen en luchtverontreiniging hebben vermoedelijk een negatief effect op de levensduur van een rieten dak (Köbbing, Thevs et al. 2013). In hoeverre de aanwezigheid van fijnstof hierop van invloed is, is onbekend.

Hellingshoek in graden	Levensduur in jaren
25°	<15
30°	10 – 20
45°	25 – 45
50°	> 35

* aan deze tabel kunnen geen rechten ontleend worden

<http://www.dakdekker-dakbedekkingen.nl/rieten-dak/>

3.1.3.2 Oriëntatie

Een effect van de oriëntatie van het dak ten opzichte van de zon heeft effect op het microklimaat op het dak en daarmee ook op de levensduur van de rietlaag (ANTHONY 1999). De zuidelijke dakhelling heeft meer te lijden van inwerking van uv straling (snellere vergrijzing), terwijl de noordelijke dakhelling langer vochtig blijft en daardoor de aangroei van mos en algen wordt bevorderd. Ook de aanwezigheid van hoge bomen, die schaduw geven op het rietdek, kunnen droging van het dak remmen, met als gevolg dat de aantasting wordt versneld.

3.1.3.3 Schroefdak

Er zijn twee type constructies die momenteel worden gebruikt als ondergrond voor een rietdek: de traditionele open lattenconstructie en de gesloten schroefdakconstructie (zie Fig. 9, A en B)

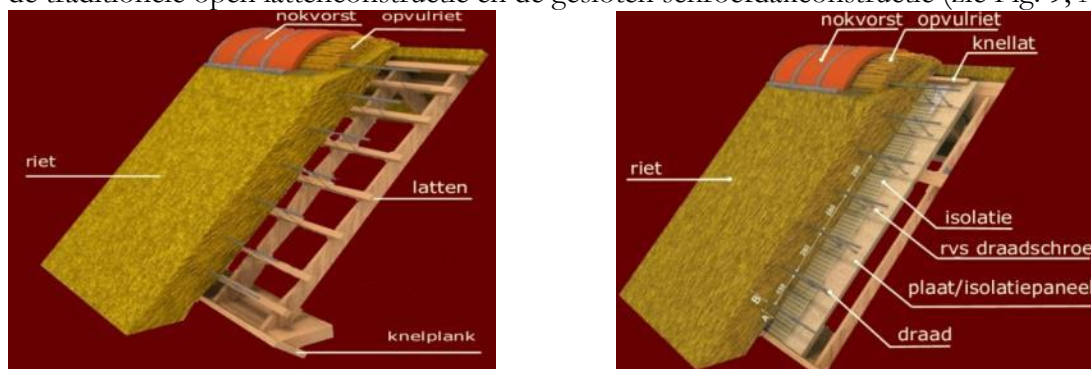


Fig. 9 - A: traditioneel open gebonden rietdek; B: gesloten schroefdak constructie (zie bijv : <http://riethandelbrasjen.nl/nl/het-rieten-dak> en <http://www.joostdevree.nl/shtmls/schroefdak.shtml>)

In het geval van de open constructie is er een spouw tussen het riet en de onderconstructie, waardoor de isolerende waarde van een rietendek niet voldoet aan de Rc waarde van 3.5 in het bouwbesluit 2012. Daarom moet er in de praktijk een extra isolatielaag worden aangebracht. Ook vanwege de brandveiligheid (en verzekering) is een ventilerende spouwlaag onder het dek tegenwoordig niet gebruikelijk.

3.1.3.4 Dampremmer

Het aanbrengen van extra thermische isolatie en dampdichte (multifoil) of semipermeable folie heeft invloed op de verdamping van het water in het rietdek. Bij een hoge temperatuur sprong tussen binnen en buiten is het fenomeen van koudebruggen en optreden van condensatiepunten in een constructie een bekend risico. Gedetailleerde bouwfysische analyses van hygrothermische gedrag van de meerlaagsconstructies met rietdek zou moeten worden vastgesteld.

Dampdichte folie voorkomt dat er vocht in de constructie kan dringen. Een dampremmende folie aan de binnen zijde van een constructie houdt vochtige lucht tegen afkomstig uit de binnenruimte (douchen, koken, ademen). De isolatielaag verlaagt de warmte overdracht aan het rietdek, waardoor droging van het rietdek door overdracht van luchttransport en warmte van binnenuit is beperkt.

Damp-open constructie

Bij het gebruik van dampdichte isolatie is de afvoer van vocht uit de constructie beperkt. Een dampopen “ademende” constructie, past materialen toe waarbij dampafvoer plaats kan vinden als de lucht droger is. Vocht dat binnenshuis ontstaat kan door de constructie worden afgegeven aan de buitenlucht. Het is van belang dat de gebruikte materialen naar buiten toe meer dampopen zijn. Biobased materialen hebben over het algemeen een vochtregulerende werking. Winddichting is essentieel om tocht tegen te gaan.

3.1.3.5 Brandvertragers

De brandbaarheid van rieten daken wordt als een risico gezien, alhoewel de oorzaak van de meeste branden aan slechte kachels en defecte schoorstenen wordt toegeschreven. Riet brandt langzaam, maar is moeilijk te bestrijden als het eenmaal heeft vlamgevat. Brandvertragers worden aangebracht door versproeien als coating of door impregnatie van het riet. Toepassing van een brandvertragende barrière aan de binnenzijde is een optie, als ook een ventilatie ruimte wordt gelaten tussen brandvertragende boards en het dek, om condensatie daarin te voorkomen. Het gesloten schroefdak heeft geen luchtsouw en heeft als voordeel dat het brandgevaar verminderd (Janse 2010).

De effecten van de verschillende brandvertragende middelen op biologische aantasting of wateropname en afgifte moet nader worden onderzocht. Dit valt buiten de scope van dit onderzoek.

Vaartjes:	Pyrobreak TM-EX8 pyrocide™ [(latex polymeer)...
Qchem:	Q-care flame away TR1 [op PTFE basis, ammonium chloride, conserveringsmiddelen (isothiazolinon verbindingen) en fosfaten]
Magma:	Firestop SG2 [...]

3.1.3.6 Bestrijdingmiddelen

Voor de bestrijding van insecten, die een rietendek kunnen aantasten kunnen insecticiden worden toegepast. Dit valt buiten de scope van dit onderzoek. Verschillende soorten insecten zijn bekend dat zij soms voorkomen op rietendaken. Deze zijn niet de primaire oorzaak van de riet aantasting.

<i>insect</i>		<i>voeding</i>
Stofluizen	<i>Peripsocus phaeopterus</i>	schimmels
Springstaarten	<i>Collembola sp</i>	Algen en mossen
Rietluis (stofluis)	<i>Liposcelis sp</i>	Algen en schimmels
Gaasvlieg	<i>Chrysoperia sp</i>	Larven, luizen
Vlinders (?)		
Mosmijten	<i>Humerobates</i> <i>Rostrolamellatus grandjean</i> <i>Phauloppia lucorum</i> <i>Tricobates trimaculatus</i>	Mossen en algen
Rietmijt	<i>Pyemotes tritici</i>	

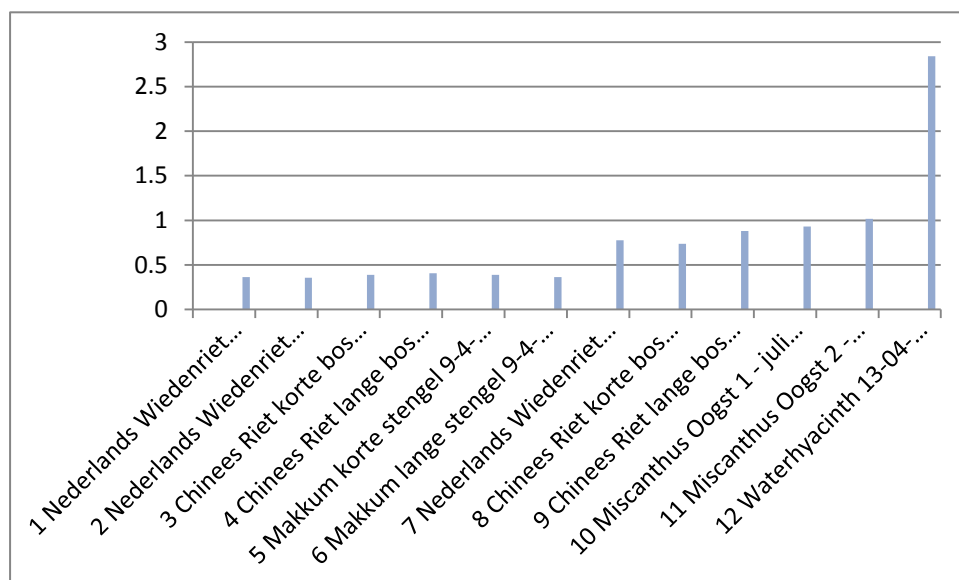
M.D. Brooks - KAD 2007 - Rapport onderzoek mijten in rietmonsters

Ook vorming van mos en algen op het rietdek kan een onderdeel zijn van de aantasting. Bij rietdekkers is kwats of de glibberige laag die door algen wordt gevormd een bekend verschijnsel. Door deze laag droogt de onderliggende rietlaag slechter en neemt het risico van microbiële afbraak binnenin toe. Begroeiing met mos wordt niet als een belangrijke oorzaak gezien van de aantasting van rietdek. Er zijn behandelingen bekend met mos en algendoder.

De moswerende impregnaties & behandelingen met schimmelwerende middelen vallen buiten de scope van dit onderzoek.

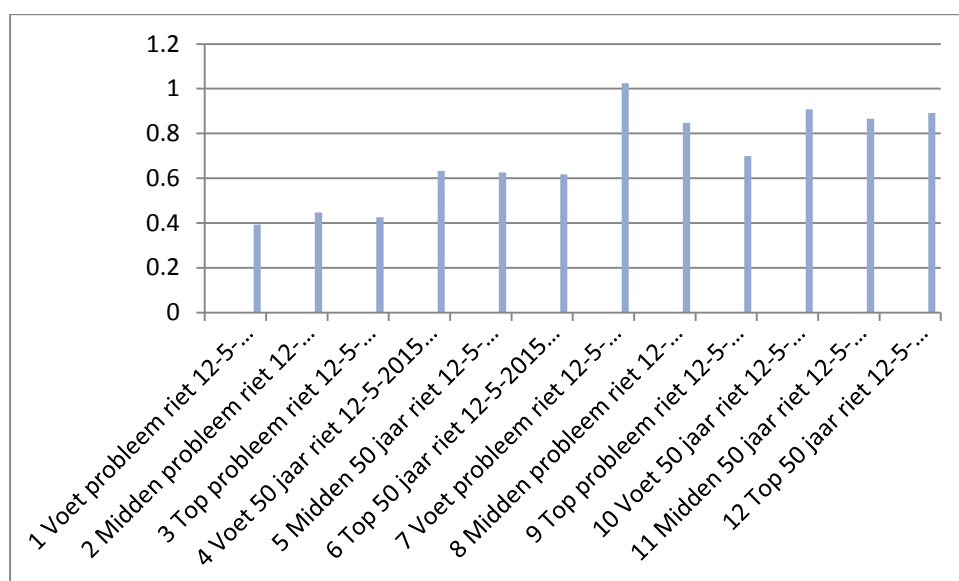
4 Resultaten oriënterend onderzoek

De resultaten van het oriënterend onderzoek zijn weergegeven in onderstaande grafieken en in bijlage 1.



Grafiek 1: Watervasthoudend vermogen geoogst riet en referenties in g water/g ds; Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm.

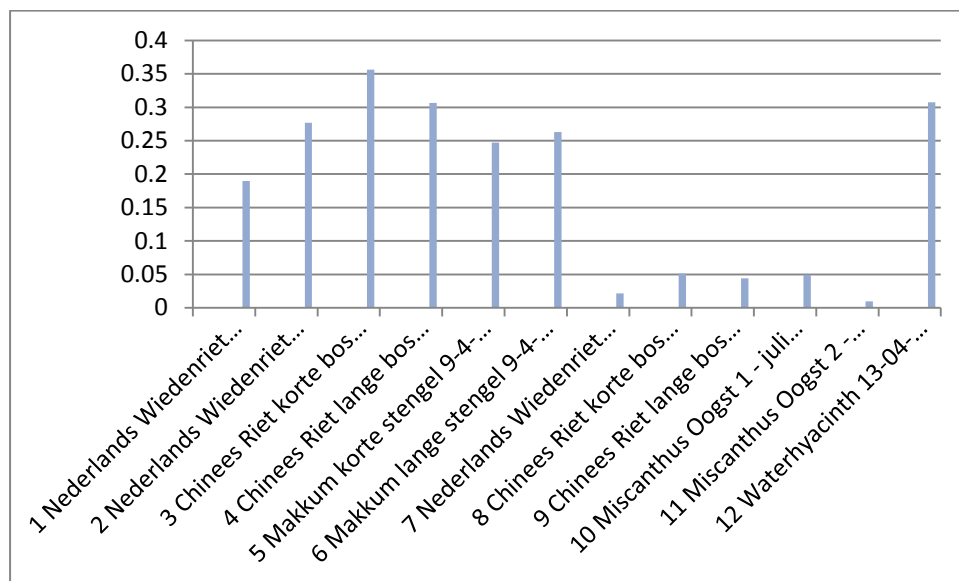
Uit Grafiek 1 blijkt dat riet een relatief laag water vasthouden vermogen heeft in vergelijking met andere bio materialen (Olifantsgras 10,11 en Waterhyacynth, 12). Bij het verkleinen van het riet is de wateropname aanzienlijk lager (monsters 1-6) dan in de op 3 cm gesneden stengels (7-9), waar de holle buis en celstructuur intact is gebleven. Er zijn geen significante verschillen tussen de verschillende riet monsters.



Grafiek 2: Watervasthoudend vermogen van dakriet, als g water/g droge stof

Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm.

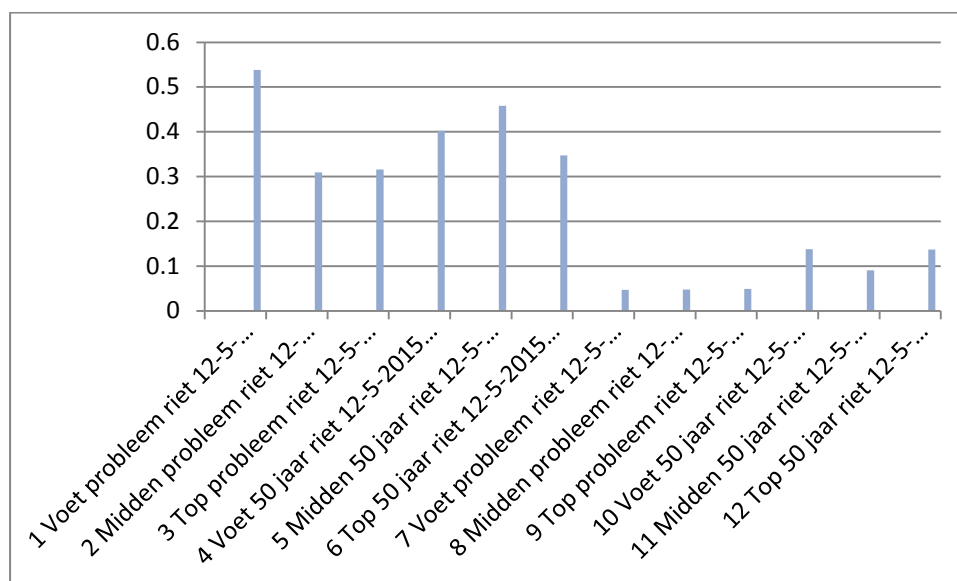
In grafiek 2 staat het watervasthoudend vermogen van twee verschillende monsters van dakriet weergegeven. Er zijn hier verschillen waar te nemen tussen het percentage water dat kan worden vastgehouden door de verschillende rietsoorten, terwijl er tussen top, midden en voet fracties van dezelfde gemalen monsters (1-3 en 4-6) weinig verschillen te zien zijn. Het 50-jaar oude riet houdt aanzienlijk meer water vast dan het “probleem” riet, maar dat is minder duidelijk in de niet-gemalen vorm. De voet van het niet-gemalen “probleem” riet houdt het meeste water vast, wat duidelijk verschillend is met de midden en top stengels.



Grafiek 3: Drogestof gehalte waterextract geoogst riet en referenties (%)

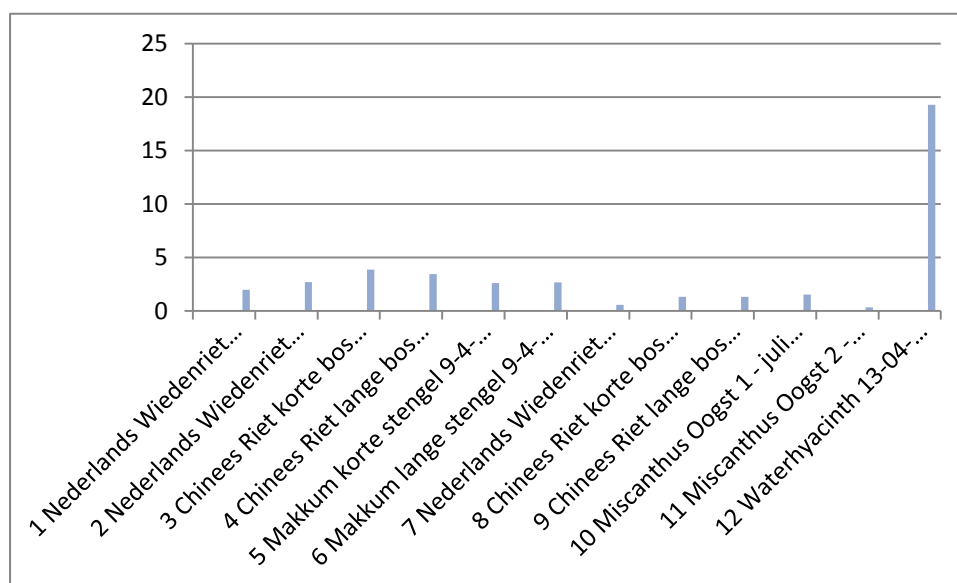
Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm

In grafiek 3 is weergegeven hoeveel materiaal wordt geëxtraheerd uit de verschillende gemalen (1-6) en intacte stengels (7-9). Het is duidelijk dat door malen een grotere hoeveelheid wordt geëxtraheerd. Uit de ongemalen monsters is de water extraheerbare fractie verwaarloosbaar en beneden 0.05%. Ook uit Olifantsgras is deze fractie klein in tegenstelling tot de referentie waterhyacynth.

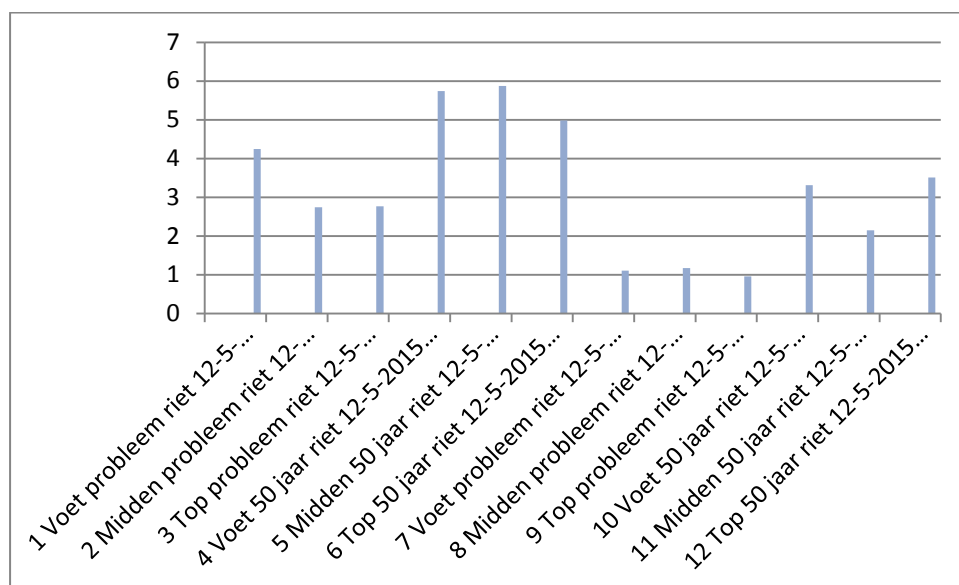


Grafiek 4: Drogestof gehalte waterextract dakriet (%)
Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm

In grafiek 4 zijn de waterextracten van dakriet weergegeven. De gemalen fracties geven een hogere waarde dan de intacte stengels. Opvallend is de hogere extractie uit de voet van probleem riet, terwijl de andere monsters iets hoger of vergelijkbaar zijn met de waarden voor vers riet (Grafiek 3). De ongemalen rietmonsters van 50-jaar lijken meer extract te geven dan probleem riet monsters.

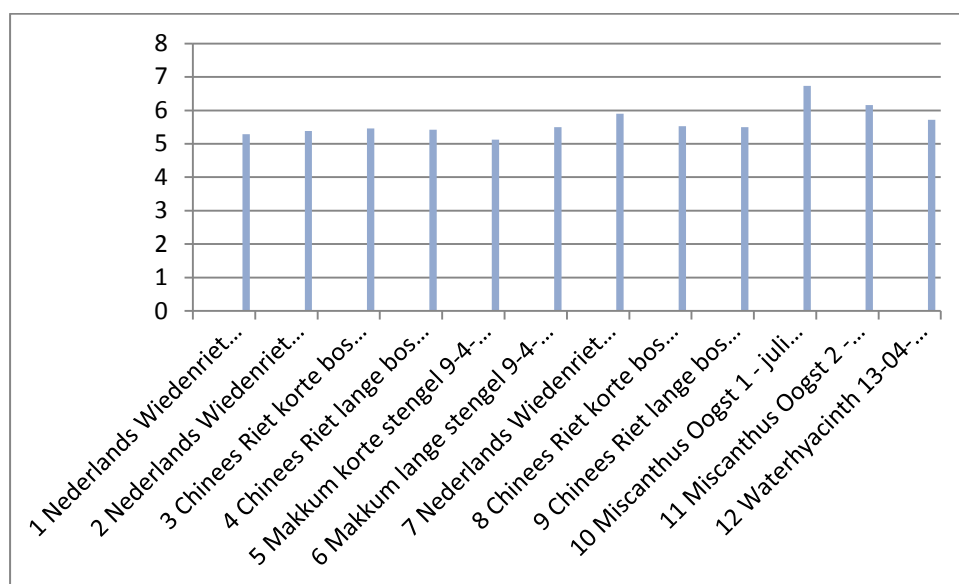


Grafiek 5: waterextract op drogestof uitgangsmateriaal (%)
Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm

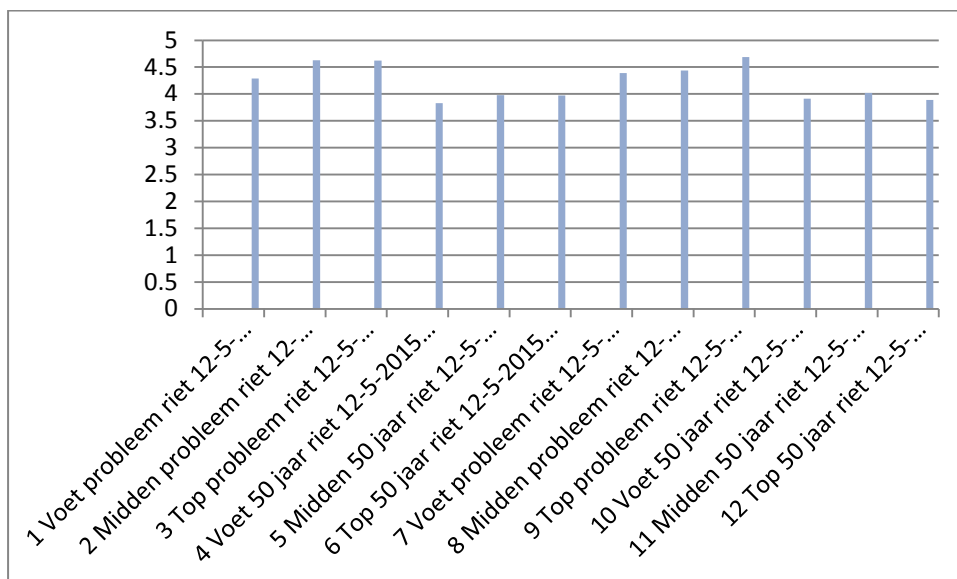


Grafiek 6: waterextract op drogestof uitgangsmateriaal (%)
Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm

In Grafiek 5 & 6 zijn de extractiewaarden weergegeven als percentage drooggewicht van de riet monsters.



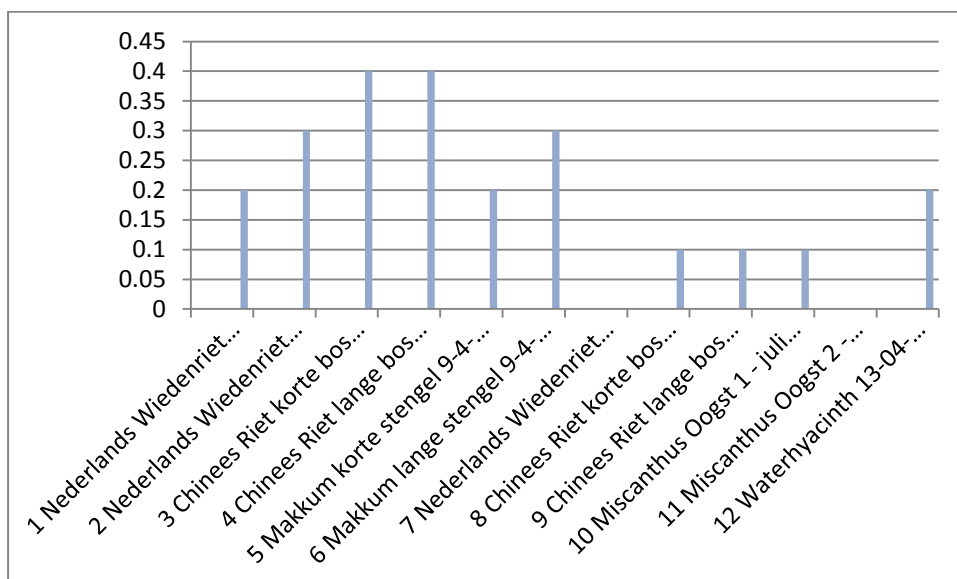
Grafiek 7: pH (zuurtegraad)
Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm



Grafiek 8: pH (zuurtegraad)

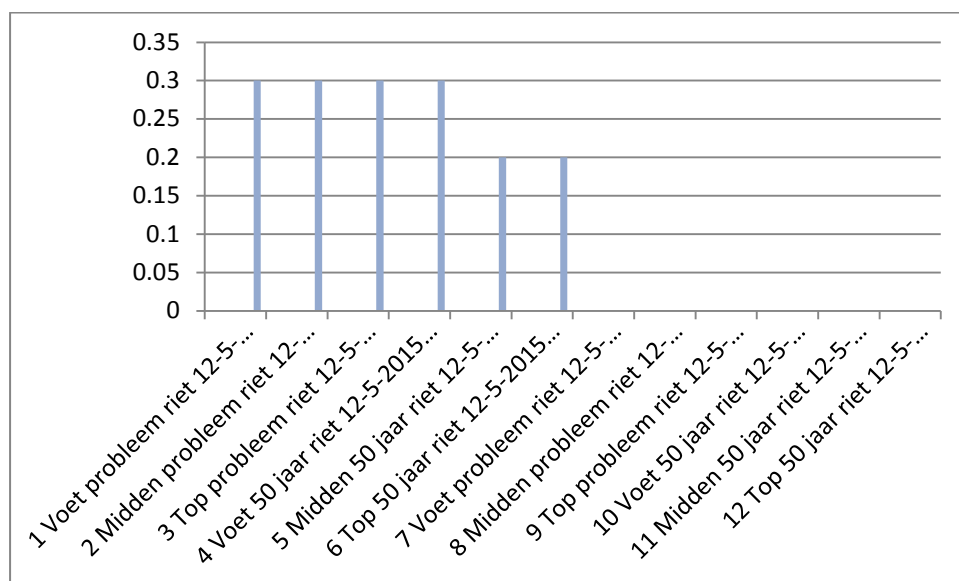
Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm

In grafieken 7 & 8 zijn de pH waarden van de verschillende monsters weergegeven. Alle monsters zijn licht zuur, maar verschil tussen vers riet en dek riet lijkt consistent. Het meest zuur zijn de 50-jaar oude monsters (ca pH 3.5-4.0) terwijl de verse monsters rond pH 5 liggen.



Grafiek 9: RI waarden extracten

Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm



Grafiek 10: RI waarden Extracten

Nr 1 t/m 6 gemalen riet en nr 7 t/m 12 stengels van 3 cm

Van de verschillende extracten werd ook een refractieve index (RI) waarde gemeten, wat een geschatte waarde voor opgeloste suikers aangeeft. Opvallend in grafiek 9 is de hogere waarden van vers Chinees riet t.o.v. het Wiedenriet bijvoorbeeld. Dit zou kunnen duiden op een hoger suikergehalte in deze monsters. De extractie waarden in Grafiek 10 van het probleem riet en 50 jaar oude dekriet tonen ook een iets hogere RI waarde. In hoeverre deze waarden significant duiden op een correlatie met een mindere kwaliteit zal moeten worden geverifieerd.

5 Discussie

Uit het literatuuronderzoek naar riet kwaliteit en aantasting daarvan komen geen eensluidende conclusies. De kwaliteit van het uitgangsmateriaal is afhankelijk van verschillende factoren zoals oogstmoment en locatie en tevens heeft de oogstmethoden invloed. In hoeverre de aanwezigheid van nutriënten daarbij een rol speelt is niet uit te sluiten. Er zijn wel aanwijzingen dat dekpersriet het best geoogst kan worden in de winter, wanneer de voedingsstoffen in de stengel laag zijn. Ook is het van belang dat het riet bij mechanisch oogsten niet wordt beschadigd, omdat vocht langs gespleten voeten kan binnendringen in het dek.

De literatuur over de aantasting van riet loopt uiteen van effecten van zure regen of fijnstof tot invloeden van klimaatverandering (natter, warmer?). Biologische aantasting wordt veroorzaakt / geïnitieerd door groei op vochtige oppervlakken van cyanobacteria, schimmels en algen. Hierbij staat het effect van een hoog vochtgehalte in het dak centraal. Voor groei van de schimmels en doordringing in het riet is – naast de aanwezigheid van toegankelijke voedingsstoffen – de aanwezigheid van water essentieel. Bij gehalten boven 20% vocht in het riet wordt het risico van aantasting groter.

De afbraak van het riet op het dak verloopt volgens de rietdekkers via een kenmerkend patroon. De aantasting treedt op midden in het rietdek, waarbij het oppervlak lang onaangepast blijft. De rietstengelstructuur verpulvert tot bruin poeder en verliest daarmee alle functionele eigenschappen¹. Deze aantasting treedt vaak op dicht onder de nok van het dak (Fig. 10), en mogelijk meer specifiek waar het riet met cement in aanraking is gekomen. Dit kan wijzen op een negatieve invloed van het alkalische cement op de beschermende waslaag van het riet, maar ook dat de specifiek aan de nok een koudebrug wordt gevormd en daar condensatie van vocht in het rietdek plaats vindt. Aangezien riet van nature licht zuur blijkt te zijn kan een aantasting worden bevorderd door het verhogen van de zuurgraad door invloed van cement, als de schimmel beter gedijt onder die condities.

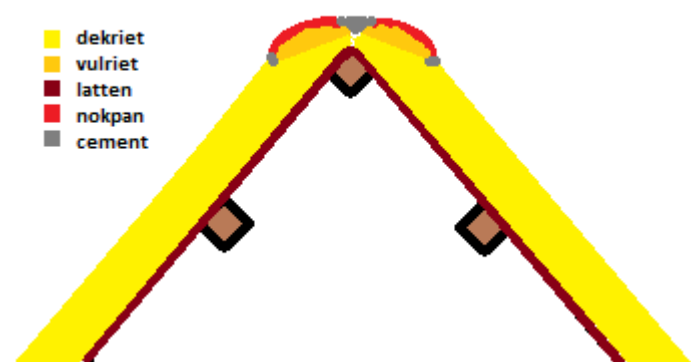


Fig.10 - Schematische opbouw rieten dak

¹ Bijeenkomst Rietdekkersgilde De Bilt 03 06 2015. "Schimmels in rieten daken"- Rob van Veenendaal, CBS, Utrecht.

Uit de analyses van verschillende rietsoorten blijken wel lichte verschillen waarneembaar in watervasthoudend vermogen, pH en extraheerbaarheid in water van niet nader geïdentificeerde componenten. In hoeverre deze significant onderscheidend zijn voor gevoeligheid voor aantasting door schimmels, is op deze basis niet te concluderen. Het lijkt zinvol om hier nader onderzoek naar te doen met een multidisciplinair team.

6 Conclusies en aanbevelingen

Uit de in dit rapport beschreven verzamelde gegevens over de biologische afbraak van rieten daken kunnen een aantal conclusies worden verbonden.

Het is duidelijk dat de relatie van schimmelvorming met vochtophoping binnen in het rietdek aanwezig is. Dit heeft een bouwtechnische oorzaak.

Een relatie met gebruikte rietsoort en de kwaliteitskenmerken volgens vakmensen van het Gilde kan mogelijk worden waargenomen met toegepaste analyses. De huidige methodieken zullen moeten worden geverifieerd en verfijnd.

Er blijven echter ook enkele vragen open, die moeten worden beantwoord:

- Welke schimmelsoorten of combinaties van organismen veroorzaken deze aantastingen
- Welke volgorde van ontwikkelingsstadia zijn te onderscheiden en welke maatregelen moeten dan in dat stadium genomen worden om verdere voortgang te keren?
- Wat zijn de bouwtechnisch maatregelen die uitgevoerd moeten worden om langdurige bescherming te leveren?
- Wat is de hygrothermische relatie tussen binnenruimte ventilatie en isolatie, wisselende binnen- en buitentemperatuur en de uitwisseling van waterdamp met biobased bouwmaterialen zoals riet? <Hygroscopisch gedrag van riet.>
- Wat zijn de relaties met binnenhuisklimaat (vocht, temperatuur) en de gebruikte op riet gebaseerde dakconstructie?
- Wat is de relatie van binnenhuisklimaat en gezondheidsaspecten?

Gezien de ontwikkelingen rond biobased bouwen en het internationale karakter van de riethandel, waar gemeenschappelijke belangen liggen om tot een gecertificeerde keten van grondstof tot product te komen, is een lokale aanpak beperkt effectief. Certificering en classificering van riet en rietbouwsystemen is van belang in EU verband. Omdat de rietproductie en -handel slechts een kleine versnipperde niche vormt, zou samenwerking (bijv Interreg) en aansluiting bij bredere belangenorganisaties een goede stap zijn, waardoor meer kan worden bereikt voor de toekomst van riet als economische en duurzame bouwgrondstof.

7 Literatuur

- ANTHONY, P. A. (1999). "The macrofungi and decay of roofs thatched with water reed, *Phragmites australis*." *Mycological Research* **103**(10): 1346-1352.
- Bán, R., G. Fischl, A. I. Engloner and F. Virányi (2002). "Effects of Habitat Characteristics and Climatic Factors on the Fungal Diseases of Reed Stands in Hungary." *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **37**(4): 353-364.
- Berdahl, P., H. Akbari, R. Levinson and W. A. Miller (2008). "Weathering of roofing materials – An overview." *Construction and Building Materials* **22**(4): 423-433.
- Boar, R. R. (1996). "Temporal variations in the nitrogen content of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. from a shallow fertile lake." *Aquatic Botany* **55**(3): 171-181.
- Boar, R. R., J. J. H. Kirby and D. J. Leeming (1999). "Variations in the quality of the thatching reed *Phragmites australis* from wetlands in East Anglia, England." *Geological Society, London, Special Publications* **163**(1): 145-151.
- Brooks, M.D. - KAD 2007 - Rapport onderzoek mijten in rietmonsters.
- Dosdall, R., V. Hahn, F. Preuß, H. Kreisel, J. Miersch and F. Schauer (2014). "Characterization of fungi of the genus *Mycena* isolated from houses thatched with *Phragmites communis* Trin. in Northern Germany: Enzyme pattern and reed decay." *International Biodeterioration & Biodegradation* **96**(0): 174-180.
- Gaylarde, C. C., L. H. G. Morton, K. Loh and M. A. Shirakawa (2011). "Biodeterioration of external architectural paint films – A review." *International Biodeterioration & Biodegradation* **65**(8): 1189-1198.
- Hedderson, T. A., J. B. Letts and K. Payne (2003). "The Rare Thatch Moss, *Leptodontium gemmascens*, on the Holnicote Estate, Somerset, UK: Distribution and Abundance in Relation to Roof Variables." *Lindbergia* **28**(3): 113-119.
- Janse, E. (2010). "Brandveilige rieten daken, detaillering gelijkwaardige oplossing." *SBR-CUR 618.10*.
- Kirby, J. J. H. and A. D. M. Rayner (2001). "The deterioration of thatched roofs." *International Biodeterioration & Biodegradation* **48**(1-4): 153-158.
- Köbbing, J., N. Thevs and S. Zerbe (2013). "The utilisation of reed (*Phragmites australis*)—a review." *Mires Peat* **13**: 1-14.
- Malherbe, S. and T. E. Cloete (2002). "Lignocellulose biodegradation: Fundamentals and applications." **1**(2): 105-114.
- Martínez, Á. T., M. Speranza, F. J. Ruiz-Dueñas, P. Ferreira, S. Camarero, F. Guillén, M. J. Martínez, A. Gutiérrez and J. C. del Río (2010). "Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin." *International Microbiology* **8**(3): 195-204.
- Men, Y.-J., H.-Y. Hu and F.-M. Li (2007). "Effects of the novel allelochemical ethyl 2-methylacetoacetate from the reed (*Phragmites australis* Trin) on the growth of several common species of green algae." **19**(5): 521-527.
- Nikolaidis, N. P., T. Koussouris, T. E. Murray, I. Bertahas, A. Diapoulis and K. Gritzalis (1996). "Seasonal Variation of Nutrients and Heavy Metals in *Phragmites australis* of Lake Trichonis, Greece." *Lake and Reservoir Management* **12**(3): 364-370.
- Obolewski, K. T., E. Skorbiłowicz, M. Skorbiłowicz and Z. Osadowski (2010). "INFLUENCE OF CHEMICAL ELEMENTS CONTAINED IN REED *PHRAGMITES AUSTRALIS* (CAV.) TRIN. ON EPIPHYTIC ALGAE IN RIPARIAN BUFFER ZONE." *FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN* **19**(2 A): 348-353.
- Rolletschek, H., A. Rolletschek, H. Köhl and J.-G. Kohl (1999). "Clone specific differences in a *Phragmites australis* stand: II. Seasonal development of morphological and physiological characteristics at the natural site and after transplantation." *Aquatic Botany* **64**(3-4): 247-260.
- Sathitsuksanoh, N., Z. Zhu, N. Templeton, J. A. Rollin, S. P. Harvey and Y. H. P. Zhang (2009). "Saccharification of a Potential Bioenergy Crop, *Phragmites australis* (Common Reed), by Lignocellulose Fractionation Followed by Enzymatic Hydrolysis at Decreased Cellulase Loadings." *Industrial & Engineering Chemistry Research* **48**(13): 6441-6447.
- Seckbach, J. and F. Rindi (2007). Diversity, Distribution and Ecology of Green Algae and Cyanobacteria in Urban Habitats. *Algae and Cyanobacteria in Extreme Environments*, Springer Netherlands. **11**: 619-638.

Bijlage(n)

Watervasthoudend vermogen (g water/g ds)	
1 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 gemalen	0.36
2 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 lange stengel 9-4-2015 gemalen	0.36
3 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	0.39
4 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	0.41
5 Makkum korte stengel 9-4-2015 gemalen	0.39
6 Makkum lange stengel 9-4-2015 gemalen	0.36
7 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 3 cm stengels	0.78
8 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	0.74
9 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	0.88
10 Miscanthus Oogst 1 - juli 2014 3 cm stengels	0.93
11 Miscanthus Oogst 2 - januari 2015 3 cm stengels	1.02
12 Waterhyacinth 13-04-2015 3 cm stengels	2.84

Watervasthoudend vermogen (g water/g ds)	
1 Voet probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.39
2 Midden probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.45
3 Top probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.43
4 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.63
5 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.63
6 Top 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.62
7 Voet probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	1.02
8 Midden probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.85
9 Top probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.70
10 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.91
11 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.87
12 Top 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.89

Ds gehalte waterextract (%)	
1 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 gemalen	0.19
2 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 lange stengel 9-4-2015 gemalen	0.28
3 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	0.36
4 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	0.31
5 Makkum korte stengel 9-4-2015 gemalen	0.25
6 Makkum lange stengel 9-4-2015 gemalen	0.26
7 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 3 cm stengels	0.02
8 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	0.05
9 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	0.04
10 Miscanthus Oogst 1 - juli 2014 3 cm stengels	0.05
11 Miscanthus Oogst 2 - januari 2015 3 cm stengels	0.01
12 Waterhyacinth 13-04-2015 3 cm stengels	0.31

Ds gehalte waterextract (%)	
1 Voet probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.54
2 Midden probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.31
3 Top probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.32
4 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.40
5 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.46
6 Top 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.35
7 Voet probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.05
8 Midden probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.05
9 Top probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.05
10 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.14
11 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.09
12 Top 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.14
Water extract gehalte op ds basis (%)	
1 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 gemalen	1.98
2 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 lange stengel 9-4-2015 gemalen	2.71
3 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	3.88
4 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	3.46
5 Makkum korte stengel 9-4-2015 gemalen	2.60
6 Makkum lange stengel 9-4-2015 gemalen	2.66
7 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 3 cm stengels	0.57
8 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	1.32
9 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	1.33
10 Miscanthus Oogst 1 - juli 2014 3 cm stengels	1.54
11 Miscanthus Oogst 2 - januari 2015 3 cm stengels	0.35
12 Waterhyacinth 13-04-2015 3 cm stengels	19.28
Water extract gehalte op ds basis (%)	
1 Voet probleem riet 12-5-2015 gemalen	4.25
2 Midden probleem riet 12-5-2015 gemalen	2.74
3 Top probleem riet 12-5-2015 gemalen	2.77
4 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	5.74
5 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	5.88
6 Top 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	4.98
7 Voet probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	1.11
8 Midden probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	1.18
9 Top probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.96
10 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	3.31
11 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	2.15
12 Top 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	3.51

pH metingen	
1 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 gemalen	5.29
2 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 lange stengel 9-4-2015 gemalen	5.38
3 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	5.46
4 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	5.42
5 Makkum korte stengel 9-4-2015 gemalen	5.12
6 Makkum lange stengel 9-4-2015 gemalen	5.50
7 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 3 cm stengels	5.90
8 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	5.53
9 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	5.50
10 Miscanthus Oogst 1 - juli 2014 3 cm stengels	6.73
11 Miscanthus Oogst 2 - januari 2015 3 cm stengels	6.16
12 Waterhyacinth 13-04-2015 3 cm stengels	5.72
pH metingen	
1 Voet probleem riet 12-5-2015 gemalen	4.29
2 Midden probleem riet 12-5-2015 gemalen	4.63
3 Top probleem riet 12-5-2015 gemalen	4.62
4 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	3.83
5 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	3.98
6 Top 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	3.97
7 Voet probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	4.39
8 Midden probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	4.44
9 Top probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	4.69
10 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	3.91
11 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	4.02
12 Top 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	3.89
RI waarden	
1 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 gemalen	0.20
2 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 lange stengel 9-4-2015 gemalen	0.30
3 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	0.40
4 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 9-4-2015 gemalen	0.40
5 Makkum korte stengel 9-4-2015 gemalen	0.20
6 Makkum lange stengel 9-4-2015 gemalen	0.30
7 Nederlands Wiedenriet 2013-2014 korte stengel 9-4-2015 3 cm stengels	0.00
8 Chinees Riet korte bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	0.10
9 Chinees Riet lange bos oogst 2012-2013 3 cm stengels	0.10
10 Miscanthus Oogst 1 - juli 2014 3 cm stengels	0.10
11 Miscanthus Oogst 2 - januari 2015 3 cm stengels	0.00
12 Waterhyacinth 13-04-2015 3 cm stengels	0.20

RI waarden	
1 Voet probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.30
2 Midden probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.30
3 Top probleem riet 12-5-2015 gemalen	0.30
4 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.30
5 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.20
6 Top 50 jaar riet 12-5-2015 gemalen	0.20
7 Voet probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.00
8 Midden probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.00
9 Top probleem riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.00
10 Voet 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.00
11 Midden 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.00
12 Top 50 jaar riet 12-5-2015 3 cm stengels	0.00