



## Stofudvaskning fra dansk tagpap

### Indledning

Regnvand fra Icopals skiferbelagte tagpaptage kan uden miljømæssige problemer udledes direkte til søer og vandløb uden rensning. Vandet kan også genbruges efter de gældende regler til såvel toiletskyll som tøjvask. Endelig kan tagvandet anvendes til vanding af haven - dette gælder også for nyttehaven. Nyttehaver skal dog altid, uanset

tagbeklædning, vandes med vand fra hanen, når planterne har udviklet sig. Konklusionen i rapporten fra den selvejende forskningsorganisation DHI er, at den potentielle miljøbelastning fra danskproduceret tagpap generelt er meget lav.

Se rapporten på de næste sider...



## Stofudvaskning fra dansk tagpap



I Danmark findes der ikke normer /regler for stofudvaskningen fra tagdækningsprodukter, herunder tagpap. Ikke desto mindre er bygherrer og myndigheder ofte interesserede i at kunne redegøre for den eventuelle miljøbelastning, som bortledning af afløbsvand fra tage dækket med tagpap, vil kunne medføre. Der foreligger nu data, som kan medvirke til at belyse denne belastning.

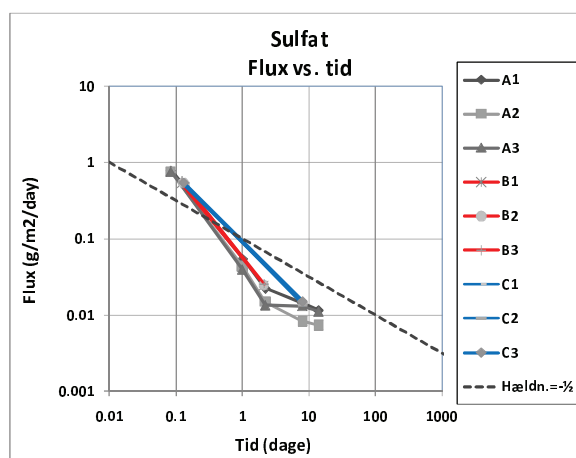
En undersøgelse af udvaskningen af en række uorganiske stoffer og polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH'er) fra to af de mest anvendte danske tagpaptyper, som DHI har gennemført for Danske Tagpapfabrikanter Brancheforening, kvantificerer stofudvaskningen fra disse og viser samtidig, at den potentielle miljøbelastning herfra generelt er meget lav.

### Speciel teststandard

De to tagpaptyper, **Trelleborg-Phønix PF/GF 500SBS** og **ICOPAL Top 500P** er blevet testet ved hjælp af den nye standardmetode, som er under udvikling i den europæiske standardiseringsorganisation CEN som et led i indførelsen af miljøhensyn i CE-mærkningen af byggevarer. Udvasningstesten er pt. en præ-standard med betegnelsen prCEN/TS 15863: "Dynamisk overfladerelateret udvasningstest (DSL/TS-2)". Testen, der er en såkaldt tankudvasningstest, som måler stofudvaskningen gennem overfladen af et materiale som funktion af tiden, findes i en speciel udformning, som er tilpasset testning af tagpap og andre fleksible materialer. Set i forhold til den "normale" tanktest er forholdet mellem overfladen af det testede materiale og mængden af (demineraliseret) vand, der tilsættes, forøget, hvilket giver en større følsomhed overfor udvasning af stoffer i selv meget små mængder.

### Stofudvaskning

På trods af testmetodens forbedrede følsomhed lå udvaskningen af en række stoffer så lavt, at de ikke kunne måles med de anvendte analysemetoder. Dette gælder blandt andet for klorid, fluorid, Na, K, As, Cd, Cr, Cu, Hg og Pb samt de PAH'er, som Miljøstyrelsen normalt fokuserer på i forbindelse med lovgivning om forurenede jord og affald: Fluoranthren, benz(b+j+k)fluor-anthen, benz(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren og di-benz(a,h)anthracen. For Zn sås det ikke usædvanlige, at udvasningsresultaterne fra blindprøver uden tagpap langt oversteg resultaterne med tagpap.



**Figur 1:** Eksempel på resultat af udvasningstest som viser, at udvasningen af sulfat er styret af diffusion.

### Anvendelse af resultater

For tagpaptypen Trelleborg-Phønix PF/GF 5000 SBS var det muligt at kvantificere udvasningen af sulfat, Si, Ca, Mg, Al, Mn, Se, fluoren og phenanthren, og for ICOPAL Top 500P var muligt at kvantificere udvasningen af Si, Ca, P, Al, Mn, Fe, fluoren og phenanthren. Et eksempel på det tidsmæssige udvasningsforløb for et stof er vist i figur 1. Testresultaterne kan ikke direkte sammenlignes med eventuelle udledningskrav til afstrømningsvand fra tage, men de kan benyttes til at estimere den fremtidige udvasning af de undersøgte stoffer fra tagpappet, og derefter indgå i scenarieberegninger af den nutidige eller forventede fremtidige belastning af miljøet. Eksempler på sådanne beregninger for de to undersøgte tagpapfabrikater er vist i tabel 1 på næste side. Beregningerne viser koncentrationerne af de målte stoffer i afløbsvandet fra taget som års gennemsnit hvert af de første år efter at tagpappet er lagt på. Ændringer i tagarealet, som her er på 30.000 m<sup>2</sup>, vil ikke ændre koncentrationerne, kun mængderne af afløbsvand. Resultaterne er sammenlignet med regnvand fra Scion DTU, Hørsholm, som er et område uden industri.

Undersøgelsen er udført af DHI, Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm

DHI Kontakt: Ole Hjelmar, e-mail [oh@dhigroup.com](mailto:oh@dhigroup.com), Telefon 45 16 94 05

For Danske Tagpapfabrikanter Brancheforening, DTB, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm

DTB Kontakt: Tommy Bunch-Nielsen, e-mail [tbn@byggeteknik.com](mailto:tbn@byggeteknik.com), Telefon 45 66 07 11, Fax 45 66 49 22

Scenarieregninger baseret på udvasknings tests							
Trelleborg Phønix PF/GF 500SBS og Icopal Top 500P							
Horisontal tagareal	30000	m <sup>2</sup>					
Årlig nedbør	600	mm/år					
Procent dage med regn > Q1 mm	50	%					
<b>Beregningsperioder</b>			<b>År 1</b>	<b>År 2</b>	<b>År 3</b>	<b>År 5</b>	
Årlig Mængde afløbsvand fra tag	m <sup>3</sup> /år		18000	18000	18000	18000	
<b>Koncentration af afstrømningsvand fra tag</b>	<b>Enhed</b>		<b>År 1</b>	<b>År 2</b>	<b>År 3</b>	<b>År 5</b>	<b>Regnvand</b>
Sulfat	mg/l		1,1	0,35	0,25	0,17	< 1
Si	mg/l		0,22-0,22	0,085-0,131	0,064-0,110	0,047-0,091	<0,04
Ca	mg/l		2,9-0,57	1,3-0,18	1,0-0,13	0,75-0,094	0,91-0,9
Mg	mg/l		0,074	0,014	0,0094	0,0060	0,093
Al	mg/l		0,044-0,054	0,011-0,016	0,0078-0,011	0,0052-0,0078	0,0042
Mn	mg/l		0,011-0,099	0,0018-0,037	0,0012-0,028	0,00076-0,020	0,0055
Se	mg/l		0,000081	0,000032	0,000024	0,000018	0,00011
P	mg/l		0,61	0,22	0,16	0,12	0,023
Fe	mg/l		0,068	0,022	0,016	0,011	0,001
Fluoren	µg/l		0,013-0,026	0,0022-0,013	0,0014-0,011	0,00090-0,0083	<0,01
Phenanthren	µg/l		0,015-0,022	0,0032-0,0073	0,0022-0,0053	0,0014-0,0037	<0,014

**Tabel 1:** Scenarieregninger af de resulterende gennemsnitlige stofkoncentrationer i afløbsvand fra tagpapdækkede tagarealer hidrørende fra udvaskning fra tagpappet. Beregningerne er baseret på de kvantificerbare resultater af udvaskningstests udført på de to tagpaptyper.

### Estimater ud fra detektionsgrænser

Selv om koncentrationsniveauet for mange af stofferne i udvaskningstestene lå under detektionsgrænserne for de anvendte kemiske analysemetoder eller var af samme størrelsesorden som blindværdierne, kan der ved nogle simple og forholdsvis konservative betragtninger opnås nogle estimater for de maksimale koncentrationsniveauer for disse stoffer i afløbsvandet ved scenarieregninger svarende til dem, der er vist i tabel 1.

Dette er gjort i tabel 2 på næste side for en række sporelementer/tungmetaller og for de PAH'er, som indgår i dansk lovgivning vedrørende håndtering af jord og deponering af affald. Beregningerne er udført for en af de to typer tagpap i testen og svarer til tallene i tabel 1.

Undersøgelsen er udført af DHI, Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm

DHI Kontakt: Ole Hjelmars, e-mail [oh@dhigroup.com](mailto:oh@dhigroup.com), Telefon 45 16 94 05

For Danske Tagpapfabrikanter Brancheforening, DTB, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm

DTB Kontakt: Tommy Bunch-Nielsen, e-mail [tbn@byggeteknik.com](mailto:tbn@byggeteknik.com), Telefon 45 66 07 11, Fax 45 66 49 22

Stof	Enhed	Koncentration i afstrømningsvand fra tag		Regnvand
		År 1	Efterfølgende år	
Al	mg/l	< 0,11	< 0,10	0,0042
As	mg/l	< 0,00093	< 0,00086	< 0,0008
Ba	mg/l	< 0,0021	< 0,0019	0,00096
Cd	mg/l	< 0,000058	< 0,000054	< 0,00005
Co	mg/l	< 0,00023	< 0,00018	< 0,00005
Cr	mg/l	< 0,00058	< 0,00054	< 0,0005
Cu	mg/l	< 0,0012	< 0,0011	0,0015
Hg	mg/l	< 0,000024	< 0,000021	< 0,0021 – 0,0026
Mb	mg/l	< 0,00058	< 0,00054	< 0,0005
Ni	mg/l	< 0,00093	< 0,00054	< 0,0005
Pb	mg/l	< 0,00024	< 0,00021	0,00047
Sb	mg/l	0,0038	< 0,0038	< 0,00013 – 0,00015
Fluoranthen	µg/l	< 0,012	< 0,011	< 0,010
Benz (b + j + k)fluoranthen	µg/l	< 0,012	< 0,011	0,011
Benz (a)pyren	µg/l	< 0,012	< 0,011	0,011
Indeno (1,2,3-cd)pyren	µg/l	< 0,012	< 0,011	0,011
Dibenz (a,h)anthracen	µg/l	< 0,012	< 0,011	0,011

**Tabel 2** Beregninger af de maksimale gennemsnitlige koncentrationer af en række stoffer i afløbsvand fra tagpædækkede tagarealer hidrørende fra udvaskning fra tagpæppet. Beregningerne er baseret på konservative estimater ved anvendelse af detektionsgrænserne for de nogle af de stoffer, for hvilke udvaskningen ikke kunne kvantificeres, fordi resultaterne i udvaskningstestene ikke oversteg detektionsgrænserne eller blindværdierne. Beregningerne er udført for en af de to undersøgte tagpæptyper.

Undersøgelsen er udført af DHI, Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm

DHI Kontakt: Ole Hjelm, e-mail [oh@dhigroup.com](mailto:oh@dhigroup.com), Telefon 45 16 94 05

For Danske Tagpæfabrikanter Brancheforening, DTB, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm

DTB Kontakt: Tommy Bunch-Nielsen, e-mail [tbn@byggeteknik.com](mailto:tbn@byggeteknik.com), Telefon 45 66 07 11, Fax 45 66 49 22